



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BATNA 2

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

THESE DE DOCTORAT 3^{ème} CYCLE en Biologie

Spécialité

Ecologie et environnement

Option

Biodiversité animale et écologie fonctionnelle

Présentée par

Melle AZOUI Imane

Thème

Inventaire de la faune blattoptère urbaine et forestière dans la région de Batna avec caractérisation des principales espèces d'intérêt et essais de lutte

Président	: Mr. SIBACHIR Abdelkrim	Professeur	Université Batna 2
Rapporteur	: Mme. FRAH Naama	Professeur	Université Batna 1
Co-Rapporteur	: Mr. OUAKID M ^{ed} Laid	Professeur	Université Annaba
Examineur	: Mr. CHAFAA Smail	Maître Conférence	Université Batna 2
Examinatrice	: M ^{elle} . BENIA Farida	Professeur	Université Sétif

Année universitaire : 2016-2017

Remerciements

Après quatre années, mon travail arrive à son terme par la réalisation de ce mémoire de Thèse de doctorat dans l'option « Biodiversité animale et écologie fonctionnelle ». Je commence par un agréable devoir, celui de remercier le bon DIEU, le tout puissant de m'avoir prodigué la force et le courage de l'accomplir.

Je remercie par la même occasion tous ceux qui ne sont peut-être pas cités mais qui se reconnaîtront, et dont la présence ou intervention à un moment donné de la thèse a été bénéfique.

Les premières lignes de remerciement se doivent être dédiées à ma directrice de thèse Mme. **FRAH Naama** professeur à l'université de Batna 1 qui m'a fait l'honneur d'avoir dirigé ce travail, ainsi que pour ses conseils précieux et son assistance tout au long de ce travail. Sans oublier l'aide précieuse de mon co-Directeur **Mr. OUAKID Mouhamed Laid**, professeur à l'université d'Annaba.

J'adresse également mes remerciements à Monsieur **SI BACHIR Abdelkrim**, professeur au département de Biologie de l'université de Batna 2 d'avoir accepté de présider le jury, qu'il me soit permis de lui exprimer ma profonde gratitude pour ses conseils et ses orientations, chaque fois que cela était nécessaire.

Je tiens à remercier aussi particulièrement Monsieur **CHENCHOUNI Haroun**, maître de conférences à l'université de Tebessa, pour le temps qu'il m'a consacré dans la confection de mon premier article, son aide, ses encouragements et ses précieux conseils.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers les membres du jury, Mme **Benia Farida**, professeur à l'université de Sétif et Mr. **CHAFAA Samil** maître de conférences à l'université de Batna 2 d'avoir accepté de juger ce travail.

J'adresse également mes profonds remerciements à Monsieur **HOUICHI Larbi** professeur à l'université de Batna 2, pour ses encouragements, son soutien permanent et son aide dans la réalisation du premier article.

Je n'oublie pas non plus de remercier Monsieur **AZOUI Boubakeur** professeur à l'université de Batna 2, pour ces encouragements, son soutien et ces conseilsMerci cher oncle.

Je ne pourrais oublier de remercier également Madame **HABBACHI wafa** maître de conférences à l'université d'Annaba pour le temps qu'il nous a consacré

dans l'identification de plusieurs espèces de blattes, qu'il trouve ici toute ma reconnaissance.

Un grand merci à messieurs, Mr. **ABDERRAHMANI S.**, directeur du parc national de Belezma, **BOUSANTOUH K.**, Chef du secteur de Fedis (PNB), **LAMBARKIA S.** et **AOUACHRIA S.** qui m'ont apporté de l'aide au cours des déplacements, échantillonnages et collectes des données. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude.

Je ne saurais oublier de remercier monsieur **OUJJEH B.** professeur à l'université de Batna 1 pour son aide dans l'identification des espèces végétales recensées, Ainsi que Mme. **ABDESSMED Dalila**, maître de conférences à l'université de Batna1 et Monsieur **MASMOUDI Kamel** maître de conférences à l'université de Batna1 pour leur gentillesse et leur aide.

Je remercie vivement Mme. **BECHAH Layla** ingénieur au niveau du laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement de l'université de Batna 2 ainsi que tout le personnel des laboratoires de pédologie et amélioration des plantes en zones arides de l'université de Batna 1.

Je tiens à remercier également Messieurs **BENKHALED Mohamed** et **HABA Hamada** professeurs au département de chimie à l'université de Batna.

Je souhaite exprimer ma gratitude à tous les membres de ma famille : mes parents, mes sœurs et mes frères qui m'ont toujours accompagné avec leurs prières.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Mes remerciements à tous ceux qui ont contribué à ma formation.

Finalement, j'exprime mes remerciements à tous mes collègues de la promotion « Biodiversité animale et écologie fonctionnelle » (2012/2013).

Table des matières

Remerciements.....	I
Table des matières.....	III
Liste des tableaux.....	VII
Liste des figures.....	IX
Introduction.....	01
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique	04
1. Généralités sur la faune Blattoptère	04
1.1. Appellation, Taxonomie et Identification.....	04
1.2. Morphologie des blattes et Habitat.....	05
1.3. Régime alimentaire des Blattes	06
2. Etude bibliographique de la blatte germanique <i>Blattella germanica</i>	07
2.1. Présentation et Systématique	07
2.2. Dimorphisme Sexuel et Cycle Biologique	08
2.3. Morphologie des différents stades.....	09
2.4. Dégâts des blattes	10
2.5. Lutte contre les blattes.....	11
3. Généralités sur les Euphorbiaceae et sur la plante médicinale <i>Euphorbia bupleuroides</i>	12
3.1. Aperçu sur les Euphorbiaceae	12
3.1.1. Caractères morphologiques généraux de la famille des Euphorbiaceae.....	12
3.1.2. Généralités sur le genre <i>Euphorbia</i>	12
3.1.3. Intérêt socioéconomique des Euphorbiaceae	13
3.2. Généralités sur la plante médicinale <i>Euphorbia bupleuroides</i>	13
3.2.1. Description et Classification botanique.....	13
3.2.2. Nom vernaculaire et Utilisation	14
3.2.3. Composition chimique de l'espèce	14
Chapitre 2 : Présentation générale de la région d'étude.....	15
1. Etude du milieu physique de la région de Batna.....	15
1.1. Situation géographique	15
1.1.1. Relief.....	15
1.1.2. Géologie	16
1.1.3. Hydrologie.....	16
1.1.4. Climat.....	16
1.1.4.1. Températures.....	16
1.1.4.2. Pluviométrie	17
1.1.4.3. Vents.....	18
1.1.4.4. Synthèse climatique.....	18
2. Présentation du Parc national de Belezma et de la station d'étude.....	19
2.1. Présentation du Parc national de Belezma.....	19
2.1.1. Historique et limites géographiques du parc	19

2.1.2. Pédologie.....	20
2.1.3. Flore	20
2.1.4. Faune	21
Chapitre 3 : Matériel et Méthodes	22
1. Présentation de la station d'étude.....	22
1.1. Situation géographique	22
1.2. Choix et description des parcelles d'étude	22
2. Objectifs de l'étude.....	25
3. Matériels et Méthodologie de travail	25
3.1. Inventaire et étude bioécologique de la faune blattoptère en milieu forestier.....	25
3.1.1. Inventaire floristique et confection d'herbier	25
3.1.2. Echantillonnage des Blattes	26
3.1.2.1. Méthode qualitative (La chasse à vue classique).....	26
3.1.2.2. Méthode quantitative : Pièges trappes (pots Barber).....	26
3.1.2.3. Effet de litière sur la diversité des blattes forestières	27
3.2. Echantillonnage des Blattes en milieu urbain.....	28
3.3. Identification.....	29
3.4. Etude au laboratoire des tests de toxicité de l'Euphorbe à l'encontre de <i>Blattella germanica</i>	29
3.4.1. Technique d'élevage	29
3.4.2. Préparation des différents extraits	30
3.4.2.1. Extraction du latex.....	30
3.4.2.2. Extrait aqueux.....	30
3.4.2.3. Extrait alcoolique.....	31
3.4.2.4. Extrait alcaloïdique.....	31
3.4.3. Préparation des doses et tests de toxicité pour tous les extraits	32
3.4.4. Effet des différents extraits d'Euphorbe sur quelques paramètres biotiques de <i>Blattella germanica</i>	33
3.4.4.1. Effet sur la fécondité et la fertilité	33
3.4.4.2. Effet sur le gain pondéral	33
4. Exploitation des résultats	33
4.1. Indices écologiques utilisés	33
4.1.1. Indices de structure et d'organisation des populations et des peuplements.....	33
4.1.1.1. Fréquence centésimale (Abondance relative).....	33
4.1.1.2. Constance	34
4.1.1.3. Densité	34
4.1.2. Indices de diversité.....	35
4.1.2.1. Richesse spécifique totale.....	35
4.1.2.2. Indice de diversité de SHANNON	35
4.1.2.3. Indice d'équirépartition des populations	35
4.2. Méthodes statistiques.....	36
4.2.1. Analyse factorielle de correspondance (AFC)	36

4.2.2. Analyse de la variance MANOVA.....	36
4.2.3. Test de Shapiro-Wilk	37
4.2.4. Analyse canonique des correspondances (ACC)	37
4.2.5. Analyse de survie/Fiabilité (Analyse probit)	37
Chapitre 4 : Résultats	39
1. Inventaire et Etude bioécologique des Blattes forestières.....	39
1.1. Inventaire floristique des stations d'étude	39
1.2. Inventaire de la faune blattoptère en milieu forestier	43
1.3. Sex ratio des blattes adultes.....	45
1.4. Dynamique spatiotemporel des populations de Blattoptères.....	46
1.5. Structure et Organisation des peuplements de blattes	48
1.6. Indices de biodiversité	50
1.7. Analyse factorielle de correspondance (AFC).....	51
1.8. Influence des paramètres de litière sur la répartition des blattes	52
1.8.1. Variation des paramètres physicochimiques de la litière dans les trois forêts	52
1.8.2. Analyse canonique des correspondances (ACC)	53
2. Inventaire des blattes dans le milieu urbain	54
2.1. Inventaire des blattes dans une Boulangerie (Station 1).....	54
2.2. Inventaire des blattes dans une Maternité (Station 2).....	56
2.3. Inventaire des blattes dans une Maison (Station 3)	57
2.4. AFC des blattes recensées en milieu urbain	58
3. Étude au laboratoire de l'effet des extraits d' <i>Euphorbia bupleuroides</i> à l'égard de <i>Blattella germanica</i>	59
3.1. Efficacité des extraits.....	59
3.1.1. Extrait aqueux	59
3.1.2. Extrait alcoolique	61
3.1.3. Latex.....	63
3.1.4. Extrait alcaloïdique	66
3.2. Toxicité des différents extraits.....	68
3.2.1. Extrait aqueux.....	68
3.2.2. Extrait alcoolique	70
3.2.3. Latex	73
3.2.4. Extrait alcaloïdique.....	75
3.3. Effet des différents extraits sur quelques paramètres biotiques de <i>Blattella germanica</i>	76
3.3.1. Effet sur le gain pondéral	76
3.3.1.1. Effet sur le gain pondéral des males.....	76
3.3.1.2. Effet sur le gain pondéral des femelles.....	78
3.3.2. Effet des différents extraits sur la fécondité et la fertilité de <i>Blattella germanica</i>	80
3.3.2.1. ANOVA pour oothèques formées	81
3.3.2.2. ANOVA pour oothèques éclos.....	81
3.3.2.3. ANOVA pour larves L1	82

Chapitre 5 : Discussion	84
1. Discussions portant sur l'étude de la faune blattoptère échantillonnée.....	84
1.1. Inventaire et étude de quelques paramètres bioécologiques des blattes forestières	84
1.2. Inventaire des blattes urbaines.....	89
2. Discussions portant sur l'effet des différents types d'extraits d' <i>Euphorbia beupleuroides</i> vis-à-vis de <i>Blattella germanica</i>	91
2.1. Discussions relatives à l'efficacité et à la toxicité des quatre types d'extraits vis à vis de <i>B. germanica</i>	91
2.2. Discussions portant sur l'impact des différents types d'extraits d'Euphorbe sur le gain pondéral, la fécondité et la fertilité de <i>Blattella germanica</i>	95
Conclusion générale et perspectives de recherche	97
Références bibliographiques	99
Résumé	118
Abstract	118
ملخص	119

Liste des tableaux

Tableau 1 : Températures maximales (M), minimales (m) et moyennes (M+m/2) de la région de Batna durant la période de 1973 à 2014	17
Tableau 2 : Moyennes mensuelles de précipitation en (mm) de la région de Batna durant la période de 1976 à 2014	17
Tableau 3 : Moyennes annuelles de la vitesse du vent (m/s) durant la période de 1976 à 2014	18
Tableau 4 : Caractérisation générale des trois parcelles d'étude	23
Tableau 5 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les parcelles d'étude	39
Tableau 6 : Répartition du nombre d'individus capturés d'espèces de blattes selon leurs stades phénologiques dans les différents types de forêts du Parc National de Belezma	44
Tableau 7 : Variation du nombre de mâles et de femelles et valeurs du sex-ratio (M/F) des espèces de blattes capturées dans différentes forêts du Parc National de Belezma (Nord-est Algérie).....	45
Tableau 8: Analyse de variance multivariée (MANOVA).....	48
Table 9 : Constance (C%), fréquence relative (F%) et densité (D) des espèces blattoptères capturées dans les différents types de forêts du Parc National de Belezma	49
Tableau 10 : Efficacité par ingestion de l'extrait aqueux d' <i>E. beupleuroides</i> sur <i>B .germanica</i>	59
Tableau 11 : Efficacité par ingestion de l'extrait alcoolique d' <i>E. beupleuroides</i> sur <i>B .germanica</i>	61
Tableau 12 : Efficacité par ingestion du latex d' <i>E. beupleuroides</i> sur <i>B .germanica</i>	64

Tableau 13 : Efficacité par ingestion des alcaloïdes d' <i>E. beupleuroides</i> sur <i>B</i> <i>.germanica</i>	66
Tableau 14 : Paramètres toxicologiques de l'extrait aqueux (temps létaux).....	68
Tableau 15 : Paramètres toxicologiques de l'extrait alcoolique (temps létaux).....	70
Tableau 16: Paramètres toxicologiques de l'extrait Latex (temps létaux)	73
Tableau 17 : Paramètres toxicologiques de l'extrait alcaloïdique (temps létaux).....	75
Tableau 18 : Analyse de la variance à deux facteurs contrôlés	76
Tableau 19 : Analyse de la variance à deux facteurs contrôlés	78
Tableau 20 : Test khi deux	80
Tableau 21 : Analyse de variance pour oothèques formées	81
Tableau 22 : Analyse de variance pour oothèques éclos	81
Tableau 23 : Analyse de variance pour larves L ₁	82

Liste des figures

Figure 1 : Cycle biologique de <i>Blattellagermanica</i> à 28 °C et 80% d'après (Cornwell, 1968).....	09
Figure 2 : Localisation géographique de la région de Batna	15
Figure 3 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Batna (2014).....	18
Figure 4 : Situation des parcelles d'étude	22
Figure 5 : Parcelle ancien carrière de gypse (photo originale, 2014)	23
Figure 6 : Parcelle genévrier de phénicie (photo originale, 2014).....	24
Figure 7: Parcelle car mahroug (photo originale, 2014).....	24
Figure 8 : Collecte des individus blattoptere (Photo originale, 2014)	26
Figure 9 : Pot Barber (Photo originale, 2014)	27
Figure 10 : Piégeage des blattes dans le milieu urbain (Photo originale, 2014).....	29
Figure 11 : Élevage de masse de <i>B. germanica</i> (Photo originale, 2014).....	30
Figure 12 : Évolution mensuelle des effectifs des espèces de blattoptères récoltées entre mars 2013 et juillet 2014 dans différents types de forêts du Parc National de Belezma.	47
Figure 13 : Paramètres de diversité des espèces de blattes capturées dans les différents types de forêts (S1 : <i>Pinus halepensis</i> , S2 : <i>Juniperus phoenicea</i> , S3 : <i>Quercus ilex</i>) du Parc National de Belezma.....	50
Figure 14 : Ordination des parcelles et des espèces récoltées selon le plan de l'analyse factorielle de correspondance (AFC)	51
Figure 15 : Variation des paramètres physicochimiques de la litière dans les forêts du parc national de Belezma.....	52

Figure 16 : Analyse canonique des correspondances (CCA) des espèces des blattes et des paramètres de la litière des trois types de forêts étudiées.....	54
Figure 17 : Fluctuations du nombre des larves, Jeunes larves, larves âgées et adultes <i>B. germanica</i> , <i>B. orientalis</i> et <i>P. americana</i> dans une Boulangerie..	55
Figure 18 : Fluctuations du nombre des larves, Jeunes larves, larves âgées et adultes <i>B. germanica</i> au cours d'une année dans La maternité de la ville de Batna.....	56
Figure 19 : Fluctuations du nombre des larves, Jeunes larves, larves âgées et adultes <i>B. germanica</i> et <i>B. orientalis</i> au cours d'une année dans La maison de la ville de Batna.....	57
Figure 20 : Ordination des sous stations et des espèces de blattes domestiques récoltées selon le plan factoriel axe 1 X axe 2 résultants de l'analyse de correspondance (AFC).....	58
Figure 21 : Le TL50 pour l'extrait aqueux à l'encontre des males.....	69
Figure 22 : Le TL50 pour l'extrait aqueux à l'encontre des femelles	69
Figure 23 : Le TL50 pour l'extrait aqueux à l'encontre des larves	70
Figure 24 : Le TL50 pour l'extrait alcoolique à l'encontre des males	71
Figure 25 : Le TL50 pour l'extrait alcoolique à l'encontre des femelles	72
Figure 26 : Le TL50 pour l'extrait alcoolique à l'encontre des larves	72
Figure 27 : Le TL50 pour l'extrait latex à l'encontre des males	74
Figure 28 : Le TL50 pour l'extrait latex à l'encontre des femelles	74
Figure 29 : Le TL50 pour l'extrait latex à l'encontre des larves	75
Figure 30 : Le TL50 pour l'extrait alcaloïdique à l'encontre des larves	76
Figure 31 : Graphique des effets principaux –Moyennes des données pour poids des Males	77

Figure 32 : Diagramme d'interaction-Moyennes des données pour poids des males	78
Figure 33 : Graphique des effets principaux –Moyennes des données pour poids des Femelles.....	79
Figure 34 : Diagramme d'interaction-Moyennes des données pour poids des femelles	79
Figure 35 : Graphique des effets principaux –Moyennes des données des oothèques formées	82
Figure 36 : Graphique des effets principaux –Moyennes des données des oothèques écloses.....	83
Figure 37 : Graphique des effets principaux –Moyennes des données des larves du premier stade larvaire	83

Introduction

Introduction

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (**Blondel, 1975 in Lakhdera, 2009**). La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore.

La forêt est considérée comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il convient de conserver ou restaurer. C'est un conservatoire excellent de la biodiversité parce qu'il contient plusieurs espèces animales et végétales (**Dajoz, 2007 in Merabet, 2014**).

Les arthropodes occupent une place bien particulière dans l'écosystème forestier. En effet, les arthropodes, outre le fait qu'ils constituent de bons indicateurs biologiques, sont pour une large part des éléments essentiels de la disponibilité alimentaire pour de nombreuses espèces animales (**Clere et Bretagnolle, 2001**).

Ils sont aussi des éléments omniprésents des sols forestiers et la litière, agissant comme des prédateurs et des proies, ce qui contribue à la décomposition de la matière organique et le transport des éléments chimiques à l'interface sol-litière. Les insectes représentent le groupe le plus important du règne animal, tant par leur quantité que par leur diversité en espèces. On en identifie 800.000 espèces (**Breure-Scheffer, 1989**), Formant ainsi plus des deux tiers de toutes les espèces animales vivant sur la terre. Du point de vue systématique, les insectes font partie de l'embranchement des arthropodes, tout comme les myriapodes, les arachnides et les crustacés (**Breure-Scheffer, 1989**).

Les blattes (Dictyoptera: Blattaria) sont un groupe d'insectes cosmopolites composé de 4 337 espèces décrites constituant 515 genres (**Roth, 1985**), descendants des Aptérygotes, semblent être originaires du vieux monde et plus particulièrement des zones subtropicales de l'Afrique, du Moyen-Orient et de l'Asie, zones de fortes chaleurs et d'humidité importante, (**Schal et al., 1984 in Tine, 2013**). Les blattes sont abondantes dans les forêts où elles vivent sous les feuilles et les pierres et quelques-unes dans les grottes. Par contre, certaines sont adaptées au climat désertique et vivent dans le sable (**Wattiez et Beys, 1999**). Elles jouent un rôle important dans la

décomposition de la matière organique en se nourrissant de végétaux et d'animaux morts (**Cornwell, 1968**). Elles sont commensales de l'homme, vivant à l'intérieur des habitations ou dans leurs voisinages immédiats et par conséquent, sont qualifiées de domestiques telles *Periplaneta americana*, *Blatta orientalis*, *Supella longipalpa* et *Blattella germanica* (**Grancolas, 1998 in Tine, 2013**). Ces insectes qui vivent en groupes, ne possèdent pas, dans ce comportement grégaire, de hiérarchie ou de spécialisation de tâches car elles ne sont pas de véritables insectes sociaux (**Rivault et al., 1998**). Les Blattes constituent aussi un problème majeur de santé publique, c'est le cas de la blatte domestique *Blattella germanica*, ravageur important des maisons, des restaurants et des installations commerciales de transformation des aliments à travers le monde (**Zhi et al., 2011**). Elle est considérée comme un indicateur important de l'hygiène, car elle peut provoquer des réactions allergiques chez les personnes sensibles et transmettre plusieurs agents pathogènes aux humains tels que les virus, bactéries, protozoaires, et helminthes (**Yeom, 2012**). Elle est toujours associée à des environnements intérieurs à savoir les salles de bains, cuisines et les zones de stockage des aliments (**Nasirian et al., 2011**).

L'inventaire des espèces de blattes africaines est loin d'être complet. En Afrique du Nord par exemple, très peu de recherches ont été effectuées sur la faune des Orthoptéroïdes et plus particulièrement sur les Dictyoptera (**Chopard, 1929, 1943**). En effet, les études sur ces insectes en Algérie restent ponctuelles et fragmentaires. En l'occurrence, nous citons quelques recherches expérimentales sur l'inventaire des blattes dans la région d'Annaba et de Tebessa (nord-est Algérie) avec des essais de toxicité de quelques insecticides (**Habes, 2006 ; Habbachi, 2013 ; Tine, 2013**). Le listing des espèces en milieux forestiers sous climat subhumide dans la région de Guelma (**Cherairia, 2004**) et dans la région de Djelfa où les forêts sont sous l'influence des conditions semi-arides (**Masna et al., 2014**). Dans la région de Batna, aucune étude n'a été faite sur les espèces blattoptères.

Ce travail de thèse s'intéresse alors à ce groupe d'insectes dans un but de mieux le connaître et avoir une idée sur les espèces qui peuvent exister dans cette région. Cette étude vise donc deux objectifs ; le premier est d'apporter une contribution sur la connaissance des blattes en milieux forestier et urbain en essayant toutefois d'évaluer leur biodiversité et expliquer les facteurs écologiques influençant leur distribution

Introduction

dans leur biotope. Le second, porte sur l'étude de la toxicité d'une plante médicinale à l'encontre de *Blatella germanica*, tant considérée dans la littérature en tant qu'espèce allergisante et ce dans un but d'essai de lutte.

Ce document s'articulera sur deux grandes parties. La première présente une synthèse bibliographique sur les blattes en générale et sur la blatte germanique en particulier, étant l'espèce prise dans l'expérimentation et sur la plante médicinale choisie dans les tests toxicologiques : *Euphorbia bupleuroides*.

Le deuxième comporte la partie expérimentale qui est scindée en quatre chapitres. Le premier présente la région d'étude. Le deuxième chapitre expose les méthodologies générales utilisées dans l'ensemble des études conduites. Dans le troisième chapitre, tout d'abord les résultats de l'inventaire des blattes en milieux forestier et urbains, ensuite les résultats des tests toxicologiques de la drogue et du latex d'*Euphorbia bupleuroides* vis-à-vis de *Blatella germanica*. Le chapitre quatre élucide une discussion générale des résultats enregistrés et qui est terminée par une conclusion générale assortie de perspectives.

En fin, notre présent travail est original dans la série des travaux sur l'entomofaune, c'est pour cette raison quelques travaux traitant ce sujet sont rares au niveau de l'Algérie.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur la faune Blattoptère

1.1. Appellation, Taxonomie et Identification

Les blattes apparues sur Terre il y a environ quatre cent millions d'années (**Koehler *et al.*, 1987**). Elles sont appelées également cafards ou cancrelats (**Maiza, 2013 ; Rust *et al.*, 1995**), blattes « grelous, bakhouches » (*in* **Habbachi, 2013**). Les quelques quatre mille espèces réparties autour de la planète varient en forme, couleur et taille (**Garfield, 1990**).

Ce sont des insectes Ptérygotes (aillés à l'état adulte), appartenant à l'infra-classe des Néoptères, (une évolution différente de l'aile antérieure et postérieure), certains auteurs regroupent les Blattaria et les Isoptera dans un même groupe, les Blattodea (**Bell *et al.*, 2007**).

Les blattes font une famille (**Kirby, 1904 ; Shelford, 1906a et Hebar, 1917, 1919 *in* Tine, 2013**) ou une superfamille (**Rehn, 1951 *in* Tine, 2013**) des orthoptères, constituent avec les mantes et les termites l'ordre des Dictyoptères, (**Grimaldi et Engel, 2005**) ou bien constitue avec les mantes le sous ordre des Dictyoptères (**Chopard, 1920, 1949 et Imms, 1957**).

Dans une classification basée surtout sur quatre caractères **McKittrick (1964)** : la morphologie du proventricule, la morphologie des genitaliamâle et femelle, la musculature des genitalia et le comportement d'oviposition, subdivise les Blattes en deux grandes super familles : les Blaberoidea et les Blattoidae et 20 sous familles. **Roth (2003)** a reconnu six familles qui placent plus d'espèces de blattes : Polyphagidae, Cryptocercidae, Nocticolidae, Blattidae, Blattellidae et Blaberidae; Avec 4000-5000 espèces dans le monde.

Cette classification est aujourd'hui utilisée car elle a été supportée par des études morphologiques et physiologiques (**Cornwell, 1968 ; Roth, 1970 ; Huber, 1974 ; Roth, 1985 et Grancolas, 1994 ; Brossut, 1973 ; Brossut *et al.*, 1975 ; Takegawa et Takahashi, 1990 ; Christensen *et al.*, 1991 *in* Tine, 2013**), comme elle a été basée aussi sur les études comportementales (**Schal *et al.*, 1984 ; Schal et Bell, 1986 ;**

Abed, 1992 ; Sirugue, 1992 ; Grandcolas, 1996 ; Vimard, 2000 et Durier, 2001 in Tine, 2013).

Les clés d'identification des familles et sous familles de Blattaria ont été élaborées par **McKittrick (1964)** et les clés détaillées, relatives aux espèces nuisibles, ont été établies par **Hebard (1917)**, les clés de **Cornwell (1968)** et **Chopard (1943)** résumant toutes les clés précédentes et se basent sur la morphométrie, comme il existe une clé basée sur les oothèques qui permet une identification précise (**Habes, 2006**).

Shelford (1906a, 1912) suggère que le potentiel de reproduction des blattes, la structure et l'émission de l'oothèque peuvent aussi être considérés comme des critères de classification.

Plusieurs caractères ont été utilisés dans la classification des blattes, comme les nervures des ailes (**Rehn, 1951 in Tine, 2013**) ou l'apparence du proventricule (**Miller et Fisk, 1971**).

1.2.Morphologie des blattes et Habitat

Les blattes étaient abondantes dans les forêts et elles étaient de formes très variées et largement répandues à travers le monde (**Grandcolas, 1999**).

Le corps des blattes standard est aplati et large ovale, segmenté, avec un grand écran comme pronotum couvrant la tête, le ventre déployé, pièces buccales broyeuses, et très longues antennes. Les ailes antérieures (tegmina) sont généralement coriaces et les ailes postérieures plus délicates et hyalines. Certaines sont microptères voire aptères. La coxa est aplatie et modifiée pour accueillir le fémur, de sorte que lorsque les pattes sont repliées à près du corps de l'épaisseur combinée des deux segments est réduit, une zone anale très bien développée et de longues pattes épineuses avec grande hanches aplatie couvrant tous les sternites thoraciques. Une paire de cerques est insérée dans le dernier tergite abdominal (plaque anale). Seulement chez les mâles, la dernière sternite abdominale (plaque génitale) a une paire de structures accessoires à la copulation, connu sous le nom de styles (**Cornwell 1968; Gordon, 1996, Bell et al., 2007**).

Leur taille est de quelques millimètres, certaines espèces auraient mesuré jusqu'à 60 centimètres, fossiles à l'appui (**Koehler et Patterson, 1987**).

Comme d'autres insectes hémimétaboles, les blattes présentent trois stades de développement : l'œuf, la larve et l'adulte. Les larves des blattes ressemblent généralement aux adultes à l'exception de l'absence de tegmina et des ailes ; ces structures sont, cependant, parfois indiquées par des non-articulés, extensions lobées de la méso et metanotum dans les stades de développement plus tard. Les larves ont des organes génitaux sous-développés et mal sclérotisés et ils leur manque souvent d'autres caractères utiles dans l'identification des espèces (**Gordon, 1996 ; Bell et al., 2007**).

La durée de développement est très variable selon les espèces, elle varie également au sein d'une même espèce en fonction des conditions de vie et de la nourriture (**Gordon, 1996**).

La communication entre les individus de ces insectes est chimique, agissent à distance et/ou au contact, appelées phéromones (**Brossut, 1996 in Habbachi, 2013**).

Les blattes sont principalement d'origine tropicale et subtropicale, étant trouvées dans une grande variété d'habitats, tels que les feuilles mortes sur le sol, les tanières des animaux, les grottes, les troncs d'arbre, les nids de fourmis, la litière de feuilles et parfois dans l'eau. Les espèces nuisibles sont trouvées à l'intérieur de logements dans les fissures, les égouts ou les décharges. La majorité des espèces sont nocturnes. Elles peuvent être solitaires, grégaires ou subsociales (**Grandcolas et Deleporte, 1996**).

1.3.Régime alimentaire des Blattes

Les blattes sont omnivores (**Brenner et al., 1991 ; Cloarec et al., 1992 ; Grandcolas et Deleporte, 1996 ; Raubenheimer et Jones, 2006 et Weber, 2007**), se nourrissant de divers types d'aliments. Elles mangent tout ce qui est organique, mais préfèrent les sources alimentaires tels les bonbons, le fromage, la viande, les produits, les amidons, et les graisses. Elles se nourrissent aussi de plantes, de légumes et de fruits. Les blattes aiment généralement, les environnements chauds et humides avec une nourriture abondante. Égouts et des zones humides en décomposition sont leur habitat naturel (**Jirage, 2011 in Chamavit, 2011**).

L'alimentation de la majorité d'elles se base sur la décomposition des matières végétales, y compris le bois à l'aide des organismes symbiotiques, tels que les

protozoaires et des bactéries vivant à l'intérieur de leur intestin (**Grandcolas et Deleporte 1996 et Chamavit, 2011**).

2. Etude bibliographique de la blatte germanique : *Blattella germanica*

2.1. Présentation et Systématique

B. germanica est l'un des ravageurs les plus importants de l'environnement intérieur parce qu'elle est cosmopolite et abondante dans les maisons et autres bâtiments, une source majeure d'allergènes, et un support potentiel des pathogènes fécaux (Cornwell, 1968 ; Wirtz, 1984 ; Hill, 1990 ; Schal et Hamilton, 1990 et Arlian, 2002). Originnaire de l'Ethiopie et le Soudan, elle est maintenant distribuée dans les régions tempérées du monde. Elle est également présente dans les habitations humaines.

C'est un insecte dictyoptère de la famille des Blattellidae (Guillaumin *et al.*, 1969) à développement hétérométabole, qui est caractérisé par deux phénotypes post-embryonnaires, les larves et les adultes. *B. germanica*, blatte cosmopolite la plus étroitement liée à l'homme, constitue un important problème en termes d'hygiène et de santé humaine (Tine, 2013). Le corps des adultes aplati et ovale mesurant 11 à 12 mm de long avec une couleur qui varie de brun pâle au noir ; le pronotum porte deux bandes longitudinales (Gordon, 1996).

Les adultes et les larves sont omnivores, contaminent les aliments, et laissent une mauvaise odeur caractéristique (Pedigo, 1989). Ils peuvent également vectoriser plusieurs maladies bactériennes humaines (Bennett 1977, Frishman et Camo 1977, Cardone et Gauthier 1979, Ash et Greenberg 1980).

La blatte germanique est omnivore et prédateur généraliste, capable de consommer une large gamme de macronutriments (protéines, glucides, lipides) et les micronutriments (vitamines, minéraux, facteurs de croissance) provenant de diverses sources (Kells, 2005).

La position systématique de cet insecte, est comme suit :

- Embranchement :..... *Arthropoda*
- Sous embranchement :..... *Mandibulata*
- Classe :..... *Insecta*
- Sous classe :..... *Pterygota*

- Section :.....*Polyneoptera*
- Ordre :.....*Dictyoptera*
- Sous ordre :.....*Blattaria*
- Super famille :.....*Blaberoidae*
- Famille :.....*Blattellidae*
- Sous famille :.....*Blattellinae*
- Genre :.....*Blattella*
- espèce :.....*Blattella germanica* (Linnaeus, 1767 in Tine, 2013)

2.2. Dimorphisme Sexuel et Cycle Biologique

Le dimorphisme sexuel chez cette espèce est bien marqué, le mâle a un corps fin avec des ailes qui ne recouvrent pas entièrement l'abdomen, ses cerques forment de onze articles, la femelle est plus robuste avec un abdomen entièrement recouvert par les ailes, ses cerques sont de douze articles.

Il est possible de distinguer et de séparer les larves mâles et femelles du dernier stade. En effet l'extrémité abdominale de la larve femelle étant arrondie tandis que celle de la larve mâle est effilée

Les mâles passent par cinq stades larvaires et les femelles par sept stades larvaires à 25°C, Les femelles produisent en moyenne sept oothèques, le nombre de larves pouvant éclore par oothèque est de 28 environ.

Selon **Woodruff (1938)**, un seul accouplement pourrait suffire à fertiliser tous les œufs produits durant la vie imaginaire.

Les femelles non accouplées produisent des oothèques non fertiles 17 à 18 jours après la mue imaginaire.

La blatte germanique *Blattella germanica* a un fort potentiel de reproduction (**Willis et al., 1958**) et une capacité à construire de grandes populations infectieuses (**Nejati et al., 2012**).

La femelle de cette espèce dont leur longévité est de 158 jours (**Cornwell, 1968**), après huit jours de la mue imaginaire formées oothèques au cours de différents cycles gonadotrophiques, comporte 37 œufs environ dont 28 seulement arrivent à éclosion après une période d'incubation de 17 jours (**Cornwell, 1968 et Gordon, 1996**).

Le développement larvaire de 6 mois environ, présente 5 à 7 stades successifs, séparés par des mues. Les larves subissent un nombre variable de mues (5 à 7) au cours d'une période de 5 à 6 mois (Wattiez et Beys, 1999). Les larves du dernier stade dont la durée de vie est en moyenne 40 jours pour le mâle et 41 jours pour la femelle, subissent enfin la mue imaginale (Figure 1).

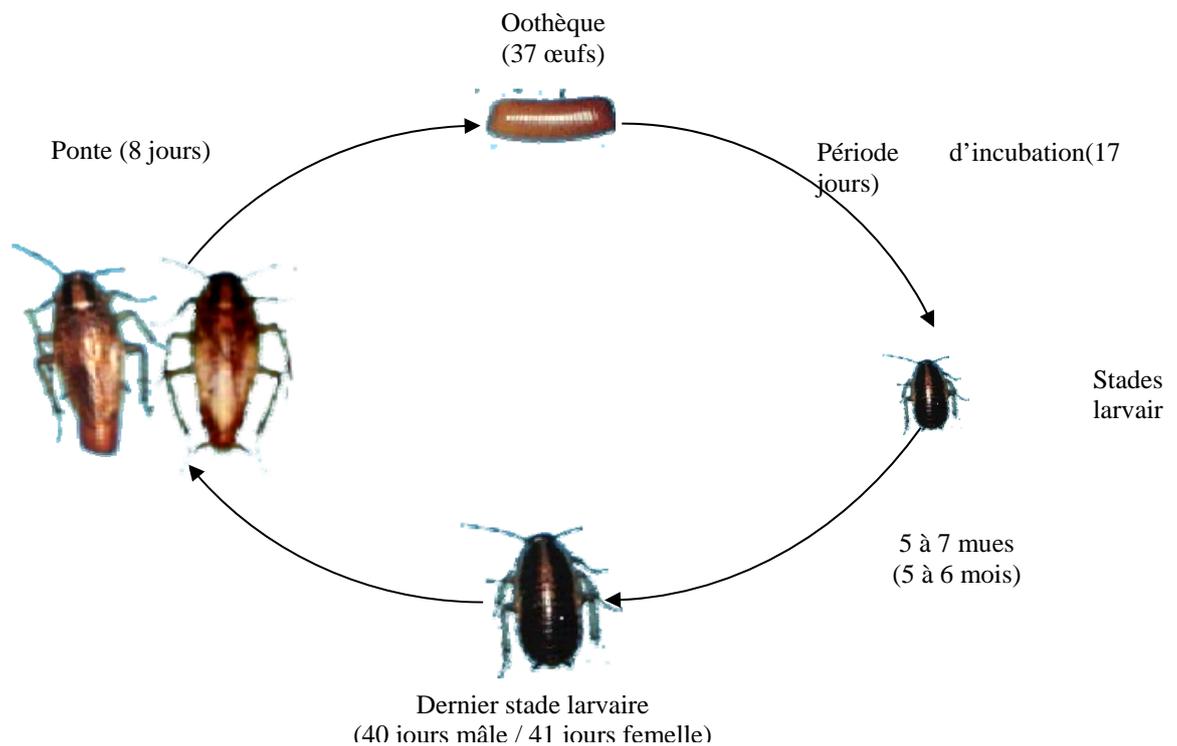


Figure 1. Cycle biologique de *Blattella germanica* à 28 °C et 80% d'après (Cornwell, 1968)

2.3. Morphologie des différents stades

- **Stade œuf** : Il commence à la fertilisation des œufs et se termine à l'éclosion. Les œufs sont réunis dans une capsule de consistance cornée appelée oothèque qui se forme et arrive à faire saillie à l'extérieur pendant la ponte (Tanaka, 1976). De forme et de taille variables, l'oothèque possède sur la face dorsale une crête denticulée au niveau de laquelle se fera l'éclosion. Les œufs sont disposés verticalement de chaque côté d'une cloison médiane qui divise l'oothèque dans le sens de la longueur (Tanaka, 1976).

- **Stade larve** : la femelle dépose l'oothèque peu avant l'éclosion et des larves vermiformes en sortent. Les principaux changements du développement larvaire s'effectuent au niveau de la taille et la pigmentation ; les larves du dernier stade ressemblent aux adultes mais aptères (**Rust et al., 1995 ; Elie, 1998**).

- **Stade adulte** : commence à la mue imaginale (adulte 0 jour). L'adulte possède alors 2paires d'ailes, des antennes longues et filiformes, des pattes robustes et épineuses permettant une course rapide et des pièces buccales broyeuses (**Wigglesworth, 1972**). Les adultes mâles possèdent un corps mince, un abdomen effilé et un pygidium non recouvert par les ailes ; les femelles de couleur plus sombre présentent un corps trapu et robuste avec un abdomen arrondi recouvert par les ailes (**Rust et al., 1995**).

2.4. Dégâts des blattes urbaines

La blatte germanique, *Blattella germanica* (L.), est l'une des espèces de blattes domestiques communes. Les infestations de ce ravageur sont associées à un mauvais assainissement, en particulier dans et autour des installations des aliments, et ont également tendance à être associée à un faible statut socioéconomique. Les infestations des blattes conduisent à l'endommagement et la contamination des aliments car les blattes peuvent transmettre des agents pathogènes humains et d'animaux domestiques. Les excréments des blattes, leur salive et les dépouilles contiennent des allergènes qui peuvent déclencher des réactions allergiques et de la détresse psychologique chez les personnes sensibles (**Brenner, 1995**). Les blattes sont parmi les insectes nuisibles urbains les plus problématiques dans l'initiation des réactions asthmatiques et allergiques chez les enfants (**Wang et Bennett, 2006**).

La blatte germanique, *Blattella germanica* (L.), est l'un des plus principaux insectes nuisibles des maisons en raison de leur présence cosmopolite et abondance dans les maisons et d'autres immeubles et parce qu'elle provoque des réactions allergiques et de graves problèmes respiratoires, cet insecte est aussi un vecteur des maladies intestinales, comme la diarrhée, la dysenterie et le choléra, et un vecteur potentiel d'agents pathogènes fécaux (**Weber, 1984; Wirtz, 1984; Schal et Hamilton, 1990; Roberts, 1996 et Arlian, 2002**).

2.5.Lutte contre les blattes urbaines

La lutte contre *Blattella germanica* a été longtemps effectuée soit ;

- En utilisant différents insecticides, essentiellement chimiques, à action neurotoxique tels que les pyréthrénoïdes, les organophosphorés, les organochlorés et les carbamates (**Reierson et al., 1983 ; Appel, 1990 ; Garfield, 1990 ; Reid et al., 1990 ; Appel et Benson, 1995 ; Kaakeh et al., 1997 in Tine 2013**). Les insecticides acide borique et chimiques ont été largement étudiés (**Appel et Stanley, 2000 ; Appel 2003 ; Wang et al., 2006**).Cependant, La résistance de la blatte à certains composés tels que le bendiocarbe, la cyperméthrine, la perméthrine, le propoxur, chlorpyrifos et Valles a été rapportée (**Wei et al., 2001 ; Pridgeon et al., 2002**).
- En utilisant les ennemies naturelles. En effet, Quelques parasitoïdes ont été testés pour le contrôle biologique des stades gravides de cafards tels : *Comperia merceti* (Hymenoptera: Encyrtidae) (**Lebeck, 1991**). Le virus *Periplaneta fuliginosa* densovirus a été proposé pour le contrôle de la blatte *Periplaneta fuliginosa* (**Jiang et al., 2008**).

3. Généralités sur les Euphorbiaceae et sur la plante médicinale *Euphorbia bupleuroides*

3.1. Aperçu sur les Euphorbiaceae

3.1.1. Caractères morphologiques généraux de la famille des *Euphorbiaceae*

Euphorbiaceae est l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs, avec 300 genres et 8000 espèces (Webster, 1994).

Les Euphorbiaceae poussent partout, sauf dans les régions antarctiques et les sommets des hautes montagnes (Bruneton, 1996). Arbres ou buissons, lianes ou plantes succulentes, elles élaborent souvent une matière visqueuse de couleur blanche appelée latex, irritante pour les yeux et provoque des rougeurs sur la peau. Cette famille est très hétérogène. Les plantes qui la constituent varient à la fois par leur appareil végétatif ainsi que par la structure de leurs fleurs (Ozenda, 1991 ; Bruneton, 1996).

3.1.2. Généralités sur le genre *Euphorbia*

Euphorbia est parmi les plus grands genres d'angiospermes, avec environ 2000 espèces, et il a longtemps été admiré pour sa grande diversité de formes de croissance, y compris de nombreuses espèces xérophiiles. Malgré sa grande diversité végétale, le genre est uni morphologiquement par la possession d'un cyathe, une inflorescence très réduite qui ressemble à une seule fleur (Steinmann et Porter, 2002), caractérisées par la production d'un latex laiteux (Jassbi, 2002). Le genre *Euphorbia* produit treillis caustiques, qui constituent un danger pour la santé humaine et animale. Le contact direct du latex irrite les yeux et peut causer la cécité (Upadhyay *et al.*, 1980).

Les espèces du genre *Euphorbia* succulentes sont des arbustes distribués dans les régions subtropicales en Afrique de l'Est, du l'Amérique de sud, Asie de l'Est et en Inde. Ces plantes augmentent leur biomasse rapidement dans les semi-déserts (Maugh, 1976), le genre *Euphorbia* accumulent des stérols, des triterpénoïdes et diterpénoïdes (Ohyama *et al.*, 1984).

Ces plantes produisent le latex blanc jaunâtre lorsque les pousses sont rayés (Saigo et Saigo, 1983). Les principales composantes du latex d'*Euphorbia* sont triterpènes (Yamamoto *et al.*, 1981), fissurés ou fermentés et peuvent être utilisés comme combustible (Depeyre *et al.*, 1994).

3.1.3. Intérêt socioéconomique des *Euphorbiaceae*

Dans la médecine traditionnelle, les *Euphorbiaceae* sont utilisées dans de nombreuses régions du monde dans le traitement de plusieurs affections telles que les maladies gastro-intestinales. Les espèces de cette famille, possèdent des propriétés cicatrisantes, antibactériennes, antifongiques et anti-inflammatoires (Mavar *et al.*, 2004 ; Esmeraldino *et al.*, 2005). En Afrique, certaines *Euphorbiaceae* sont utilisées comme antihelminthiques, hémostatiques, purgatifs et contraceptifs (Mampane *et al.*, 1987). Elles sont également utilisées dans le traitement du paludisme, des rhumatismes, des inflammations et dans le traitement de la syphilis (Chabra *et al.*, 1990).

Un grand nombre d'espèces d'*Euphorbiaceae* sont toxiques pour l'homme, urticantes, irritantes des muqueuses et inductrices de tumeurs en engendrant des allergies cutanées causées généralement par leurs composés lactoniques ou quinoniques (Champy, 2008).

3.2. Généralités sur la plante médicinale *Euphorbia bupleuroides*

3.2.1. Description et Classification botanique

D'après (Yousfi, 2001), *E. bupleuroides* est une plante herbacée à feuilles simples rarement stipulées, lancéolées ou lancéolées-linéaires, fleurs unisexuées, inflorescence complexe (cayathes) disposées en ombelles feuillées ; graines ornées de bandelettes longitudinales peu saillantes.

Euphorbia bupleuroides Desf. est une espèce endémique à l'Algérie (Ozenda, 1991). C'est une plante puissante des rocailles des montagnes de la région des Aurès.

Cette espèce présente les caractéristiques botaniques suivantes :

- ✓ Les feuilles sont lancéolées ou lancéolées-linéaires.
- ✓ Les bractées sont 2 à 3 fois plus longues que larges, ovales ou triangulaires.
- ✓ Les graines sont ornées de bandelettes longitudinales peu saillantes.

La classification botanique de cette plante est comme suit :

Famille : Euphorbiaceae

Sous famille : Euphorbiodeae

Tribu : Euphorbieae

Sous tribu : Euphorbiinae

Genre : Euphorbia L.

Espèce : *Euphorbia bupleuroides* Desf. (**in Aichour, 2015**)

3.2.2. Nom vernaculaire et Utilisation

Appelée Lebayna, Helayba, Halib el Debba, (**Yousfi, 2001**). Cette espèce est désignée aussi sous le nom vernaculaire Hanghouth (Tamazight).

Euphorbia bupleuroides est une plante médicinale utilisée par la population locale en médecine traditionnelle pour extirper les épines et les verrues. La décoction des racines de cette plante est employée comme anti-inflammatoire. Cependant, le latex de cette plante provoque les mêmes symptômes de son genre *Euphorbia* à savoir : Des rougeurs sur la peau, des érythèmes ou des phlyctènes. Egalement très irritant pour les yeux, il entraîne par simple contact, même furtif, des larmoiements intenses. A des doses plus élevées, interviennent des lésions graves de l'œil pouvant aller jusqu'à la cécité. Les troubles de la vue sont accompagnés souvent de toux, de rhinite avec écoulement nasal, de laryngite et de brûlure des lèvres. Une fois absorbé, le latex entraîne des symptômes plus ou moins sévères de gastro-entérite et d'inflammation des muqueuses du tube digestif (**Bellakhdar, 1997**).

3.2.3. Composition chimique de l'espèce

Le seul travail qui porte sur la phytochimie de cette espèce est celle de (**Aichour, 2015**), l'extraction des racines de l'espèce *Euphorbia bupleuroides* suivi de séparations chromatographiques, a permis d'isoler et identifier par les différentes méthodes spectroscopiques 20 métabolites secondaires dont 2 diterpènes, 12 composés de nature triterpénique et 6 phénoliques, à partir de l'extrait dichlorométhane des racines d'*E. Bupleuroides*, 17 métabolites secondaires ont été identifiés dont 3 structures nouvelles : 1 diterpène de type phorbol, 1 triterpène à squelette ergostane et 1 triterpène cycloartane. Les composés connus au nombre de 14 se répartissent en 1 diterpène, 9 triterpènes, 2 coumarines et 2 lignanes. L'extrait acétate d'éthyle des racines de l'espèce *E. bupleuroides* fournit 3 métabolites secondaires comportant un stéroïde glucosylé et 2 flavanes.

Chapitre 2

Présentation générale de la région d'étude

Chapitre 2 : Présentation générale de la région d'étude

1. Etude du milieu physique de la région de Batna

1.1. Situation géographique

Située au Nord-Est de l'Algérie, la wilaya de Batna est limitée au Nord par les wilayas de Sétif et d'Oum El Bouaghi, à l'Ouest par la wilaya de M'sila, à l'Est par les wilayas de Khenchela et de Oum El Bouaghi et au Sud par la wilaya de Biskra. Elle s'étend sur 90 Km du Nord au Sud et sur 180 Km d'Est en Ouest. (**Fig. 2**).

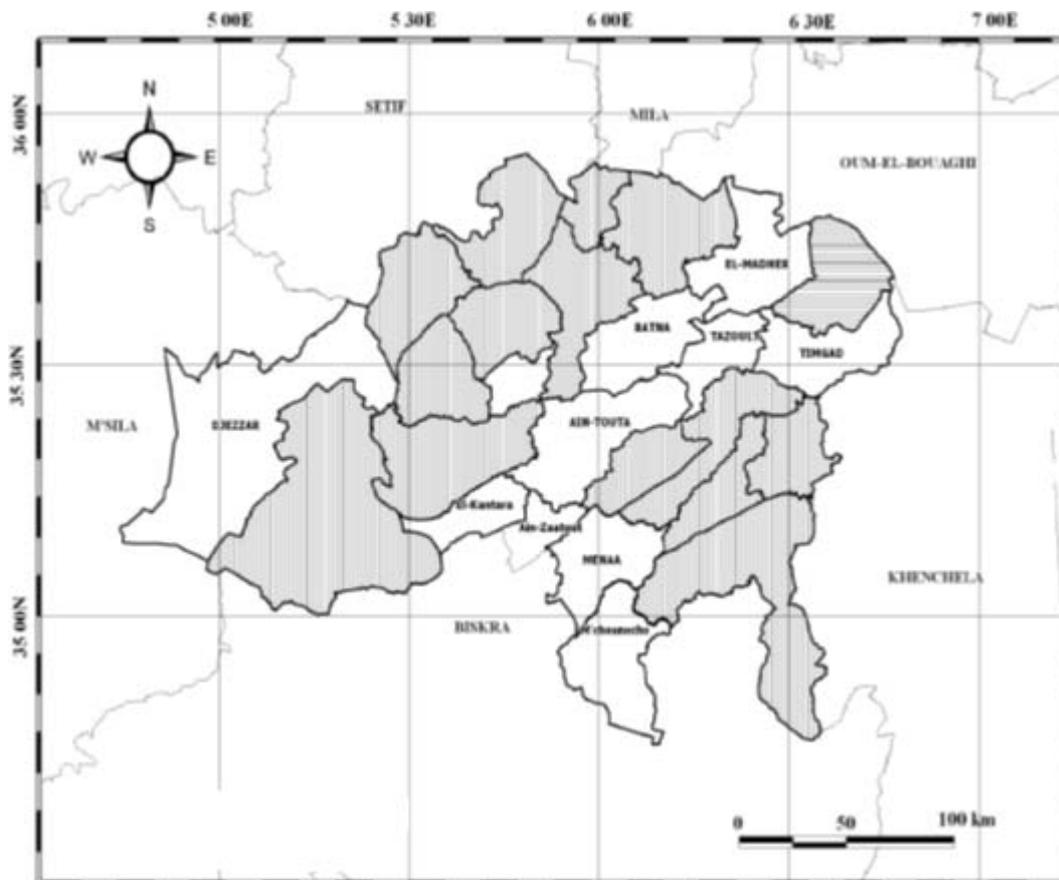


Figure 2 : Localisation géographique de la région de Batna (*in* Benchrif, 2009)

1.1.1. Relief

Le relief de la région de Batna se forme essentiellement de hautes plaines du massif montagneux des Aurès et d'une portion de la cuvette du Hodna (**Dekhinet et al., 2007**). La forme générale est montagneuse, traverse la région du l'Est ou l'Ouest. Il y a à noter aussi la présence d'une zone de plateaux sur la partie nord, et entre les chaînes montagneuses.

1.1.2. Géologie

La région de Batna se caractérise par des structures géologiques très variées, allant du tertiaire inférieur jusqu'au quaternaire récent qui est formée d'argiles, limons, graviers et galets calcaires enrobés dans du matériel sablo argileux. Ce recouvrement est d'épaisseur variable et atteint jusqu'à 30 - 40 m vers la plaine de Ain Touta (**Mouhamdi et Taib, 2004**) et qui entrent en totalité ou partiellement dans les limites régionales présentant des caractéristiques hydrogéologiques très variables (*in* **Bencherif, 2010**).

1.1.3. Hydrologie

De nombreux Oueds caractérisent le réseau hydrographique, on cite les plus importants : oued El-Hai, oued El-Arab, oued Labiod. En note ainsi la présence des chotts sur les frontières sud et nord. Ces aspects hydrologiques donnent une idée sur les principales sources hydrologiques dans la région de Batna. (*in* **Bencherif, 2010**)

1.1.4. Climat

La connaissance de l'ensemble des paramètres climatiques demeure d'une première importance en biologie et en écologie. Les différentes composantes du climat agissent sur la répartition et le développement des espèces. Selon **Dajoz (1975)**, Les données climatiques exploitées afin de caractériser le climat de la région d'étude ont été recueillies au niveau de la station météorologique de la wilaya de Batna (Ain Skhouna), qui se situe au niveau de l'aéroport à une altitude de 827 m, à 35° 43' de latitude Nord et 6° 21' de longitude Est, avec comme période d'observation celle allant de 1976 à 2014.

1.1.4.1. Températures

La température est l'un des éléments importants du climat. Elle conditionne la répartition des êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 1984**). Très souvent, ce sont les températures extrêmes plutôt que les moyennes qui jouent le rôle essentiel (**Dajoz, 1985**).

Les températures caractérisant la région d'étude, calculées sur 38 ans et au cours de la période d'étude (2013-2014) sont représentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Températures maximales (M), minimales (m) et moyennes (M+m/2) de la région de Batna durant la période de 1976 à 2014

mois	M	m	M + m /2
janvier	11,17	0,58	5,68
février	12,63	1,08	6,85
mars	15,79	3,36	9,75
avril	18,72	5,61	12,57
mai	24,34	9,69	17,59
juin	30,24	14,17	22,99
juillet	33,71	17,21	26,33
août	33,06	16,86	25,63
septembre	27,84	13,74	21,00
octobre	22,11	9,36	15,87
novembre	15,74	4,63	10,18
décembre	12,07	1,56	6,65

Station météorologique, Batna (2014)

M: moyenne mensuelle des températures maximales absolues quotidiennes.

m : moyenne mensuelle des températures minimales absolues quotidiennes.

M + m /2: moyenne mensuelle.

1.1.4.2.Pluviométrie

Les précipitations de la région de Batna calculées durant la période allant de 1976 à 2014 sont reportées ci-dessous

Tableau 2 : Moyennes mensuelles de précipitation en (mm) de la région de Batna durant la période de 1976 à 2014

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1976-2014	24,98	17,85	24,16	28,74	27,78	14,90	7,35	15,62	27,03	17,73	17,68	26,04

Station météorologique, Batna (2014)

1.1.4.3. Vents

Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Les vents les plus dominants dans la région de Batna sont de direction ouest et Sud-ouest avec des vitesses moyennes variant entre 2,9 et 3,8 m/s (Tab. 3).

Tableau 3 : Moyennes annuelles de la vitesse du vent (m/s) durant la période de 1976 à 2014

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
V	15,2	-	-	9,9	-	-	12,6	13,0	14,3	15,8	15,4	-	-	-	10,6

1.1.4.4. Synthèse climatique

1.1.4.4.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Ce diagramme ombrothermique fait intervenir les précipitations et les températures moyennes mensuelles.

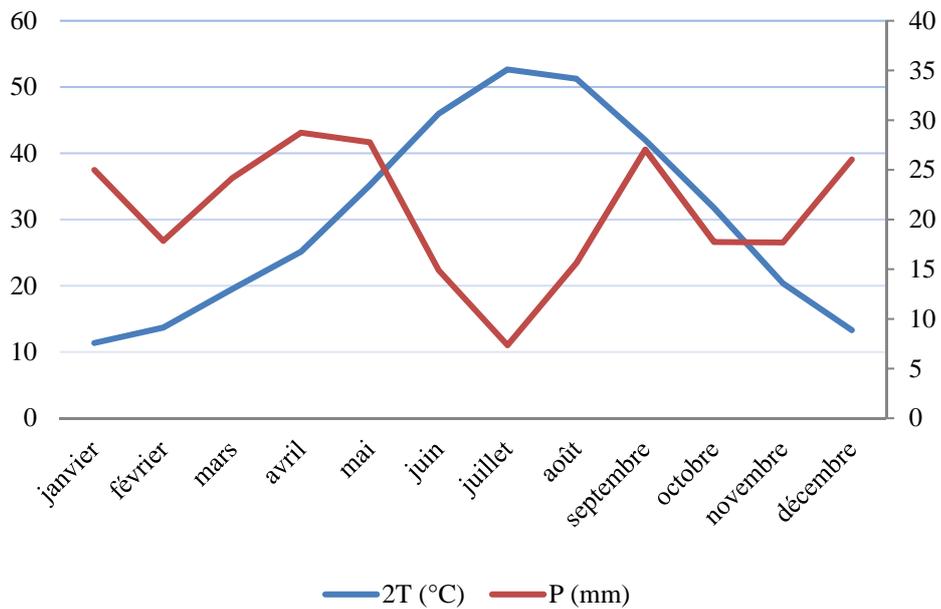


Figure 3 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Batna (1976 à 2014)

Pour Gaussen, un mois est sec si $P < 2T$, comme il apparaît clairement dans la figure 3 où nous notons que la période sèche s'étale sur 7 mois allant de Mai jusqu'à

Novembre, alors que la période humide est courte, elle débute de Décembre jusqu'à Avril (**Fig. 3**).

1.1.4.4.2. Climmagramme d'Emberger

Afin de caractériser l'étage bioclimatique de la région de Batna, nous avons calculé le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_2) sur une période de 21 ans (1976 à 2014) avec la formule de Stewart (1974) cité par **Dajoz (1985) (in Bouguenna, 2010)**.

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{M - m}$$

Où :

Q_2 : le quotient pluviométrique d'Emberger ou coefficient d'aridité.

P : Précipitations moyennes annuelles (mm) = 249.86 mm

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud = 33,71 °C

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid = 0.58 °C

La valeur $Q_2 = 25.86$ calculée pour la période allant de 1976 à 2014 et rapportée sur le diagramme d'Emberger a permis de classer notre région d'étude dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.

2. Présentation du Parc national de Belezma et de la station d'étude

2.1. Présentation du Parc national de Belezma

2.1.1. Historique et limites géographiques du parc

Le Parc national de Belezma a été créé par le décret 83-326 du 03 Novembre 1983 en vue de préserver l'écosystème contre les dégradations naturelles ou anthropiques. Son environnement recèle d'énormes potentialités naturelles en termes de paysages, d'espèces végétales et animales dont la préservation s'impose. En effet, des ressources inestimables et variées sont soumises à de fortes contraintes et donc facilement destructibles (*in Zereg, 2010*).

Le Parc national de Belezma, se situe dans la partie centrale de Djebel Boukarchouch avec une distance de 12 km au Nord de la ville de Batna, dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, occupant une aire estimée à 26250 ha de la forêt domaniale du massif (*in Khanfouci, 2005*). Le Parc national de Belezma se divise en trois secteurs soit, le secteur de Fesdis, le secteur de Hamla et le secteur de Oued El-Ma.

Les limites du parc national de Belezma s'étendent sur plusieurs communes appartenant à quatre daïra de la wilaya de Batna :

- Daïra de Batna : Communes de Fesdis, Batna et Oued Chaâba.
- Daïra de Merouana : Communes de Merouana, Oued El-Ma et Hidoussa.
- Daïra de Seriana : Commune de Seriana.
- Daïra d'El-Madher : Commune de Djerma (*in Abdessemed, 1981*).

2.1.2. Pédologie

Les travaux de **Schoenberger (1970) in Abdessemed, (1981)** montrent que les sols du territoire du parc national sont caractérisés par leur jeunesse relative, leur épaisseur ainsi que leur faible degré d'érosion, on rencontre :

- Sols bruns calcaires : se localisant sur un support de substrat marneux-calcaire au niveau des bas versants des djebels Boumerzoug et Thouggar au sein d'un spectre altitudinal de 1400 m et 1600 m.
- Sols bruns faiblement calcaires : qui se localisent essentiellement au niveau du djebel Bordjem, Chelaala et Theneit El-Gontos sur substrat gréseux, et dans un spectre altitudinal allant de 1600 m à 2000 m.
- Rendzines : ils évoluent à partir d'une altitude de 1600 m sur pentes fortes à djebel Thouggar et Tichaou, sur substrat calcaire (**Bentouati, 1993**).

2.1.3. Flore

Les principales formations sylvatiques du Belezma sont à base de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) pur ou mélangé avec le Houx (*Ilex aquifolium*) ou Chêne-vert (*Quercus ilex*). Ce dernier présente des peuplements purs ou mélangé avec le Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*) ou le Frêne épineux (*Fraxinus dimorpha*). Notons aussi la présence importante de peuplements reliques de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). (*in Leblalta, 2009*).

Le parc national de Belezma qui correspond à un chaînon montagneux marquant le début du massif des Aurès, outre sa cédraie importante, il est caractérisé par la présence d'une remarquable flore, composée de 447 espèces végétales dont 9 espèces sont endémiques, 18 espèces protégées, 14 espèces assez rares, 21 espèces rarissimes, 19 espèces rares, 62 plantes médicinales et 29 espèces fongiques (*in* **Beloula, 2008**), Ceci représente 15 % du potentiel national qui est de 3.139 espèces (**Hamchi, 2004**).

2.1.4. Faune

La faune d'après **Beloula (2008)**, plus du 1/5 des espèces protégées se trouvent présentes sur le territoire du parc, la faune mammalienne est riche de 18 espèces dont 9 sont protégées. Du grand et solitaire sanglier au furtif et fantomatique *Lynx caracal*. Des espèces aux mœurs différentes colonisent le parc comme la mangouste, la genette, la belette, le porc-épic, la hyène rayé et le chat sauvage.

Laabed (2002), note également la présence de 19 reptiles et 2 amphibiens parmi lesquels deux espèces protégées en Algérie à savoir le caméléon commun (*Chamaeleo chamaeleo*) et la tortue grecque (*Testudo greaca*) et pour la faune aviaire, le même auteur mentionne la présence de plus de 106 oiseaux dont 35 sont les espèces protégées en Algérie, sur ces 35 espèces, il existe 21 rapaces diurnes et nocturnes. Concernant les invertébrés, l'inventaire des espèces terrestres et aquatiques d'invertébrés est à peine ébauché, exception faite pour la classe des insectes qui sont au nombre de 24 recensées dont 13 sont protégées à l'échelle nationale. (**Laabed, 2002**).

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

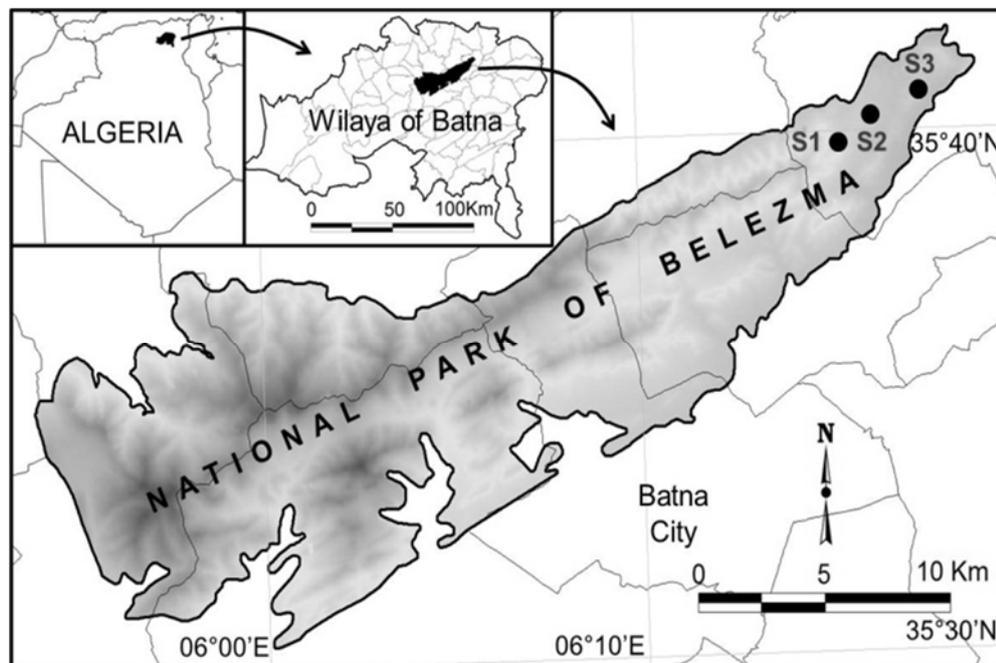
1. Présentation de la station d'étude

1.1. Situation géographique

La station d'étude de Djerma qui fait partie de l'aire protégée du parc national de Belezma appartient au secteur de Fesdis, est située dans la partie centrale du Djebel Boukarchouch avec une distance de 12 km au nord de la ville de Batna.

1.2. Choix et description des parcelles d'étude

Pour aboutir à une étude écologique plus ou moins représentative sur la faune blattoptère vivant en milieu forestier, nous avons recouru au choix de 3 parcelles localisées dans la région de Djerma, située au Nord-Est du parc national de Belezma, (Fig. 4). Le choix de ces parcelles repose sur plusieurs points, entre autre, qu'elles n'ont jamais été un terrain d'études des blattes au paravent, nous notons aussi l'hétérogénéité de leur couvert végétale. Elles présentent également une superficie suffisamment grande sans oublier pour cela leur accessibilité ainsi que leur situation sécuritaire.



● S1 : Parcelle 1 ● S2 : Parcelle 2 ● S3 : Parcelle 3

Figure 4 : Situation des parcelles d'étude

Nous présentons sur le **Tableau 4** quelques caractéristiques spécifiques de ces parcelles.

Tableau 4 : Caractérisation générale des trois parcelles d'étude

Parcelle	altitude	longitude	latitude	exposition
Parcelle 1 : (Ancien carrière de gypse) foret du <i>Pinus halepensis</i>	1011	35,68119°N	6,27772°E	Nord-ouest
Parcelle 2 : (station genévrier de phénicie) foret du <i>Juniperus phoenicea</i>	1011	35,67083°N	6,28119°E	Nord
Parcelle 3 : (car mahroug) foret du <i>Quercus ilex</i>	1016	35,66546°N	6,27614°E	Nord

➤ **Parcelle1 (ancien carrière de gypse)**

La Parcelle1 « ancien carrière de gypse » culmine à 1011m d'altitude au Nord-Ouest du Parc National de Belezma, est située sur la route nationale N°77 reliant Batna à Seriana. Le peuplement végétal est clair avec une strate arborée constituée principalement de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) issue d'un reboisement ancien, avec un recouvrement de 80%, il existe également une strate buissonnante constituée essentiellement de pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) et de filaire *Phillyrea angustifolia*. Cette parcelle présente une couche importante de litière (Fig. 5).



Figure 5 : Parcelle ancien carrière de gypse (photo originale, 2014)

➤ **Parcelle 2 :** (Parcelle genévrier de phénicie)

Elle se trouve aussi sur la route nationale N°77 reliant Batna à Seriana, a une altitude de 1011m au nord du Parc National de Belezma. Cette parcelle est constituée principalement de genévrier de phénicie (*Juniperus phoenica*) avec un recouvrement de 80%, d'olivier sauvage (*Olea europaea*) et du chêne vert (*Quercus ilex*)(**Fig. 7**).



Figure 6 : Parcelle genévrier de phénicie (photo originale, 2014)

➤ **Parcelle 3 :** (car mahroug)

Au niveau de cette parcelle, le peuplement végétal est clair avec une strate arborée constituée principalement de chêne-vert (*Quercus ilex*) d'un recouvrement de 60%, de genévrier de phénicie (*Juniperus phoenica*) et d'olivier sauvage (*Olea europaea*) (**Fig. 7**)



Figure 7: Parcelle car mahroug (photo originale, 2014)

2. Objectifs de l'étude

Notre étude est guidée par deux principaux objectifs : Le premier est de dresser un inventaire de la faune blattoptère vivant en milieu forestier ainsi qu'en milieu urbain. En effet et afin de pouvoir recenser le maximum d'espèces de blattes dans le milieu forestier, nous avons choisi trois parcelles différentes entre elles par le type du couvert végétal en essayant toutefois d'évaluer leur biodiversité et expliquer les facteurs écologiques influençant leur distribution dans leur biotope. Concernant le milieu urbain, nous avons choisi différentes stations : (maternité de Batna, boulangerie et une maison) pour recenser les principales espèces domestiques qui y existent, dans un but final, celui de faire ressortir l'espèce qui s'avère la plus dominante et ce pour des essais de lutte qui feront par la suite l'objet du deuxième objectif, portant ainsi sur l'impact des extraits d'une plante médicinale l'Euphorbe sur le taux de mortalité et sur quelques paramètres biotiques de la blatte germanique, caractérisée dans la littérature par son pouvoir très allergisant.

3. Matériels et Méthodologie de travail

Dans cette partie, nous avons essayé de diviser cette partie en trois niveaux dont le premier porte sur la présentation du matériels et la méthodologie de travail concernant l'inventaire et la biécologie des blattes en milieu forestier , le deuxième concerne seulement le recensement des blattes domestiques et en fin le troisième niveau caractérise le matériel et les test de toxicité à l'encontre de *B.germanica*.

3.1. Inventaire et étude bioécologique de la faune blattoptère en milieu forestier

3.1.1. Inventaire floristique et confection d'herbier

L'établissement d'inventaire floristique est un moyen d'étude fondamental pour la recherche scientifique, notamment pour la botanique systématique, la phytogéographie, l'écologie et la génétique. Ils permettent une connaissance approfondie de la flore qui se trouve dans les régions d'étude.

Lors de chaque sortie, nous avons récolté plusieurs exemplaires d'échantillons d'espèces végétales pour être confectionnées en herbier ultérieurement au laboratoire.

Les végétaux récoltés doivent être entiers, c'est-à-dire, possèdent le fruit, les racines et la fleur. Après avoir effectué la récolte des espèces végétales, celles-ci sont mises à sécher dans du papier journal portant chacune une étiquette où sont inscrites toutes les informations prélevées lors de la récolte : la date et le lieu.

3.1.2. Echantillonnage des Blattes

3.1.2.1. Méthode qualitative (La chasse à vue classique)

Elle consiste à capturer au niveau du sol les invertébrés directement à la main ou à la pince. (Mordji, 1989).

La collecte des individus des blattoptères a été faite par la chasse à vue dans la litière, sous les pierres, et sur les troncs des arbres. Les captures ont été conduites au cours de la période allant de Mars 2013 à Juillet 2014, avec une fréquence de prélèvement bimensuelle pendant deux heures durant la matinée. (Fig. 09)



Figure 8: Collecte des individus blattoptère (Photo originale, 2014)

3.1.2.2. Méthode quantitative : Pièges trappes (pots Barber)

Les pièges utilisés dans notre étude sont des boîtes de conserve en métal de 1 kg, de 10 cm de diamètre et de 12 cm de profondeur. Ces pots sont enfoncés dans le sol et remplis au 2/3 d'eau et d'un liquide conservateur (détergent) empêchant les invertébrés piégés de s'échapper et d'y être consommés par leurs prédateurs.

Dans chaque station, un total de neuf pots Barber ont été disposés sur une parcelle homogène de forme carrée et d'une surface de 400 m² (**Lamotte et Bourliere, 1969**). Ces pièges sont enterrés à ras du sol et alignés 3 à 3 sur 3 rangés distantes de 5 m l'une de l'autre (**Fig. 10**).



Figure 9 : Pot Barber (Photo originale, 2014)

3.1.2.3. Effet de litière sur la diversité des blattes forestières

Après détermination du site d'étude, nous avons procédé au prélèvement des échantillons de la litière sur trois forêts. Dans chaque forêt, quatre échantillons de litière ont été prélevés. Les échantillons prélevés sont mis dans des sacs hermétiques, ils seront ensuite séchés à la température de laboratoire pendant une semaine, puis utilisés pour l'étude physicochimique.

Cette analyse physicochimique de la litière a pour but de déterminer les différents caractères physicochimiques suivants :

Humidité : Les échantillons de la litière ont été séchés dans l'étuve à 105 °C pendant 24 heures, avec la mesure des poids avant et après le séchage pour obtenir le taux d'humidité et après, on le calcule par la relation suivante : Humidité (H%) = (poids d'eau/poids de terre sèche) × 100

Potentiel d'hydrogène (pH) : est déterminé par la méthode électro métrique sur une suspension formée de 5 g de litière dissous à l'aide d'un agitateur pendant 30 mn dans 25ml d'eau distillée. (Le rapport sol/eau=1/2,5), après l'agitation et avant la lecture du

résultat, il faut laisser la solution au repos durant 10 mn; La mesure du pH s'accomplit par la lecture directe sur un pH-mètre étalonné (pH mètre digital-WTW53). Il s'exprime selon une échelle de 0 à 14. Il est de valeur faibles avec pH <6.5 indiquant une acidité; la valeur >7.5 correspond à un pH basique, la valeur entre 6.5 et 7.5 indique un milieu neutre (**Clement et Francoise, 2003**).

Conductivité électrique (CE) : qui détermine la salinité totale de la litière, elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre électrique (l'appareil utilisé est la conductimètre électrique type CD6N) sur une suspension de terre formée dont le rapport litière/eau=1/5, elle est exprimée en ds/m (**Clement et Francoise, 2003**).

Matière minérale : Une quantité de poudre de tous les échantillons est incinérée au four à moufle à 455 °C pendant 4 h. Le poids de cette poudre après l'incinération représente la quantité de la matière minérale dans chaque couche de litière.

Matière organique : Une quantité de poudre est incinérée au four à moufle pendant 4 h à une température de 455 °C, la matière organique est déduite de la différence de poids avant et après incinération de cette poudre.

3.2. Echantillonnage des Blattes en milieu urbain

Dans les habitations, la boulangerie, ainsi qu'à la maternité « Mariem bouatoura-Batna- » la capture des blattes a été réalisée manuellement ou bien par des pièges en plaçant dans les coins là où les blattes sont généralement les plus abondantes. Les pièges sont, soit des bouteilles en plastique dans lesquelles nous avons met des attractifs alimentaires comme des pomme pourries, des biscuits ou des morceaux de pain, soit des cartons pliés sous lesquels les blattes vont se protéger contre la lumière (**Fig. 11**). Les pièges sont visités une fois par semaine. (**in Habbachi, 2013**)



Figure 10 : Piégeage des blattes dans le milieu urbain (Photo originale, 2014)

3.3. Identification

La détermination est une phase qui nécessite une bonne observation et beaucoup de concentration, elle se fait à l'aide d'une loupe binoculaire. À l'aide d'une pince et d'une épingle tout en variant la mise au point et suivant les différentes clés de détermination de (**Chopard, 1951**), au niveau de laboratoire d'écologie de l'Université d'Annaba sous la direction du Pr. OUKID M^{ed} Laid et Dr. HABBACHI Wafa.

3.4. Etude au laboratoire des tests de toxicité de l'Euphorbe à l'encontre de *B. germanica*

3.4.1. Technique d'élevage

Les Blattes sont placées dans des boites en plastiques portant des ouvertures grillagées sur les côtés et contenant des emballages alvéolés d'œufs servant d'abris. Les Blattes sont nourries avec des biscuits et abreuvées grâce à du coton imbibé d'eau. L'élevage est maintenu à une température de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, une humidité relative de (50-55 %) et une photopériode de 12heures. (**Appel et Tanley, 2000**).



Figure 11 : Élevage de masse de *B. germanica* (Photo originale, 2014)

3.4.2. Préparation des différents extraits

La plante *Euphorbia bupleuroides* a été collectée dans son habitat naturel entre Arris et Batna. Cette plante a été identifiée par Dr OUDJHIH : « Laboratoire de Botanique » Professeur au département d'agronomie, université de Batna.

3.4.2.1. Extraction du latex

Les échantillons latex ont été recueillis des tiges de la plante, en les pinçant par incision ,permettant ainsi le latex de s'écouler dans des tubes de verre propres puis ramenés au laboratoire et conservés dans le réfrigérateur jusqu'à utilisation. Le prélèvement du latex est réalisé durant tout le mois de septembre 2014, de préférence dans la matinée pour chaque prélèvement et à heure fixe. (**Zeneida et al, 2010 ; Julius et al, 2010**)

3.4.1.2. Extrait aqueux

Pour l'extrait aqueux, nous avons utilisé les feuilles et la tige de la plante étudiée. Qui sont préalablement lavées à l'eau distillée puis séchées séparément dans une étuve portée à 40 °C pendant 48 h à 92 h, ensuite broyées à l'aide d'un broyeur jusqu'à réduction en poudre. Une quantité de 100 g de poudre est diluée dans un litre d'eau distillée préalablement portée à ébullition, puis laissée refroidir sous agitation magnétique pendant 30 minutes. Le mélange obtenu est filtré à l'aide du papier

Whatman (3 MM). Le filtrat récupéré de chaque partie de la plante représente une solution stock initiale à 100 g par l soit 10 %. (Aouinty *et al.*, 2006)

3.4.1.3. Extrait alcoolique

Egalement pour l'extrait alcoolique, nous avons utilisé la poudre des feuilles et des tiges de la plante étudiée. Pour cela, 12,5 g de poudre de plante était trempée, dans l'obscurité, dans une solution de 12,5 ml d'eau et 50 ml du solvant éthanol. Après 24 heures, la solution a été filtrée et conservée au réfrigérateur avant utilisation. L'extrait alcoolique est utilisé pour tester son efficacité sur les larves et les adultes de *Blattella germanica*.

3.4.1.4. Extrait alcaloïdique

Après séchage, les feuilles et la tige sont broyées 100g de la poudre végétale est dégraissée à l'aide de 300ml d'éther du pétrole, Pour assurer une bonne élimination des graisses et pigments, cette dernière étape dure généralement 24 heures ensuite une filtration est réalisée. Le filtrat est jeté alors que le marc est récupéré et, est laissé séché durant environ 30mn à l'air libre pour éliminer le solvant organique. Le marc dégraissé subit une macération durant 24 heures dans 200ml d'une solution chloroformée alcalinisée par l'ajout de quelques gouttes d'ammoniaque jusqu'à pH=9. Une filtration est ensuite effectuée, le filtrat est récupéré. Afin de permettre un bon épuisement du marc et améliorer le rendement d'extraction, cette dernière opération est répétée trois fois. Le marc épuisé est jeté alors que les filtrats recueillis sont regroupés et concentrés partiellement à l'aide du Rota vaporisateur. Le concentré récupéré va subir une extraction dans 200ml de solution aqueuse d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 3%. La phase acide est ensuite alcalinisée par une solution d'ammoniaque jusqu'au pH=9. Il est procédé à une extraction liquide-liquide, dans une ampoule à décantation, après addition de 20ml de chloroforme. A cet effet l'ensemble est mélangé doucement, en agitant de haut en bas pendant quelques minutes. Après repos d'environ 30mn, deux phases sont observées, la phase aqueuse en dessus et la phase organique en dessous (Fattorusso et Taglialatela-Scafati, 2007). La phase organique (solution organique d'alcaloïdes totaux), est récupérée puis concentrée jusqu'à élimination totale du chloroforme dans un rota vaporisateur à 40°C. Le concentré ainsi obtenu, est une pate brute d'alcaloïdes (Fattorusso et Taglialatela-scafati,

2007), auquel 20ml de l'eau distillée est rajouté. Le mélange constitue le produit à tester.

3.4.3. Préparation des doses et tests de toxicité pour tous les extraits

Juste après la mue imaginale, les jeunes adultes est isolés et regroupés par 20 individus entre mâles et femelles dans des boîtes en plastique contenant une croquette pour chien (aliment) et un tube d'eau additionné de diverses concentrations de différents extraits. (Habbachi, 2013)

Notre étude toxicologique a été menée chez *B. germanica* afin de mettre en évidence l'efficacité de l'extrait aqueux, l'extrait alcoolique, latex et l'extrait alcaloïdique et de définir les temps létaux (TL50, TL90) pour chaque extrait. L'essai est conduit en utilisant les différentes doses et concentrations pour chacune des doses, il est effectué trois répétitions comportant chacune 20 individus. Par ailleurs, une série témoin est conduite en parallèle pour chaque répétition. En effet 5 dilutions de chaque extrait (0%, 25%, 50%, 75% et 100%) ont été préparées en ajoutant de l'eau distillée selon le protocole de Singh (2012).

0 ml. (Témoin), contient seulement de l'eau distillée.

25 ml de l'extrait et 75 ml d'eau distillée utilisée à 25%;

50 ml de l'extrait et 50 ml d'eau distillée utilisée à 50%;

75 ml de l'extrait et 25 ml d'eau distillée utilisée à 75%;

100 ml de l'extrait et 0 ml d'eau distillée utilisée à 100%.

La mortalité des individus est enregistrée à différents intervalles de temps 7, 14, 21 et 28 jours après traitement pour les adultes (mâles et femelles) et 7, 14, 21 pour les larves. (Zurek *et al.*, 2002).

3.4.4. Effet des différents extraits d'Euphorbe sur quelques paramètres biotiques de *B. germanica*

3.4.4.1. Effet sur la fécondité et la fertilité

Pour l'étude de l'efficacité de différents extraits de *Euphorbia bupleuroides* sur la fécondité des femelles de *Blattella germanica*, 20 couples, sont introduits dans des boîtes en plastique, contenant une croquette pour chien (aliment) et un tube d'eau additionné de 25% et 50% de l'extrait à tester.

Pour tester l'effet des extraits sur la fécondité de *Blattella germanica*, nous dénombrons les œufs pondus par femelles et celle éclos comparant au témoin (trois répétitions sont réalisées) (*in Bouchikhi, 2010*), ainsi que le nombre des larves de premier stade larvaire.

3.4.4.2. Effet sur le gain pondéral

Trois répétitions constituées chacune de 10 insectes aussi bien pour les males que pour les femelles ont été utilisées pour chacune des concentrations 25% et 50%. Le poids est noté au début puis à la fin de l'expérimentation. (*Abdellaoui et al., 2009*)

4. Exploitation des résultats

4.1. Indices écologiques utilisés

4.1.1. Indices de structure et d'organisation des populations et des peuplements

4.1.1.1. Fréquence centésimale (Abondance relative)

La fréquence centésimale est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N toutes espèces confondus (*Dajoz, 1971*).

La formule est donnée comme suit :

$$F\% = \frac{N_i \times 100}{N}$$

N_i : Nombre des individus d'une espèce.

N : Nombre total des individus toutes espèces confondues.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce. On admet qu'une espèce est abondante quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieure à 2.

4.1.1.2. Constance

La constance est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total de relevés (**Dajoz, 1985**).

La constance est calculée par la formule suivante:

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

P_i : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur C, on distingue les catégories suivantes:

- Des espèces constantes Si $C \geq 50 \%$
- Des espèces accessoires Si $25 \% \leq C \leq 49 \%$.
- Des espèces accidentelles Si $10 \% \leq C \leq 24 \%$.
- Des espèces très accidentelles que nous qualifierons de sporadiques dont la constance $C \leq 10 \%$.

4.1.1.3. Densité

La densité d'une espèce est le nombre d'individus de l'espèce par unité de surface (ou de volume)

(**Dajoz, 1985**).

La densité est calculée par la formule suivante :

$$D = \frac{N}{P}$$

D : Densité de l'espèce

N : Nombre total d'individus d'une espèce récoltée sur la surface considérée.

P : Nombre total de prélèvements effectués dans le peuplement considéré.

4.1.2. Indices de diversités

4.1.2.1. Richesse spécifique totale

La richesse spécifique totale (S) est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. L'adéquation de ce paramètre à la richesse réelle est bien entendu d'autant meilleure que le nombre de relevés est plus grand (Blondel, 1979 ; Magurran, 2004).

4.1.2.2. Indice de diversité de SHANNON

Cet indice permettant de mesurer la biodiversité et de quantifier son hétérogénéité dans un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps (Peet, 1974). Il s'exprime en bits/ind.

Il est calculé comme suit:

$$H' = \sum P_i \text{Log}_2 P_i \quad (P_i : \text{Fréquence relative des espèces}). \text{ (Pielou, 1975).}$$

4.1.2.3. Indice d'équirépartition des populations

L'indice d'équitabilité ou d'équirépartition (E) est le rapport entre la diversité calculée H' et la diversité théorique $H' \max$ qui est représenté par \log_2 de la richesse totale (S) (Blondel, 1979 ; Magurran, 2004).

Il est calculé par la formule suivante:

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

$$H' = \text{Log}_2 S$$

$H' \max$: Diversité totale.

(Weesi et Belemsobgo, 1997)

D'après Rebzani (1992) cet indice nous renseigne sur l'état d'équilibre du peuplement selon lequel cinq classes ont été établies:

$E > 0,80$: peuplement en équilibre.

$0,80 > E > 0,65$: peuplement en léger déséquilibre.

$0,65 > E > 0,50$: peuplement en déséquilibre.

$0,50 > E > 0$: peuplement en déséquilibre fort.

$E = 0$: peuplement inexistant.

De plus une valeur de E proche de 1 signifie que l'espace écologique est plein.

Le milieu apporte les conditions nécessaires au bon développement des espèces. Il n'y a pas d'espèces prédominantes, la compétition alimentaire est équilibrée. Une valeur proche de 0 indique un déséquilibre dans la distribution taxonomique. Le milieu est plus favorable au développement de certaines espèces pouvant être préjudiciables à d'autres.

4.2. Méthodes statistiques

4.2.1. Analyse factorielle de correspondance (AFC)

C'est une analyse multivariable qui permet de procéder à une interprétation d'observations ne comportant à priori aucune distinction, ni entre variables ni entre individus (**Legendre et Legendre, 1998 ; Saporta, 2006 in Alioua, 2012**). Elle a pour but de révéler les interrelations entre caractères et de proposer une structure de la population. L'A.F.C, s'utilise avec des variables qualitatives qui possèdent à deux ou plus de deux modalités. Elle offre une visualisation en deux dimensions des tableaux de contingence.

4.2.2. Analyse de la variance MANOVA

Afin de tester les différences dans la dynamique des populations de chaque stade phénologique, jeunes larves (YL), larves âgées (AL), adultes (AD) des blattes identifiées entre les forêts de l'échantillon et les mois de l'étude, nous avons effectué une analyse de la variance (MANOVA) pour chaque espèce en utilisant le code (`manova (cbind (YL, AL, AD) ~ forêts * mois)`) dans le logiciel statistique R (équipe de développement code R, 2014). Parce que nous avons plusieurs variables dépendantes (nombre de stades phénologiques de chaque espèce) et d'éviter

l'exécution d'un grand nombre d'analyses de variance indépendants ; nous avons utilisé le MANOVA qui contrôle pour cette tests multiples et de la non-indépendance entre chaque analyse de variance (parce qu'ils partagent variables indépendantes communes).

4.2.3. Test de Shapiro-Wilk

Pour les paramètres de la litière, la normalité des données a été évaluée par le test de Shapiro-Wilk avant d'effectuer les analyses de la variance ou les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis pour examiner les différences de ces paramètres entre les trois types de forêts étudiés. Chaque test a été suivi par le test post hoc de Tukey pour distinguer les groupes homogènes des forêts. Ces tests ont été performés sous le logiciel statistique R (R DevelopmentCore Team, 2014) en utilisant les fonctions `shapiro.test`, `aov`, `kruskal.test` et `Tukey HSD`, respectivement.

4.2.4. Analyse canonique des correspondances (ACC)

L'analyse canonique des correspondances (ACC) a été appliquée pour faire ressortir d'éventuelles corrélations entre la distribution des espèces de blattes recensées et les paramètres de la litière pour caractériser l'habitat des espèces.

4.2.5. Analyse probit

Avant d'évaluer la toxicité des différents types d'extraits par une analyse de survie/ fiabilité (Analyse probit), nous avons corrigé la mortalité observée selon la formule **d'Abbott (1925)** ci-dessous, afin d'éliminer la mortalité naturelle. La mortalité des individus est enregistrée à différents intervalles de temps 7, 14, 21 et 28 jours après traitement.

$$M_c = \frac{M_0 - M_e}{100 - M_e} \times 100$$

Où :

M_0 = mortalité enregistrée dans les lots traités (%)

M_e = mortalité enregistrée chez le témoin (%)

M_c = mortalité corrigée (%)

L'analyse des probits, réalisée sur les données corrigées, permet d'obtenir les temps létaux (TL), en utilisant le logiciel MINITAB « version 14.1. (X, 2003) »

Chapitre 4

Résultats

Chapitre 4 : Résultats

1. Inventaire et Etude bioécologique des Blattes forestières

1.1. Inventaire floristique des stations d'étude

Pour avoir une idée sur la végétation dans notre milieu d'étude, un herbier a été réalisé au printemps de l'année 2014, les espèces végétales recensées et qui ont été identifiées par Monsieur le professeur **OUDJHIB B** (Département d'agronomie), sont reportées ci-dessous (**Tab. 5**) pour chaque station d'étude.

Tableau 5 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les parcelles d'étude

Famille	Espec	<i>Pinus halpensis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>
Papaveraceae	<i>Papaver hybridum</i>	+	-	+
	<i>Glaucium corniculatum</i>	+	+	+
Poaceae	<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	+	-	-
	<i>Stipa tenacissima</i>	+	+	-
	<i>Trisetaria flavescens</i>	+	+	-
	<i>Dactylis glomerata</i>	+	-	-
	<i>Echinaria capitata</i>	+	-	-
	<i>Bromus rubens</i>	+	+	-
	<i>Poa bulbosa</i>	+	+	-
Cistaceae	<i>Helianthemum kahiricum</i>	+	-	
	<i>Helianthemum origanifolium</i>	+	+	+
	<i>Cistus sericeus</i>	+		-
	<i>Helianthemum apenninum</i>	-	+	-
	<i>Cistus monspeliensis</i>	-	+	-
	<i>Helianthemum hirtum</i>	-	-	+
	<i>Helianthemum salicifolium</i>	-	-	+
	<i>Helianthemum vesicarium</i>	-	-	+
Lamiaceae	<i>Thymus vulgaris</i>	+	+	-
	<i>Teucrium polium</i>	+	+	-
	<i>Teucrium pseudochamaepitys</i>	+	-	-
	<i>Teucrium polium geyrii</i>	+	-	-
	<i>Rosmarinus tournefortii</i>	+	-	-
	<i>Prasium majus</i>	+	-	-
	<i>Teucrium sp.</i>	-	+	-

Tableau 5 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les parcelles d'étude

Famille	Espec	<i>Pinus halpensis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>
Lamiaceae	<i>Ballota foetida</i>	-	+	-
	<i>Lamium longiflorum</i>	-	+	-
	<i>Lamum sp.</i>	-	+	-
	<i>Ajuga chamaepitys</i>	-	-	+
	<i>Salvia verbenaca</i>	-	-	+
	<i>Rosmarinus tournefortii</i>	-	-	+
	<i>Thymus algeriensis</i>	-	-	+
Brassicaceae	<i>Iberis odorata</i>	+	+	-
	<i>Matthiola livida</i>	+	-	-
	<i>Eruca vesicaria</i>	+	-	-
	<i>Diploaxis virgata</i>	+	-	-
	<i>Matthiol livida</i>	-	+	-
Fabaceae	<i>Erinacea anthyllis</i>	+	-	-
	<i>Coronilla repanda</i>	+	-	-
	<i>Coronilla scorpioides</i>	+	+	+
	<i>Ononis pusilla</i>	+	+	-
	<i>Genista microcephala</i>	+	-	+
	<i>Calicotome spinosa</i>	+	+	-
	<i>Astragalus armatus</i>	+	+	-
	<i>Hedysarum humile</i>	+	-	-
	<i>Medicago minima</i>	+	+	-
	<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	+	+	-
	<i>Lotus corniculatus</i>	+	-	-
	<i>Genista acanthoclada</i>	-	+	-
	<i>Anthyllis vulneraria</i>	-	+	-
	<i>Trifolium ochaoleucum</i>	-	+	-
	<i>Hippocrepis scabra</i>	-	-	+
	<i>Medicago arabica</i>	-	-	+
	<i>Medicago sp</i>	-	-	+
	<i>Ononis sp</i>	-	-	+
	<i>Ornithopus compressus</i>	-	-	+
	<i>Trifolium striatum</i>	-	-	+
<i>Scorpiurus muricatus</i>	-	-	+	
Glubulariaceae	<i>Globularia alypum</i>	+	-	-

Tableau 5 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les parcelles d'étude

Famille	Especie	<i>Pinus halpensis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>
Composeae	<i>Hyoseris scabra</i>	-	+	-
	<i>Crepis vesicaria</i>	-	+	-
	<i>Micropus bombycinus</i>	-	+	-
	<i>Pallenis spinosa</i>	-	+	-
	<i>Anthemis nobilis</i>	-	+	-
	<i>Leontodon saxatilis</i>	-	+	-
	<i>Scorzonera undulata</i>	-	+	-
	<i>Atractylis cancellata</i>	-	+	-
	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	-	+	-
	<i>Inula montana</i>	-	+	-
Caryophyllaceae	<i>Silene muscipula</i>	+	-	-
	<i>Paronychia capitata chlorothyrsa</i>	+	+	-
	<i>Spergularia marginata</i>	+	-	-
	<i>Spergula arvensis</i>	-	-	+
	<i>Paronychia arabica</i>	-	-	+
	<i>Paronychia argentea</i>	-	-	+
	<i>Silene gallica</i>	-	-	+
	<i>Silene nocturna</i>	-	-	+
	<i>Silene colorata</i>	-	-	+
	<i>Minuartia montana</i>	+	-	-
Euphorbiaceae	<i>euphorbia cuneifolia</i>	+	+	+
Liliaceae	<i>Asparagus stipularis</i>	+	-	-
Oleaceae	<i>Phillyrea angustifolia</i>	+	-	-
	<i>Olea europaea</i>	+	+	-
Cupressaceae	<i>Juniperus phoenicea</i>	+	+	-
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	+	+	-
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i>	+	+	+
Resedaceae	<i>Reseda phyteuma</i>	+	+	-
	<i>Reseda duriaena</i>	+	-	-
Crassulaceae	<i>Sedum sediforme</i>	-	+	-
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	-	+	-
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	-	+	-
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	-	+	-
Scophylariaceae	<i>Linaria sp.</i>	-	+	-

Tableau 5 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les parcelles d'étude

Famille	Espece	<i>Pinus halpensis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>
Apiaceae	<i>Bupleurum atlanticum</i>	+	-	-
	<i>Thapsia garganica</i>	+	-	-
	<i>Eryngium campestre</i>	-	-	+
	<i>Brachyapium pomelianum</i>	+	-	-
Astraceae	<i>Atractylis humilis</i>	+	-	+
	<i>Carthamus multifidus</i>	+	-	-
	<i>Leuzea conifera</i>	+	-	-
	<i>Centaurea parviflora</i>	+	-	-
	<i>Micropus bombycinus</i>	+	-	+
	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	+	-	-
	<i>Artemisia herba-alba</i>	+	-	-
	<i>Picris cupuligera</i>	+	-	-
	<i>Leontodon saxatilis</i>	+	-	+
	<i>Atractylis cancellata</i>	+	-	+
	<i>Scorzonera undulata</i>	+	-	+
	<i>Sonchus arvensis</i>	+	-	-
	<i>Pallenis spinosa</i>	+	-	-
	<i>Anacyclus radiatus</i>	-	-	+
	<i>Calendula arvensis</i>	-	-	+
	<i>Carduncellus pinnatus</i>	-	-	+
	<i>Catananche lutea</i>	-	-	+
	<i>Picris aculeata</i>	-	-	+
	<i>Senecio gallicus</i>	-	-	+
Rubiaceae	<i>Galium brunnaeum</i>	+	-	-
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea nitida</i>	+	-	-
Linaceae	<i>Linum tenuifolium</i>	+	-	-
	<i>Linum tenue</i>	+	-	+
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i>	+	-	-
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	+	-	+
Hyacinthaceae	<i>Muscari comosum</i>	+	-	+
Boraginaceae	<i>Lithospermum apulum</i>	+	-	-
	<i>Megastoma pusillum</i>	-	-	+
Polygalaceae	<i>Polygala rupestris</i>	+	+	-
Rafflesiaceae	<i>Cytinus hypocistis</i>	+	-	-

Tableau 5 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées dans les parcelles d'étude

Famille	Espec	<i>Pinus halpensis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i>	-	-	+
	<i>Plantago psyllium</i>	-	-	+
	<i>Plantago sp</i>	-	-	+
Asparagaceae	<i>Muscari parviflorum</i>	-	-	+
	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	-	+	+
Geraniaceae	<i>Erodium gruinum</i>	-	-	+

+ : Présence

- : Absence

Notre milieu d'étude est caractérisé par une richesse floristique englobant au total 34 familles et 132 espèces inventoriées. La station du pin d'Alep se montre la mieux représentée (73 espèces) suivit respectivement par les stations de genévrier (49 espèces) et du chêne vert (49 espèces) (**Tab. 05**).

1.2. Inventaire de la faune blattoptère en milieu forestier :

Les captures réalisées sur une période de 17 mois durant la période allant de mars 2013 à juillet 2014 a abouti à une récolte de 1885 individus appartenant à l'ordre des Dictyoptères dont 433 adultes et 1326 juvéniles composés de 525 jeunes larves et 801 larves âgées ainsi que 128 oothèques (**Tab. 6**). Tous les individus récoltés appartiennent à la famille des Ectobiinae avec trois genres différents : *Loboptera*, *Dziriblatia*, *Phyllodromica* et six espèces qui sont *Loboptera angulata*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincticollis* et *Phyllodromica trivittata*. Le genre de *Phyllodromica* représente le genre le plus diversifié dans notre milieu d'étude avec quatre espèces.

- **Liste systématique des espèces de blattes inventoriées dans le parc national de Belezma**

- ✓ **Loboptera**

Loboptera angulata

- ✓ **Dziriblatia**

Dziriblatia stenoptera

✓ **Phyllodromica***Phyllodromica subaptera**Phyllodromica zebra**Phyllodromica cincticollis**Phyllodromica trivittata*

Tableau 6 : Répartition du nombre d'individus capturés d'espèces de blattes selon leurs stades phénologiques dans les différents types de forêts du Parc National de Belezma

Espèces de blattes	Stade	Forêts étudiées			Total	
		phénologique	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>		<i>Quercus ilex</i>
<i>Loboptera angulata</i>	Jeune larve		62	62	70	194
	Larve âgée		69	91	109	269
	Adulte		36	3	52	91
	Total		167	156	231	554
<i>Dziriblatta stenoptera</i>	Jeune larve		98	22	36	156
	Larve âgée		246	56	58	360
	Adulte		151	6	4	161
	Total		495	84	98	677
<i>Phyllodromica subaptera</i>	Jeune larve		12	–	12	24
	Larve âgée		29	–	15	44
	Adulte		7	–	8	15
	Total		48	–	35	83
<i>Phyllodromica zebra</i>	Jeune larve		0	–	0	0
	Larve âgée		7	–	13	20
	Adulte		7	–	6	13
	Total		14	–	19	33
<i>Phyllodromica cincticollis</i>	Jeune larve		10	–	–	10
	Larve âgée		42	–	–	42
	Adulte		54	–	–	54
	Total		106	–	–	106
<i>Phyllodromica trivittata</i>	Jeune larve		56	23	62	141
	Larve âgée		29	11	26	66
	Adulte		74	6	19	99
	Total		159	40	107	306
Toutes les espèces	Jeune larve		238	107	180	525
	Larve âgée		422	158	221	801
	Adulte		327	15	89	433
	Total		987	280	490	1759

Nous notons que la station du pin d'Alep est la mieux représentée en nombre d'espèces (6 espèces) et d'individus (987 individus).

1.3. Sex ratio des blattes adultes

Sur les 285 femelles et 146 mâles composant les captures totales dans le PNB, le sex-ratio (M/ F) est de 33,87%. Cette valeur est significativement différente de la valeur théorique 50% (Chi² test: $\chi^2 = 52,5$; $P < 0,001$). Ce qui signifie que le nombre de mâles est significativement inférieur au nombre de femelles. Le même résultat est observé pour toutes les valeurs du sex-ratio des espèces de blattes que ce soit dans les trois forêts étudiées ou pour le PNB en général, sauf pour *Phyllodromica cincitcollis* où il y a équilibre entre le nombre de mâles et celui des femelles (sex-ratio = 50%). Il est à noter que les femelles des blattes dominant plus les mâles dans la forêt du *J. phoenicea* (sex-ratio = 6,67%). Aussi, les valeurs de la sex-ratio étaient plus faibles chez *Phyllodromica subaptera* et *Dziriblatia stenoptera* avec 24,84% et 6,67%, respectivement. Alors que les mâles de *Phyllodromica zebra* étaient complètement.

Tableau 7 : Variation du nombre de mâles et de femelles et valeurs du sex-ratio (M/F) des espèces de blattes capturées dans différentes forêts du Parc National de Belezma (Nord-est Algérie)

Espèces de blattes	Sex	Forêts étudiées				test Chi ²	
		<i>P. halepensis</i>	<i>J. phoenicea</i>	<i>Q. ilex</i>	Total	χ^2	<i>P</i>
<i>Loboptera angulata</i>	Female	22	2	30	54		
	Male	14	1	22	37		
	Sex ratio (M:F)	38,89	33,33	42,31	40,66	11,0	0,012
<i>Dziriblatia stenoptera</i>	Female	111	6	4	121		
	Male	40	0	0	40		
	Sex ratio (M:F)	26,49	0	0	24,84	123,7	<0,001
<i>Phyllodromica subaptera</i>	Female	7	–	7	14		
	Male	0	–	1	1		
	Sex ratio (M:F)	0,00	–	12,50	6,67	115,7	<0,001

Tableau 7 : Variation du nombre de mâles et de femelles et valeurs du sex-ratio (M/F) des espèces de blattes capturées dans différentes forêts du Parc National de Belezma (Nord-est Algérie)

Espèces de blattes	Sex	Forêts étudiées				test Chi ²	
		<i>P. halepensis</i>	<i>J. phoenicea</i>	<i>Q. ilex</i>	Total	χ^2	P
<i>Phyllodromica zebra</i>	Female	7	–	6	13		
	Male	0	–	0	0		
	Sex ratio (M:F)	0	–	0	0	150,0	<0,001
<i>Phyllodromica cincticollis</i>	Female	26	–	–	26		
	Male	26	–	–	26		
	Sex ratio (M:F)	50,00	–	–	50,00	0,0	1,000
<i>Phyllodromica trivittata</i>	Female	39	6	12	57		
	Male	35	0	7	42		
	Sex ratio (M:F)	47,30	0,00	36,84	42,42	54,8	<0,001
Toutes les espèces	Female	212	14	59	285		
	Male	115	1	30	146		
	Sex ratio (M:F)	35,17	6,67	33,71	33,87	52,5	<0,001

1.4. Dynamique spatiotemporel des populations de blattoptères

L'augmentation des nombres des blattes dans les forêts du PNB commence dès les mois de janvier–février pour les quatre espèces *L. angulata*, *D. stenoptera*, *P. zebra* et *P. subaptera*. Pour ces espèces et dans les trois types de forêts étudiées, les relevés effectués durant les mois d'avril–mai révèlent une forte présence des individus blattoptères par rapport aux autres mois, marquant ainsi le pique de la génération printanière qui prend départ du mois de mars et se termine en juin. Un abaissement nette des effectifs a été observé en période estivale (juin–août) jusqu'à début de l'automne (septembre), à partir duquel nous assistons à une deuxième hausse du nombre d'individus qui correspond à la deuxième génération automnale mais celle-ci est caractérisée par des densités moins importantes que la première génération (**Fig. 12**). La dynamique mensuelle des populations de *Phyllodromica cincticollis* dans la forêt à Pin d'Alep démontre l'existence d'une seule génération annuelle. Elle concorde avec le printemps et dure pratiquement quatre mois (mars–juin). Chez

Phyllodromica trivittata, la première génération printano-estivale qui commence en avril dans *Pinus halepensis* et *Quercus ilex* et en mai dans *Juniperus phoenicea* est en chevauchement avec la deuxième génération estivo-automnale qui va jusqu'à novembre. La dynamique mensuelle des populations des blattes indique des effectifs plus élevés dans le pin d'Alep par rapport aux deux autres forêts, sauf pour *Loboptera angulata* qui était plus abondante en forêt de chêne vert.

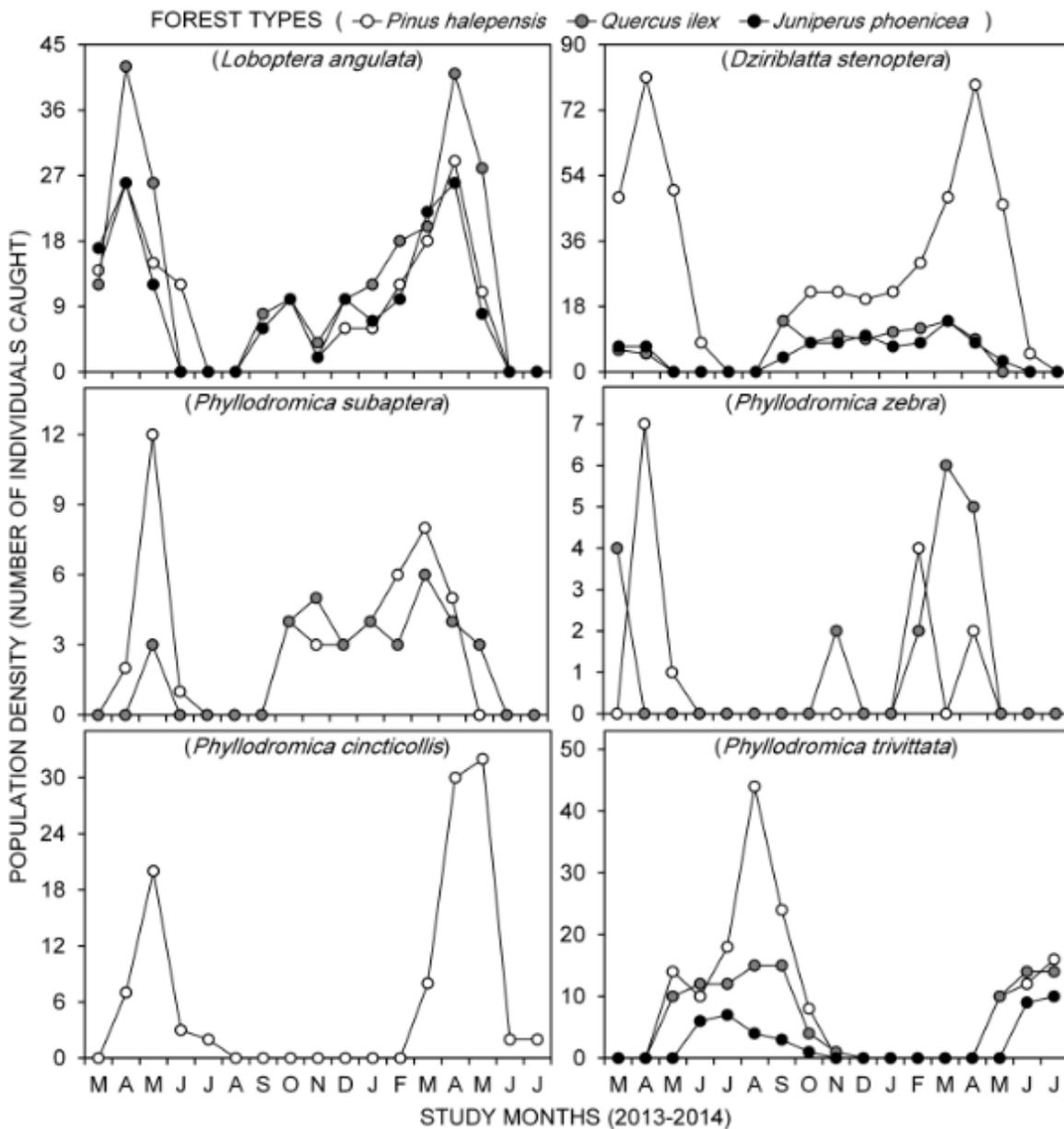


Figure 12. Évolution mensuelle des effectifs des espèces de blattoptères récoltées entre mars 2013 et juillet 2014 dans différents types de forêts du Parc National de Belezma.

Pour mieux expliquer la dynamique des blattes inventoriées dans nos trois stations forestières, une analyse statistique a été réalisée (**Tab. 8**).

Tableau 8: Analyse de variance multivariée (MANOVA)

Espèces de blattes	Variation	Df	Pillai	Approx. F	Num . Df	Den. Df	P
<i>Loboptera angulata</i>	Forêts	2	1,26	7,95	6	28	<0,001 ***
	Mois	11	2,33	4,70	33	45	<0,001 ***
	Forêts × Mois	22	2,15	1,72	66	45	0,027 *
	Residu	15					
<i>Dziriblatia stenoptera</i>	Forêts	2	1,42	11,52	6	28	<0,001 ***
	Mois	11	2,90	37,63	33	45	<0,001 ***
	Forêts × Mois	22	2,77	8,29	66	45	<0,001 ***
	Residu	15					
<i>Phyllodromica subaptera</i>	Forêts	1	0,21	0,70	3	8	0,576
	Mois	11	2,13	2,21	33	30	0,015 *
	Forêts × Mois	11	1,36	0,76	33	30	0,783
	Residu	10					
<i>Phyllodromica zebra</i>	Forêts	1	0,10	0,96	3	25	0,428
	Mois	11	0,76	0,84	33	81	0,713
	Forêts × Mois	11	0,41	0,39	33	81	0,998
	Residu	27					
<i>Phyllodromica cincticollis</i>	Mois	11	2,06	0,99	33	15	0,528
	Residu	5					
<i>Phyllodromica trivittata</i>	Forêts	2	1,82	46,63	6	28	<0,001 ***
	Mois	11	2,92	49,08	33	45	<0,001 ***
	Forêts × Mois	22	2,70	6,03	66	45	<0,001 ***
	Residu	15					

La variation du nombre d'individus capturés de chaque stade phénologique selon les types de forêts et les mois d'étude diffère d'une espèce à l'autre. Chez les trois espèces *L. angulata*, *D. stenoptera* et *P. trivittata*, la dynamique des populations des stades phénologiques Jeune larve, Larve âgée, Adulte diffère significativement entre les trois types de forêts, les mois d'étude et leur interaction « Forêts – Mois ». Seul l'effet des mois était significatif chez les stades phénologiques de *P. subaptera*, alors que le nombre des captures ne varie pas selon les deux facteurs pour *P. zebra* et *P. cincticollis* (**Tab. 8**)

1.5. Structure et organisation des peuplements de blattes

Pour mieux caractériser la structure et l'organisation écologique des blattes recensées dans notre milieu d'étude, des indices de structure (constance, fréquence centésimale et la densité) ont été utilisés (**Tab. 9**).

Tableau 9 : Constance (C%), fréquence relative (F%) et densité (D) des espèces blattoptères capturées dans les différents types de forêts du Parc National de Belezma

Espèces de blattes	Forêts étudiées								
	<i>Pinus halepensis</i>			<i>Juniperus phoenicea</i>			<i>Quercus ilex</i>		
	C%	F%	D	C%	F%	D	C%	F%	D
<i>Loboptera angulata</i>	76,47	16,94	9,82	70,59	55,71	9,18	70,59	47,14	13,59
<i>Dziriblatia stenoptera</i>	82,35	50,20	29,12	64,71	30,00	4,94	58,82	20,00	5,76
<i>Phyllodromica subaptera</i>	58,82	4,87	2,82	–	–	–	52,94	7,14	2,06
<i>Phyllodromica zebra</i>	23,53	1,42	0,82	–	–	–	29,41	3,88	1,12
<i>Phyllodromica cincticollis</i>	52,94	10,75	6,24	–	–	–	–	–	–
<i>Phyllodromica trivittata</i>	52,94	15,82	9,18	41,18	14,29	2,35	58,82	21,84	6,29

Dans la forêt *P. halepensis*, cinq espèces sont constantes (occurrence > 50%) dont *D. stenoptera* présente la fréquence la plus élevée (C% = 82,35%) et *P. zebra* reste comme une espèce accidentelle (C% = 23,53%). La forêt *J. phoenicea* présente une fréquence plus élevée chez *L. angulata* (C% = 70,59%) et une faible fréquence chez *P. trivittata* (C% = 41,18%). De même dans la forêt *Q. ilex*, l'espèce la plus constante dans le temps est *L. angulata* (C% = 70,59%). Finalement, nous constatons que dans les trois forêts, plus de 80% des espèces sont constantes (**Tab. 9**). En ce qui concerne les résultats de fréquence relative (F%) et la densité (D), il ressort que l'espèce la plus abondante dans la forêt à *P. halepensis* est *D. stenoptera* avec F% = 50,20% et une densité très importante (D = 29,12 individus par relevé). *L. angulata* était l'espèce la plus abondante dans les deux autres forêts avec une abondance relative de 55,71% dans *J. phoenicea* et 47,14% dans *Q. ilex*. De même la densité de cette espèce était très importante dans ces deux forêts avec respectivement

9,18 et 13,59 individus par relevé. Notons enfin que les espèces *L. angulata* et *D. stenoptera* sont les espèces les plus dominantes dans les trois forêts étudiées.

1.6. Indices de biodiversité

Pour évaluer la biodiversité des blattes recensées, pour notre cas, nous avons utilisé l'indice de diversité de Shannon Weaver et l'équitable dont les résultats sont reportés ci-dessus (**Fig. 13**).

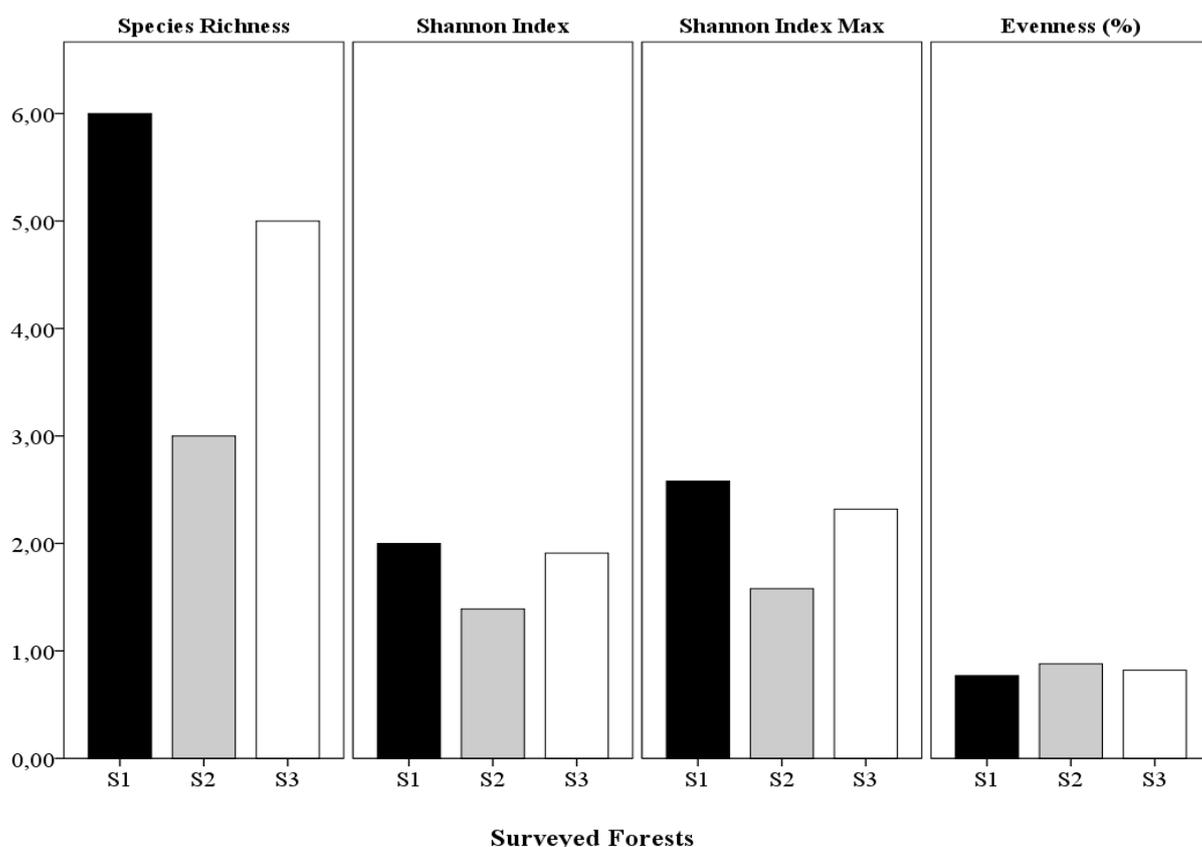


Figure 13. Paramètres de diversité des espèces de blattes capturées dans les différents types de forêts (S1 : *Pinus halepensis*, S2 : *Juniperus phoenicea*, S3 : *Quercus ilex*) du Parc National de Belezma.

La pinède était la forêt la plus diversifiée en termes d'espèces avec la présence de six espèces, puis vient la forêt du chêne vert avec cinq espèces de blattes (**Figure 13**). La biodiversité, estimée à l'aide de l'indice de Shannon, était plus élevée au niveau de la forêt *P. halepensis* avec une valeur de 2,00 bits dont le maximum égale à 2,58 bits correspondant à six espèces. La diversité dans *Q. ilex* est assez

proche de celle de la forêt précédente ($H = 1,91$, $H_{max} = 2,32$). Tandis que *J. phoenicea* a démontré les valeurs les plus faibles de biodiversité ($S = 3$, $H = 1,39$, $H_{max} = 1,58$). Toutefois, cette forêt a révélé la valeur la plus élevée de l'équitabilité avec 88%, alors que cette dernière n'était que de 77% dans *P. halepensis*. En revanche, les valeurs de l'équitabilité étant supérieur à 77% indiquent que tous les peuplements des trois forêts sont bien équilibrés

1.7. Analyse factorielle de correspondance (AFC)

Pour mieux expliquer la répartition des blattes dans les trois parcelles forestières, nous avons utilisé une AFC (**Fig. 14**), dont l'axe factoriel 1 présente un pourcentage de 88,23 % faisant ressortir un groupe sur la partie positive qui comporte seulement la parcelle 1. Le deuxième groupe est négatif, il rassemble les parcelles 2 et 3.

L'ordination des parcelles sur l'axe factoriel 2 qui présente un pourcentage de 11,77 % regroupe dans sa partie positive la parcelle 2 alors que La parcelle 3 est située dans sa partie négative.

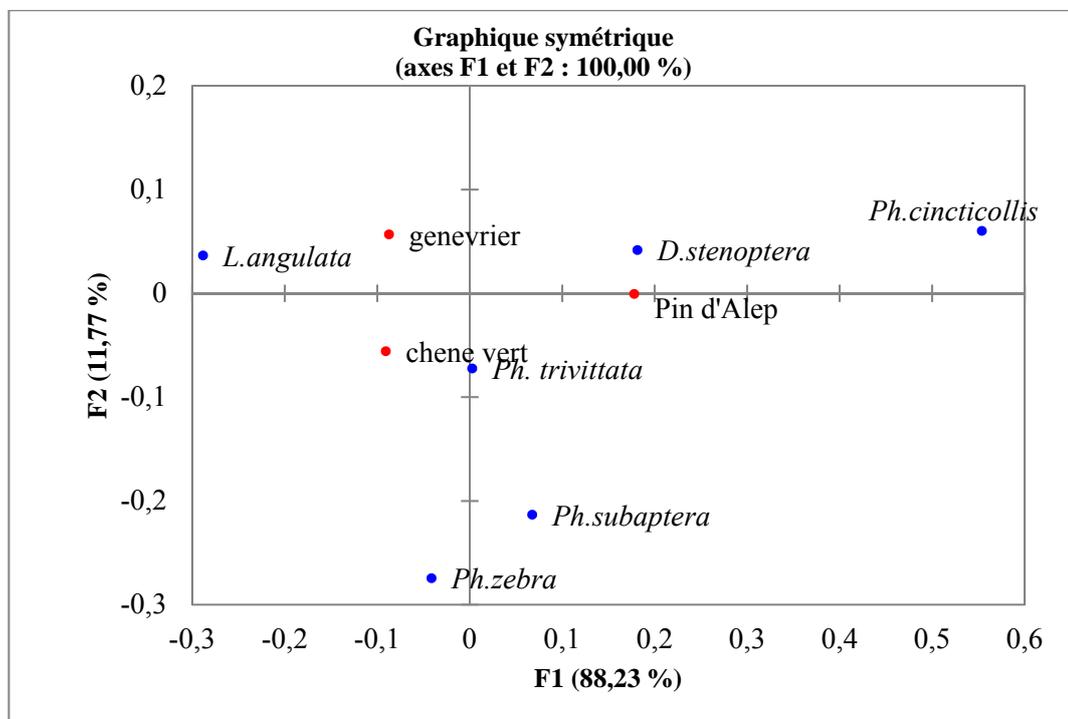


Figure 14 .Ordination des parcelles et des espèces récoltées selon le plan de l'analyse factorielle de correspondance (AFC)

L'axe 1 est défini par la différence d'abondance des *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica trivittata*, *Phyllodromica subaptera* et de *Phyllodromica cincicollis* d'une part (côté positif) et de *Phyllodromica Zebra* et *Loboptera angulata* (côté négatif).

1.8. Influence des paramètres de litière sur la répartition des blattes

Pour mieux expliquer la répartition des Blattes dans leur biotope et avoir une idée sur l'influence des paramètres de la litière sur ces blattes, nous avons complété notre étude par une analyse physico-chimique de cet habitat naturel dont les résultats sont traités ci-dessous (Fig. 15 et Fig. 16).

1.8.1. Variation des paramètres physicochimiques de la litière dans les trois forêts

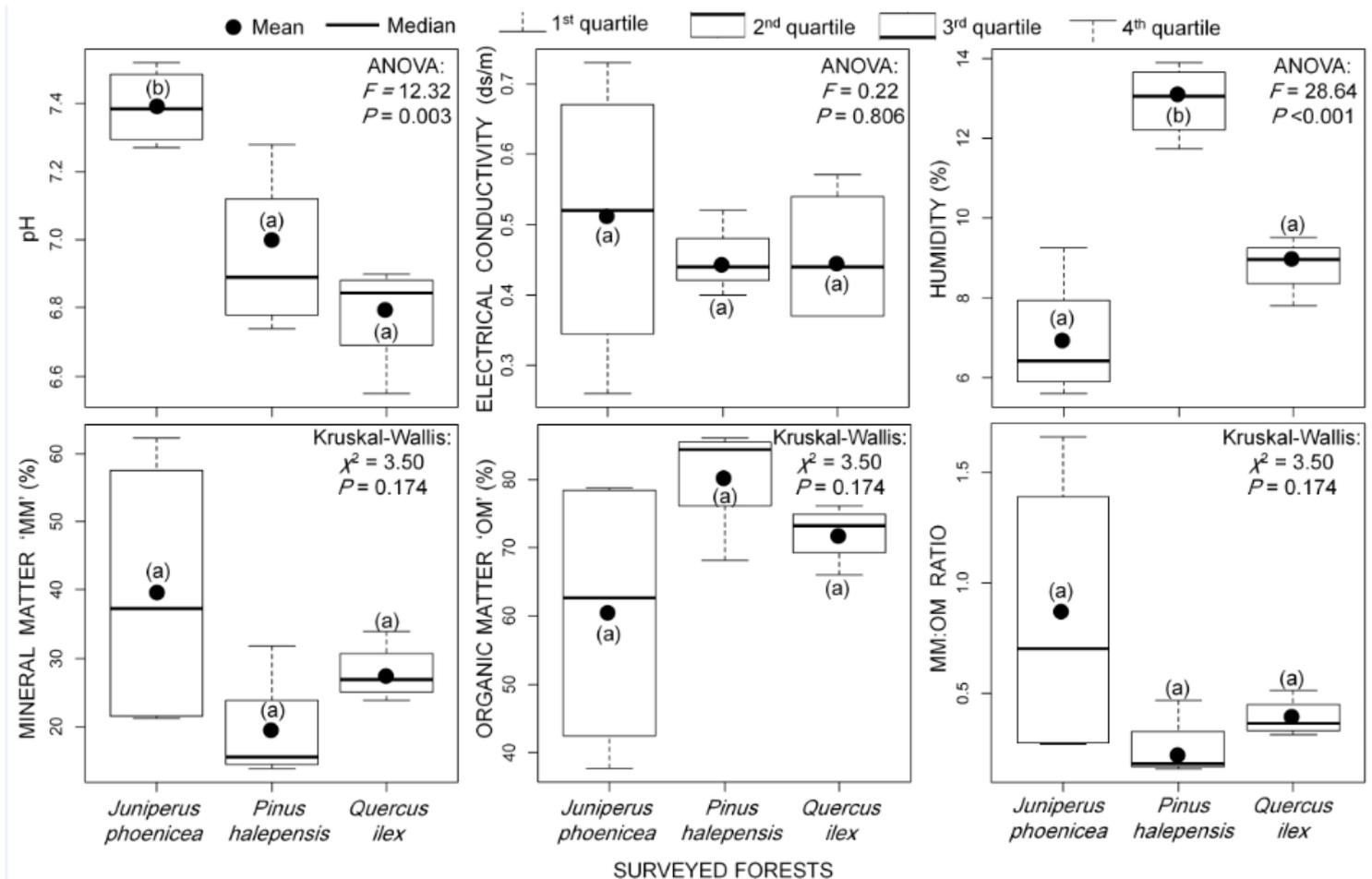


Figure 15. Variation des paramètres physicochimiques de la litière dans les forêts du parc national de Belezma.

D'après cette figure, nous notons que les valeurs du pH diffèrent significativement entre les trois forêts étudiées ($F = 12,32$; $P = 0,003$). La valeur la plus élevée du pH a été enregistrée dans *J. phoenicea* avec $7,39 \pm 0,12$ (range : 7,27–7,52) qui est significativement plus élevée par rapport aux valeurs enregistrées dans *P. halepensis* ($6,95 \pm 0,24$) et *Q. ilex* ($6,79 \pm 0,16$) qui forment le même groupe selon le test de Tukey (**Fig. 15**). Les moyennes de la conductivité électrique varient entre $0,45 \pm 0,05$ ds/m noté au *P. halepensis* et $0,51 \pm 0,21$ ds/m dans la forêt du *J. phoenicea* là où elle connaît plus de variation (range : 0,26–0,73 ds/m). L'ANOVA n'a révélé aucune différence significative. Quant aux valeurs de l'humidité de la litière, elles varient significativement entre les trois types de forêts étudiées ($F = 28,64$, $P = 0,001$). Les valeurs de l'humidité enregistrées dans la litière de *Q. ilex* ($8,80 \pm 0,72\%$) et de *J. phoenicea* ($6,91 \pm 1,61\%$) sont significativement inférieures à celle signalée dans *P. halepensis* ($12,94 \pm 0,93\%$). La composition chimique en termes de matière minérale et organique révèle la dominance de la fraction organique dans les trois types de forêts. Les valeurs de ces paramètres connaissent plus de variations au sein de *J. phoenicea* (MM/OM ratio = $0,83 \pm 0,68$), mais leur variations est démontré non significative entre les forêts étudiées (Kruskal-Wallis test : $P > 0,05$).

1.8.2. Analyse canonique des correspondances (ACC)

L'analyse canonique des correspondances (ACC) a démontré d'une part une distinction des trois forêts (**Fig. 16**) : (i) Sur l'axe des abscisses (inertia = 60,81%), l'humidité de la litière, qui est fortement et positivement projetée, a permis de séparer la forêt à *Pinus halepensis* avec *P. cincticollis* et *D. stenoptera* dans le côté positif de l'axe. Alors que les deux autres types de forêts (*Juniperus phoenicea* et *Quercus ilex*) dans le côté négatif où l'espèce *L. angulata* se trouve négativement corrélée avec l'humidité. La contribution de la matière organique (OM) sur cet axe est accessoire, surtout pour *D. stenoptera*, et est inverse à celle de la matière minérale (MM) et MM:OM ratio ; (ii) l'ordination des forêts suivant l'axe factoriel 2 (inertia = 15,85%) est déterminée par le pH. Ce paramètre est positivement corrélé avec *P. trivittata* dans la forêt de *Juniperus phoenicea* qui est pauvre en litière (faible taux de MO et taux élevé de MM) ; et (iii) Sur la partie négative de l'axe CCA 2, conditionné par le pH, se trouve la forêt du *Quercus ilex* avec trois espèces caractéristiques : *P. subaptera*, *P.*

zebra et *L. angulata*. La conductivité électrique était négativement projetée par rapport au pH mais elle est liée positivement avec *P. subaptera*.

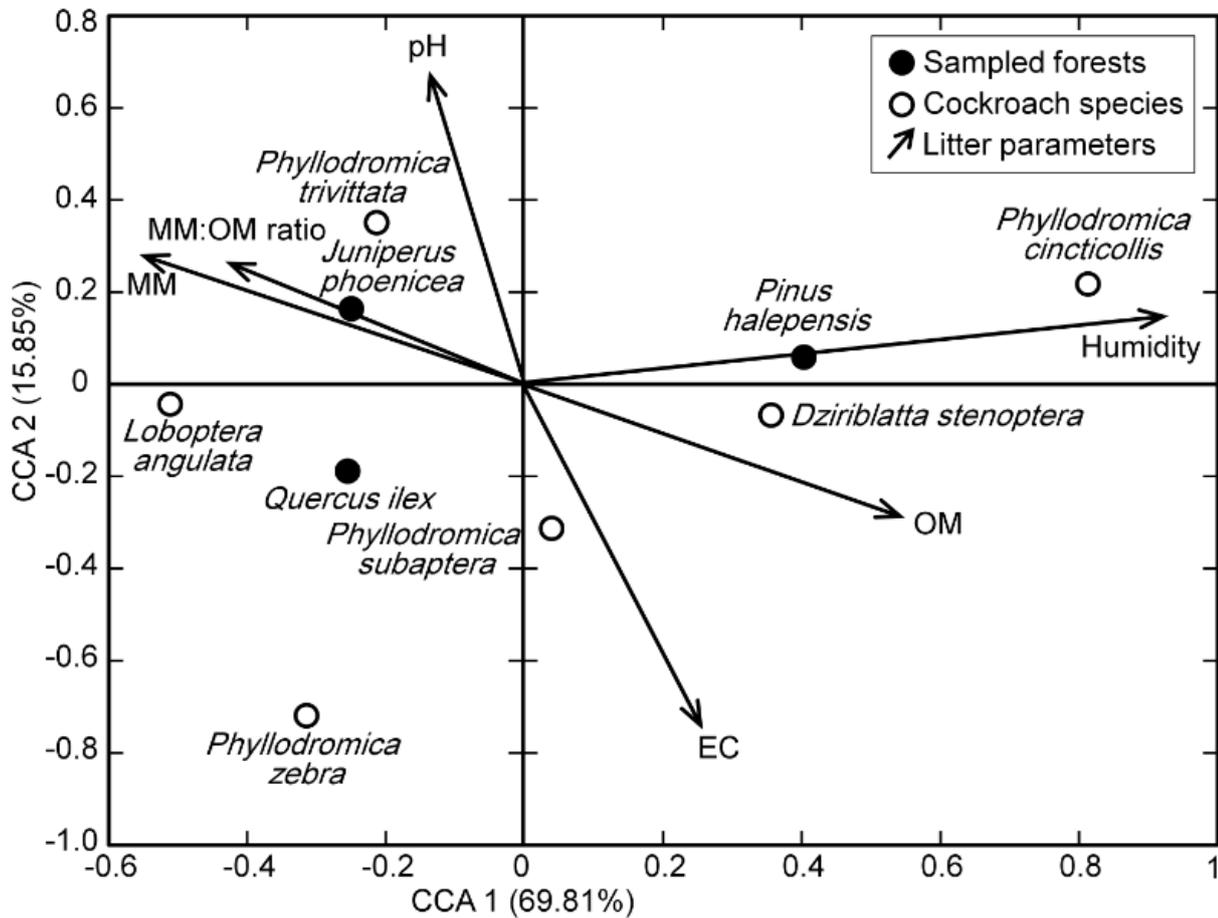


Figure 16. Analyse canonique des correspondances (CCA) des espèces des blattes et des paramètres de la litière des trois types de forêts étudiées.

2. Inventaire des blattes dans le milieu urbain

Dans cette partie, nous nous sommes contentées seulement de présenter un inventaire des espèces de blattes rencontrées en milieu urbain afin de pouvoir faire ressortir l'espèce qui s'avère la plus représentative dans un but d'essais de lutte. Le recensement a été réalisé durant une année (avril 2013-avril 2014) dans trois sites d'étude (Boulangerie- Maternité et Maison) dans la région de Batna. Les résultats de cet inventaire sont représentés ci-dessous.

2.1. Inventaire des blattes dans une Boulangerie (Station 1)

Trois espèces de Blattes domestiques sont présentes au niveau de la station 1, il s'agit de *B. germanica* et *B. orientalis* et *P. americana* (Fig. 17).

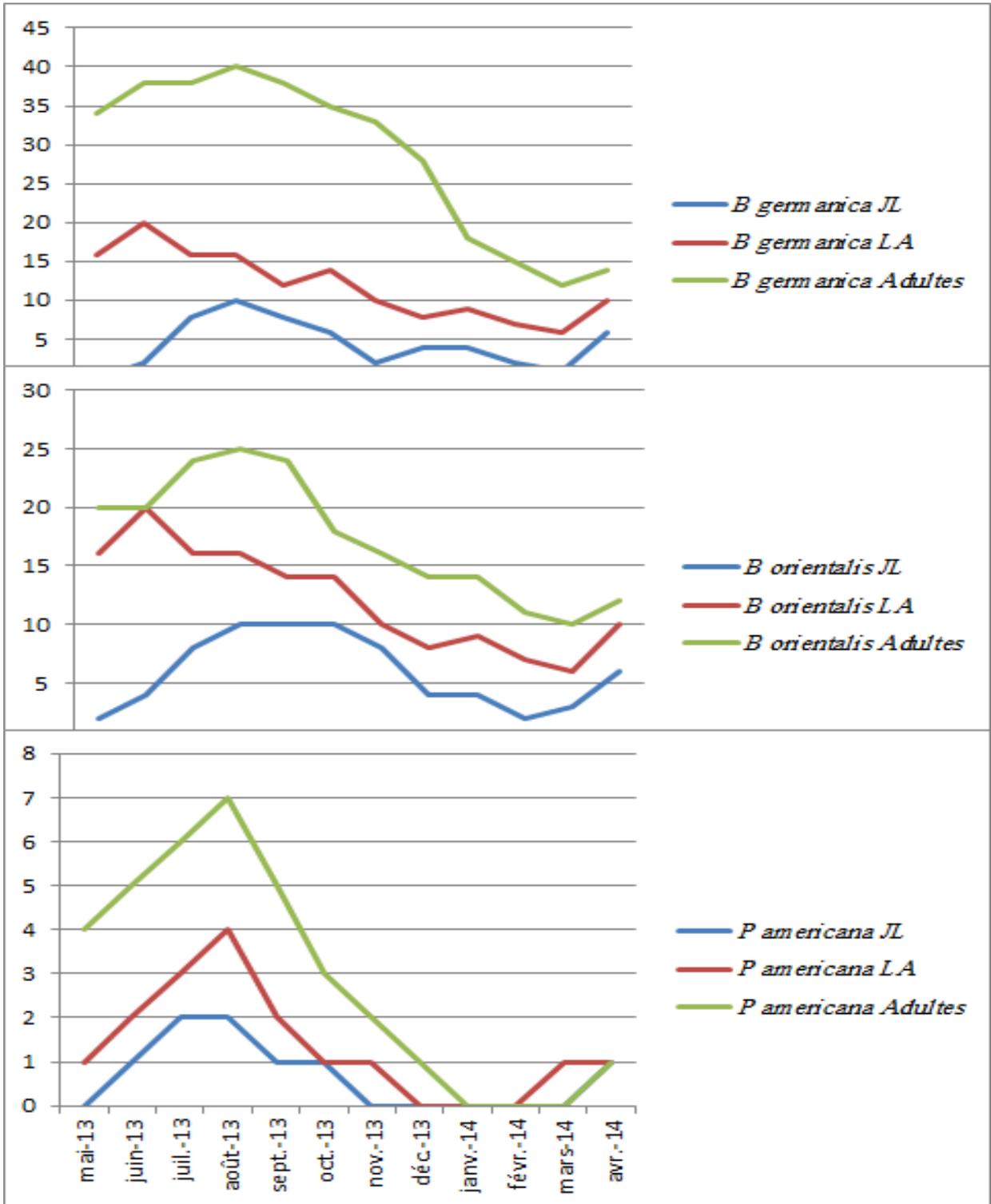


Figure 17. Fluctuations du nombre des larves, Jeunes larves, larves âgées et adultes *B. germanica*, *B. orientalis* et *P. americana* dans dans une Boulangerie.

B. germanica est apparait l'espèce la plus dominante, En effet les trois espèces présente une première augmentation dès la fin de Février et début de Mars pour atteint le maximum au mois de Aout ; une diminution est ensuite enregistrée dès le

mois de Septembre et ce, jusqu'en Décembre avec un minimum notée entre Janvier et Février. Au cours de ces périodes, les adultes sont plus importants que les larves.

Nous avons pu montrer que *P. americana* est très peu présent dans les stations inventoriées (7 individus).

2.2. Inventaire des blattes dans une Maternité (Station 2)

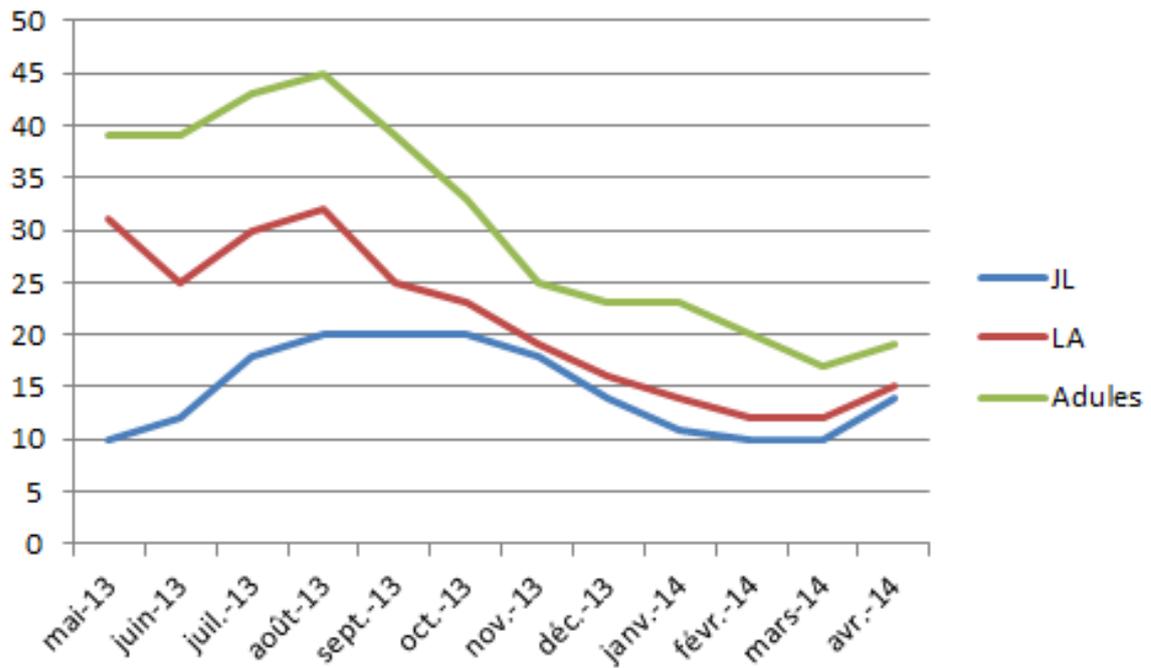
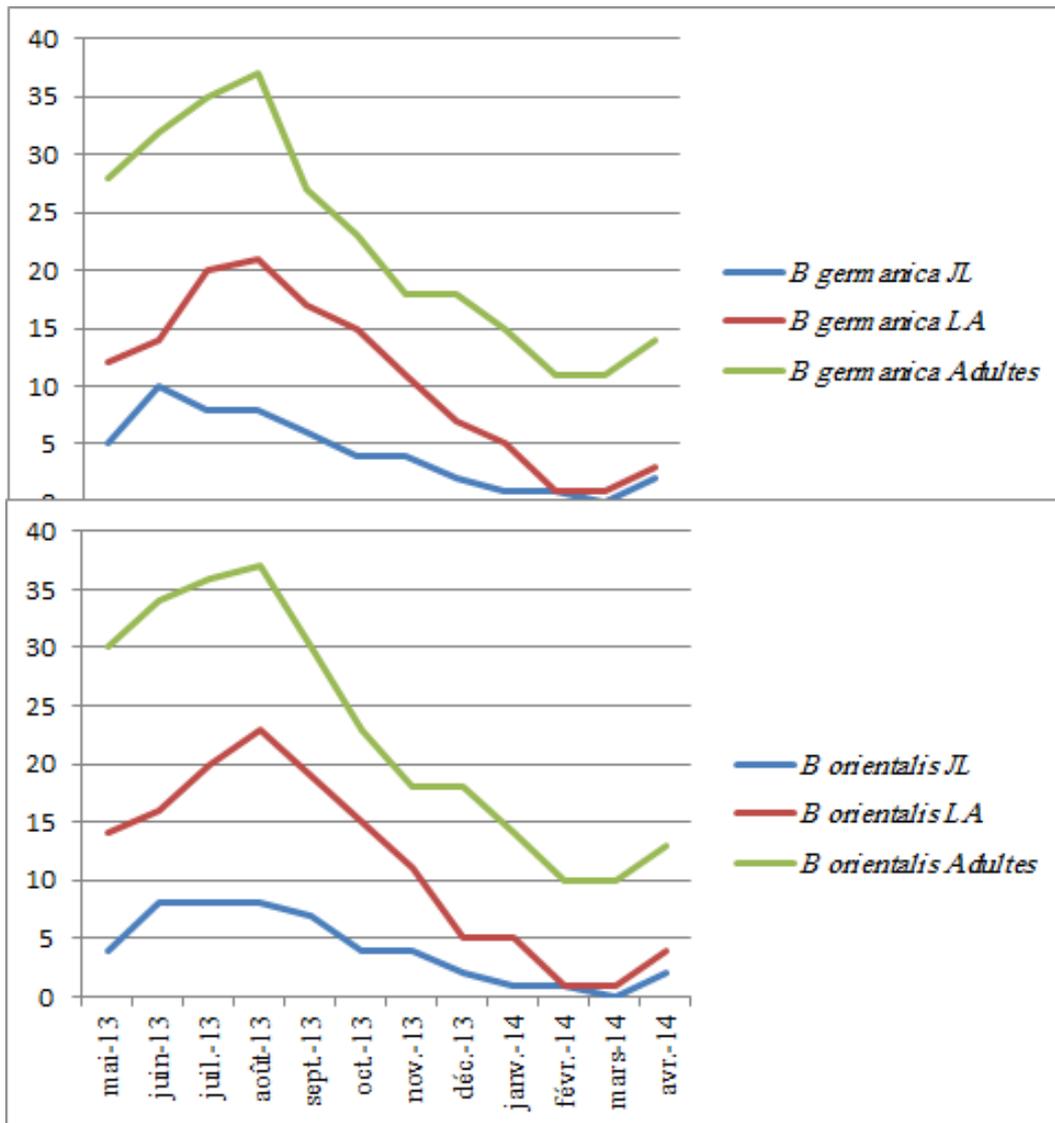


Figure 18. Fluctuations du nombre des larves, Jeunes larves, larves âgées et adultes *B. germanica* au cours d'une année dans La maternité de la ville de Batna.

B. germanica est présente tout au long de l'année avec une augmentation maximale de son effectif aux mois d'Aout et Septembre, et une diminution dès le mois d'octobre, Avec un effectif des adultes plus important que celui des jeunes larves et larves âgées.

2.3. Inventaire des blattes dans une Maison (Station 3)



Figur 19. Fluctuations du nombre des larves, Jeunes larves, larves âgées et adultes *B. germanica*, *B. orientalis* au cours d’une année dans La maison de la ville de Batna.

L’effectif de *B. germanica* et de *B. orientalis* varie en fonction de la période testée. Les valeurs affichent un maximum d’individus aux mois de juillet, août et une diminution dès le mois de septembre jusqu’à atteint le minimum aux mois de janvier et février. Les adultes femelles et mâles marquent de fortes valeurs que les larves.

2.4. AFC des blattes recensées en milieu urbain

Pour mieux expliquer la répartition des blattes dans les trois stations urbaines, nous avons utilisé une AFC (Fig. 20)

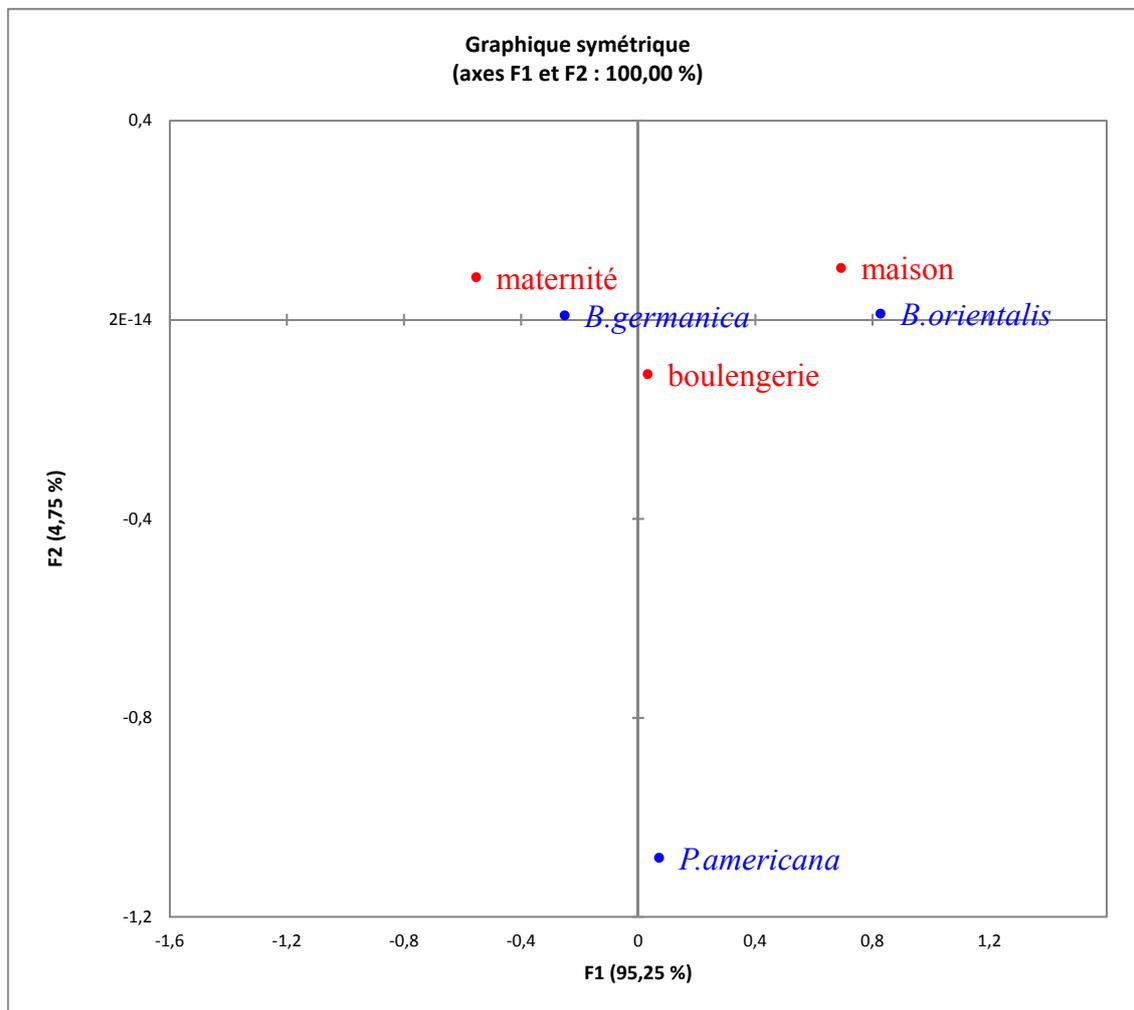


Figure 20. Ordination des sous stations et des espèces de blattes domestiques récoltées selon le plan factoriel axe 1 X axe 2 résultants de l'analyse de correspondance (AFC).

L'axe 1 est défini par la différence d'abondance des *B. germanica* et *B. orientalis* (côté positif) et de *P. americana* (côté négatif).

3. Étude au laboratoire de l'effet des extraits d' *Euphorbia bupleuroides* à l'égard de *Blattella germanica*

Suite aux résultats de l'inventaire urbain faisant ressortir *B.germanica* comme l'espèce la plus répandue dans nos stations étudiées, ceci nous a permis de compléter cette étude par des tests de toxicité au laboratoire portant sur l'effet d'une plante médicinale qui soit surtout endémique dans notre région d'étude : *Euphorbia bupleuroides* sur cet insecte. Ainsi donc, notre expérimentation a été effectuée en testant l'activité de diverses concentrations de quatre modes d'extraits de cette plante sur la mortalité et sur d'autres paramètres biologiques des mâles, femelles et larves de *Blattella germanica*. Le traitement se fait par ingestion, Les temps létaux (TL50 et TL90), caractérisant la toxicité de ces extraits ont été déterminés.

3.1.Efficacité des extraits

L'efficacité des différents extraits est exprimée en pourcentage de mortalité, qui est corrigé au moyen de la formule d'**Abbott (1925)**.

L'utilisation de l'extrait aqueux *E. bupleuroides* contre les mâles de *B. germanica* provoque un taux de mortalité qui varie entre 26,67% et 53,33% chez les mâles et entre 6,67% et 23,33% chez les femelles selon les concentrations et les temps d'exposition. (**Tab. 10**)

3.1.1.Extrait aqueux

Tableau 10 : Efficacité par ingestion de l'extrait aqueux d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Males				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
5%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	0	0±0,00	0
	28jours	26,67	2,67±0,58	2,67
10%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	26,67	2,67±0,58	2,67
	28jours	36,67	3,67±0,58	3,67

Tableau 10 : Efficacité par ingestion de l'extrait aqueux d'*E. beupleuroides* sur *B .germanica*

20%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	16,67	1,67±0,58	1,67
	21jours	36,67	3,67±0,58	3,67
	28jours	53,33	5,33±0,58	5,33
Témoin	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	0	0±0,00	0
	28jours	0	0±0,00	0
Femelles				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
5%	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0
	28jours	6,67	0,67±0,58	0,67
10%	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	6,67	0,67±0,58	0,67
	28jours	16,67	1,67±0,58	1,67
20%	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	13,33	1,33±0,58	1,33
	28jours	23,33	2,33±1,15	2,33
Témoin	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0
	28jours	0	0±0	0
larves				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
5%	7jours	0	0±	0
	14jours	6,67	0,67±	0,67
	21jours	13,33	1,33±	1,33
10%	7jours	0	0±	0
	14jours	16,67	1,67±	1,67
	21jours	53,33	5,33±	5,33
20%	7jours	6,67	0,67±	0,67
	14jours	36,67	3,67±	3,67
	21jours	73,33	7,33±	7,33

Tableau 10 : Efficacité par ingestion de l'extrait aqueux d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Témoïn	7jours	0	0±	0
	14jours	0	0±	0
	21jours	0	0±	0

L'application de la plus faible concentration (5%) induit aux males un taux de mortalité de 26,67% après 28 jours de traitement, tandis que les doses (10% et 20%) provoquent respectivement des mortalités de 26,76% et 36,76% à 21 jours, au bout de 28 jours ces concentrations induisent des taux de mortalité de 36,67% et 53,33% respectivement, par contre chez les femelles, la plus faible dose (5%) engendre un taux de mortalité de 6,67% après 28jours de traitement, ce taux augmente avec l'augmentation de la dose et la durée d'exposition jusqu'à atteindre 23% au bout de 28 jours avec la dose de 20%.

Chez les larves la plus faible dose (5%) provoque un taux de mortalité de 6,67% après 14 jours traitement, ce taux augmente pour atteindre 73,33% au bout de 21 jours et après la durée de ce stade larvaire (21 jours) (**Tab. 10**).

3.1.2. Extrait alcoolique

Comme le montrent nos résultats (**Tab. 11**), les taux de mortalité des individus de *B. germanica* sont très variables, non seulement en fonction du temps d'exposition, mais également en fonction de la concentration utilisée.

Tableau 11 : Efficacité par ingestion de l'extrait alcoolique d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Males				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	6,67	0,67±0,58	0,67
	21jours	26,67	2,67±0,58	2,67
	28jours	66,67	6,67±0,58	6,67
50%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	23,33	2,33±0,58	2,33
	21jours	53,33	5,33±0,58	5,33
	28jours	76,67	7,67±0,58	7,67

Tableau 11 : Efficacité par ingestion de l'extrait alcoolique d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

75%	7jours	13,33	1,33±0,58	1,33
	14jours	33,33	3,33±0,58	3,33
	21jours	66,67	6,67±0,58	6,67
	28jours	83,33	8,33±0,58	8,33
100%	7jours	40	4±1	4
	14jours	63,33	6,33±0,58	6,33
	21jours	76,67	7,67±0,58	7,67
	28jours	86,67	8,67±0,58	8,67
Témoin	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	0	0±0,00	0
	28jours	0	0±0,00	0
Femelles				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	3,33	0,67±0,58	0,33
	21jours	23,33	2,67±0,58	2,33
	28jours	33,33	6,67±0,58	3,33
50%	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	23,33	2,33±0,58	2,33
	21jours	40	5,33±0,58	4
	28jours	53,33	7,67±0,58	5,33
75%	7jours	6,67	1,33±0,58	0,67
	14jours	23,33	3,33±0,58	2,33
	21jours	40	6,67±0,58	4
	28jours	66,67	8,33±0,58	6,67
100%	7jours	20	4±1	2
	14jours	33,33	6,33±0,58	3,33
	21jours	53,33	7,67±0,58	5,33
	28jours	76,67	8,67±0,58	7,67
Témoin	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	0	0±0,00	0
	28jours	0	0±0,00	0

Tableau 11 : Efficacité par ingestion de l'extrait alcoolique d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Larves				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	6,67	0,67±0,58	0,67
	14jours	13,33	1,33±0,58	1,33
	21jours	36,67	3,67±0,58	3,67
50%	7jours	16,67	1,67±0,58	1,67
	14jours	20	2±1	2
	21jours	43,33	4,33±1,15	4,33
75%	7jours	26,67	2,67±0,58	2,67
	14jours	46,67	4,67±0,58	4,67
	21jours	63,33	6,33±0,58	6,33
100%	7jours	40	4±1	4
	14jours	73,33	7,33±0,58	7,33
	21jours	83,33	8,33±0,58	8,33
Témoin	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	0	0±0,00	0

Le taux de mortalité observée augmente jusqu'à 86,67 % chez les mâles, 76,67% chez les femelles pour la dose la plus élevée (100%) au bout de 28 jours et 83,33% chez les larves L3 pour la même dose au bout de 21 jours.

Une très faible mortalité des mâles, femelles et larves a été obtenue à la faible concentration (25%) de 6,67% et 3,33% chez les mâles et femelles respectivement après 14 jours de traitement et de 6,67% chez les larves après 7 jours de traitement. (Tab. 10)

3.1.3. Latex

Comme le montre nos résultats (Tab. 12), le latex montre un effet plus important sur la mortalité des mâles, des femelles ainsi que les larves si on compare les taux de mortalité obtenus avec l'utilisation de l'extrait aqueux et alcoolique (Tab. 10, Tab. 11)

Tableau 12 : Efficacité par ingestion du latex d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Males				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	0	0±0	0
	14jours	13,33	1,33±2,31	1,33
	21jours	56,67	5,66±0,58	5,67
	28jours	100	10±0	10
50%	7jours	26,67	2,66±1,15	2,67
	14jours	46,67	4,66±1,15	4,67
	21jours	76,67	7,66±0,58	7,67
	28jours	100	10±0	10
75%	7jours	56,67	5,66±2,08	5,67
	14jours	83,33	8,33±1,53	8,33
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
100%	7jours	100	10±0	10
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
Témoin	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0
	28jours	0	0±0	0
Femelles				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	0	0±0	0
	14jours	6,67	0,67±1,15	0,67
	21jours	13,33	1,33±1,15	1,33
	28jours	16,67	1,67±0,58	1,67
50%	7jours	6,67	0,67±1,15	0,67
	14jours	26,67	2,67±1,15	2,67
	21jours	76,67	7,67±0,58	7,67
	28jours	100	10±0	10
75%	7jours	43,33	4,33±0,58	4,33
	14jours	76,67	7,67±0,58	7,67
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10

Tableau 12 : Efficacité par ingestion du latex d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
100%	7jours	76,67	7,67±0,58	7,67
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
Témoin	7jours	0	0±0,00	0
	14jours	0	0±0,00	0
	21jours	0	0±0,00	0
	28jours	0	0±0,00	0
Larves				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	0	0±0	0
	14jours	6,67	0,67±0,58	0,67
	21jours	43,33	4,33±0,58	4,33
50%	7jours	3,33	0,33±0,58	0,33
	14jours	26,67	2,66±0,58	2,67
	21jours	60	6±0	6
75%	7jours	13,33	1,33±0,58	1,33
	14jours	36,67	3,67±0,58	3,67
	21jours	73,33	7,33±0,58	7,33
100%	7jours	26,67	2,67±0,58	2,67
	14jours	76,67	7,67±0	7,67
	21jours	100	10±0	10
Témoin	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0

Le tableau 12 résume les différents taux de mortalité enregistrés pour les mâles, les femelles et les larves.

Un taux de mortalité des mâles est de 13,33% a été obtenu à la concentration de 25% en 14 jours, cette concentration engendre 7,67% de mortalité chez les larves au bout de la même durée de traitement. Chez les femelles le maximum de mortalité a été enregistré à partir du 28ieme jour de traitement avec la dose de 50%, alors qu'il a été enregistré chez les males à partir du 28ieme jour de traitement avec la plus faible dose (25%). A 100% de latex, 100% de males meurent à 7jours, et 100% de femelles meurent à 14 jours.

Chez les larves le taux de mortalité maximum est 100% et cela avec l'utilisation de la plus forte concentration 100% au bout de 21 jours.

Nos résultats montrent que le latex s'avère l'extrait le plus toxique vis-à-vis des mâles, des femelles et des larves de *B. germanica*. (Tab. 12)

3.1.4. Extrait alcaloïdique

L'extrait alcaloïdique d'*Euphorbia bupleuroides*, est apparu plus toxique que l'extrait aqueux, alcoolique ainsi que le latex, (Tab. 13)

Tableau 13 : Efficacité par ingestion des alcaloïdes d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Males				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	43,33	4,33±1,15	4,33
	14jours	73,33	7,33±0,58	7,33
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
50%	7jours	73,33	7,33±0,58	7,33
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
75%	7jours	86,67	8,67±0,58	8,67
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
100%	7jours	100	10±0	10
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
Témoin	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0
	28jours	0	0±0	0

Tableau 13 : Efficacité par ingestion des alcaloïdes d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*

Femelles				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	16,67	1,67±0,58	1,67
	14jours	43,33	1,33±1,15	1,33
	21jours	66,67	6,67±0,58	6,67
	28jours	83,33	8,33±0,58	8,33
50%	7jours	53,33	5,33±0,58	5,33
	14jours	73,33	7,33±1,15	7,33
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
75%	7jours	73,33	7,33±0,58	7,33
	14jours	96,67	9,67±0,58	9,67
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
100%	7jours	86,67	8,66±0,58	8,66
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
	28jours	100	10±0	10
Témoin	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0
	28jours	0	0±0	0
Larves				
Concentration	Temps	Taux de mortalité	mortalité moyenne	Mortalité corrigée
25%	7jours	16,67	1,67±0,58	1,67
	14jours	26,67	2,67±0,58	2,67
	21jours	46,67	4,67±0,58	4,67
50%	7jours	46,67	4,67±0,58	4,67
	14jours	60	6±1	6
	21jours	83,33	8,33±0,58	8,33
75%	7jours	76,67	7,67±0,58	7,67
	14jours	90	9±0	9
	21jours	100	10±0	10
100%	7jours	86,67	8,67±0,58	8,67
	14jours	100	10±0	10
	21jours	100	10±0	10
Témoin	7jours	0	0±0	0
	14jours	0	0±0	0
	21jours	0	0±0	0

Chez les mâles traités par l'extrait alcaloïdique d'*E. bupleuroides*, un pourcentage de mortalité de 100 % est atteint au bout du 21^{ème} jour avec la plus faible concentration 25%, et au bout de 7 jours avec la forte dose (100%), alors qu'il est noté un taux de mortalité de 100% aussi au bout de 14 jours avec les doses de 50% et 75%. pour les femelles, le taux de mortalité maximum (100%) a été enregistré au bout de 21 jours avec l'utilisation des doses de 50% et 75% et au bout de 14 jours avec la dose forte (100%), alors que chez les larves, un taux de mortalité de 100% est atteint à partir du 14^{ème} jour de traitement avec la dose 75% .

3.2.Toxicité des différents extraits

Les résultats ci-dessous résument les TL 50 et TL90 enregistrés pour les différentes concentrations des différents types d'extraits contre les individus de *B. germanica*

3.2.1.Extrait aqueux

Tableau 14 : Paramètres toxicologiques de l'extrait aqueux (temps létaux)

Mâles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
5%	28,801±155,15	*_*	30,46±474,36	*_*
10%	29,26±2,08	26,14-36,23	40,45±4,54	34,32-57,38
20%	25,86±1,78	22,94-30,90	39,09±4,12	33,22-52,55
Femelles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
5%	30,31±539,58	*_*	32,30±1000,25	*_*
10%	36,30±5,17	30,37-87,89	47,93±9,83	37,15-150,37
20%	33,81±3,70	29,08-53,22	45,69±7,44	36,71-87,02
Larves				
Doses	TL50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
5%	32,22±7,90	*_*	45,93±14,793	*_*
10%	20,273±1,18	18,30-23,67	27,62±2,55	24,06-36,50
20%	16,632±1,05	14,62-19,12	25,20±2,21	21,94-31,94

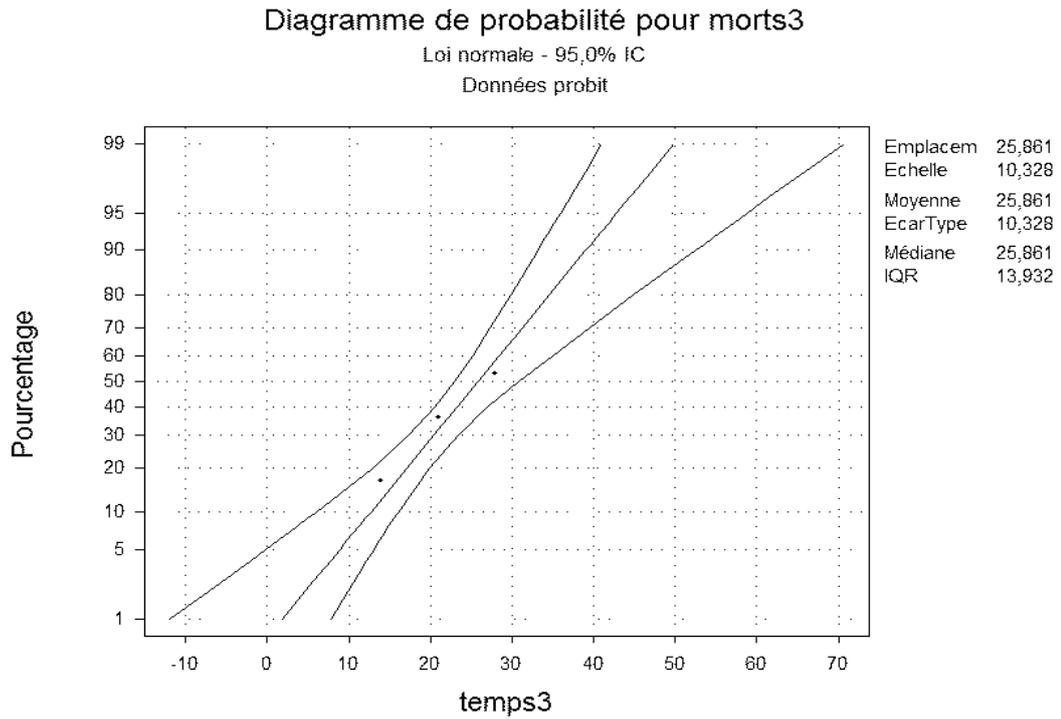


Figure 21. Le TL50 pour l'extrait aqueux à l'encontre des males

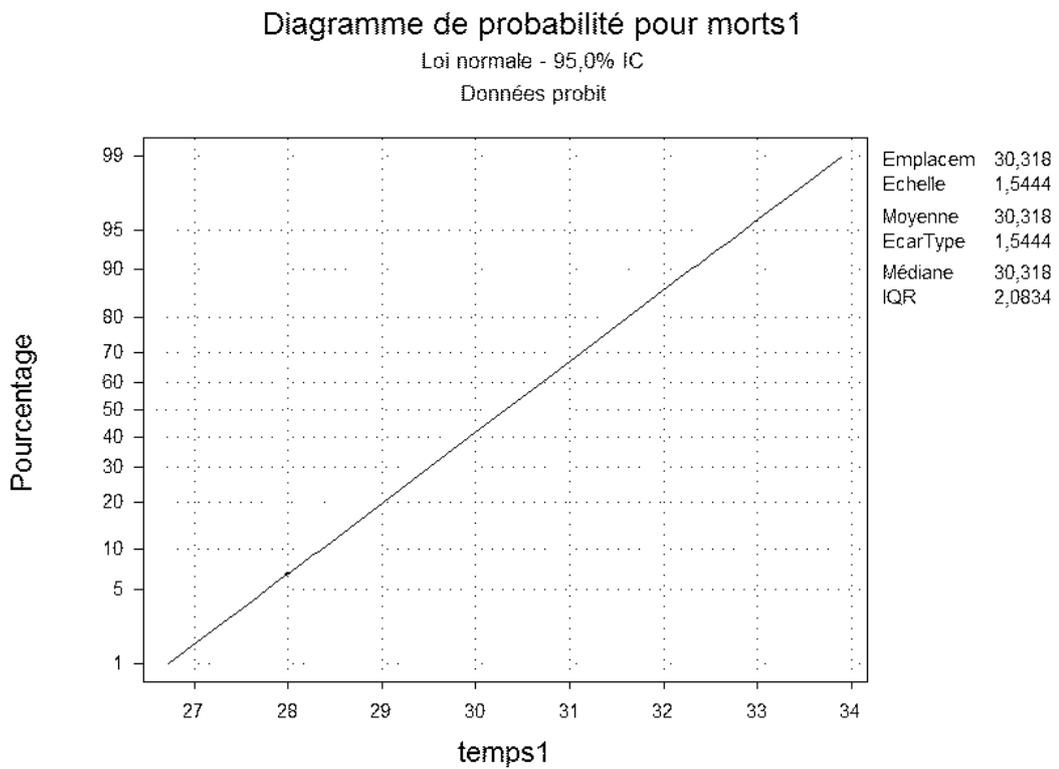


Figure 22. Le TL50 pour l'extrait aqueux à l'encontre des femelles

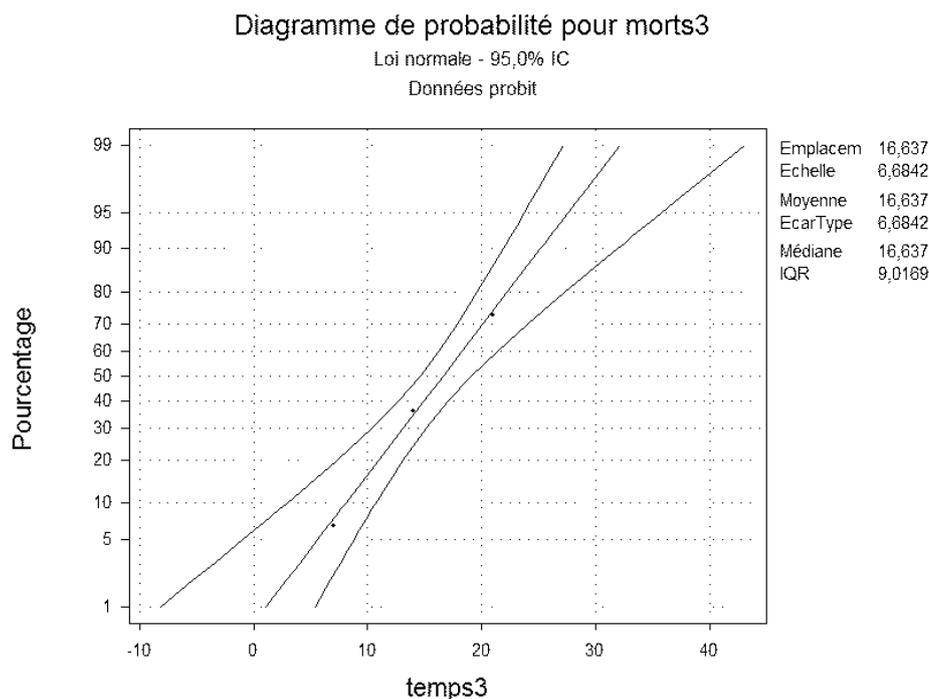


Figure 23. Le TL50 pour l'extrait aqueux à l'encontre des larves

3.2.2. Extrait alcoolique

Tableau 15 : Paramètres toxicologiques de l'extrait alcoolique (temps létaux)

Mâles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	31,21 ± 3,09	26,86 - 42,86	45,99 ± 6,75	37,17 - 73,46
50%	21,14 ± 1,10	19,01 - 23,57	31,22 ± 2,17	27,87 - 37,23
75%	17,80 ± 1,25	15,21 - 20,41	30,34 ± 2,52	26,48 - 37,51
100%	15,09 ± 1,21	12,38 - 17,41	26,5453 ± 2,011	23,381 - 32,051
Femelles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	31,01±2,791	27,11-41,48	44,09±5,98	36,24-68,21
50%	25,31±1,88	22,24-30,68	39,88±4,54	33,48-55,00
75%	50 23,26±1,66	20,37-27,62	37,80±4,01	32,00-50,51
100%	19,12±1,65	15,81-22,99	36,25±4,32	30,13-50,53
Larves				
Doses	TL50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	25,39 ± 3,76	20,5-46,32	40,14±8,58	29,97-91,68
50%	25,07±5,04	19,10-83,79	46,64±13,97	31,64-226,04
75%	15,76±2,05	11,43-22,91	34,41±7,38	25,63-79,98
100%	8,96±1,10	1,91-12,13	23,27±3,32	18,80-37,16

Pour les males c'est la **dose 4** qui est la plus significative c'est-à-dire la plus forte qui tue 50% et 90% d'individus en un temps très court (TL 50= **15,09 ± 1,21** et TL90 =**26,5453 ± 2,011**)

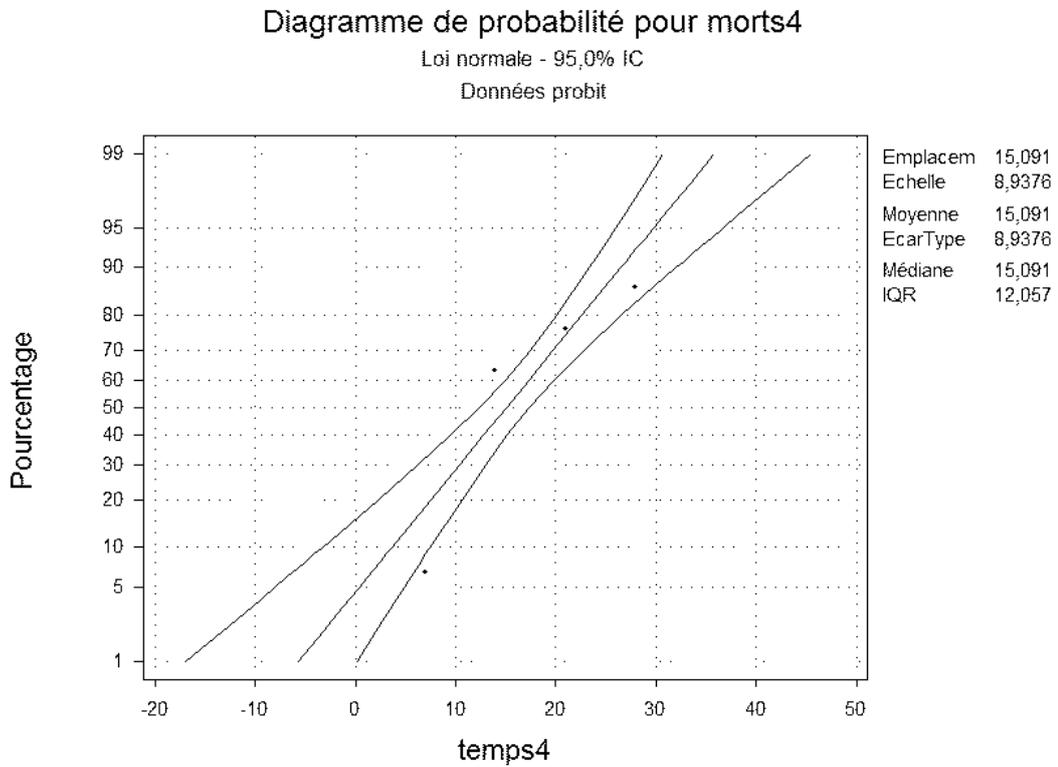


Figure 24. Le TL50 pour l'extrait alcoolique à l'encontre des males

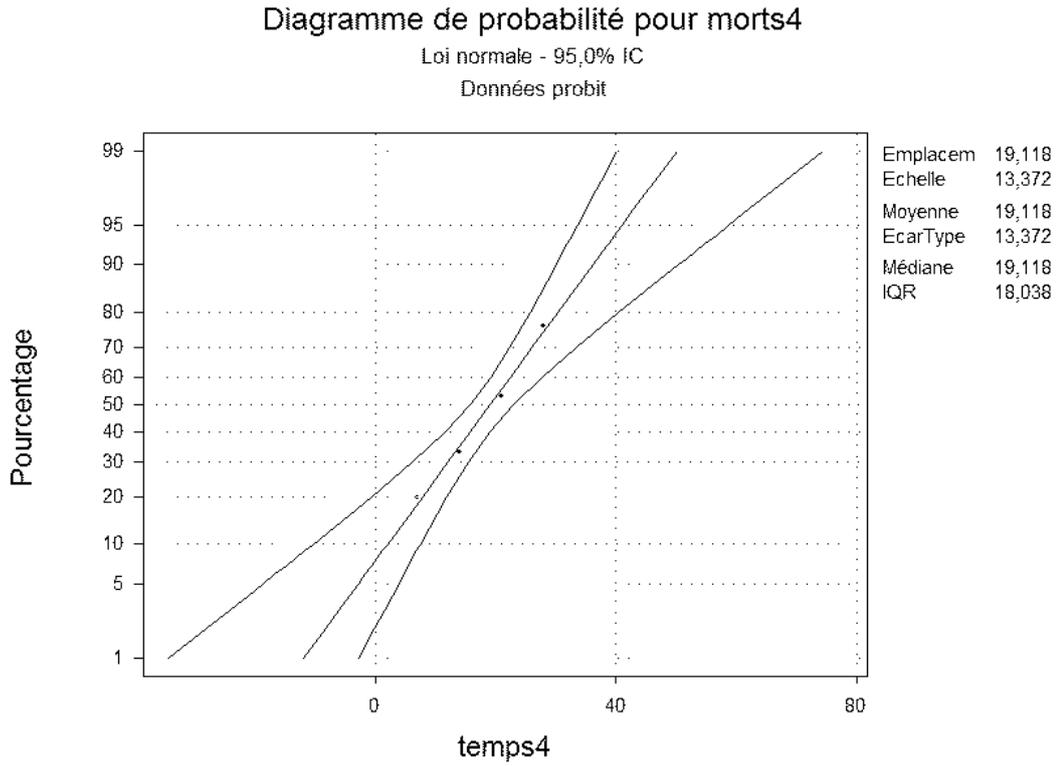


Figure 25. Le TL50 pour l'extrait alcoolique à l'encontre des femelles

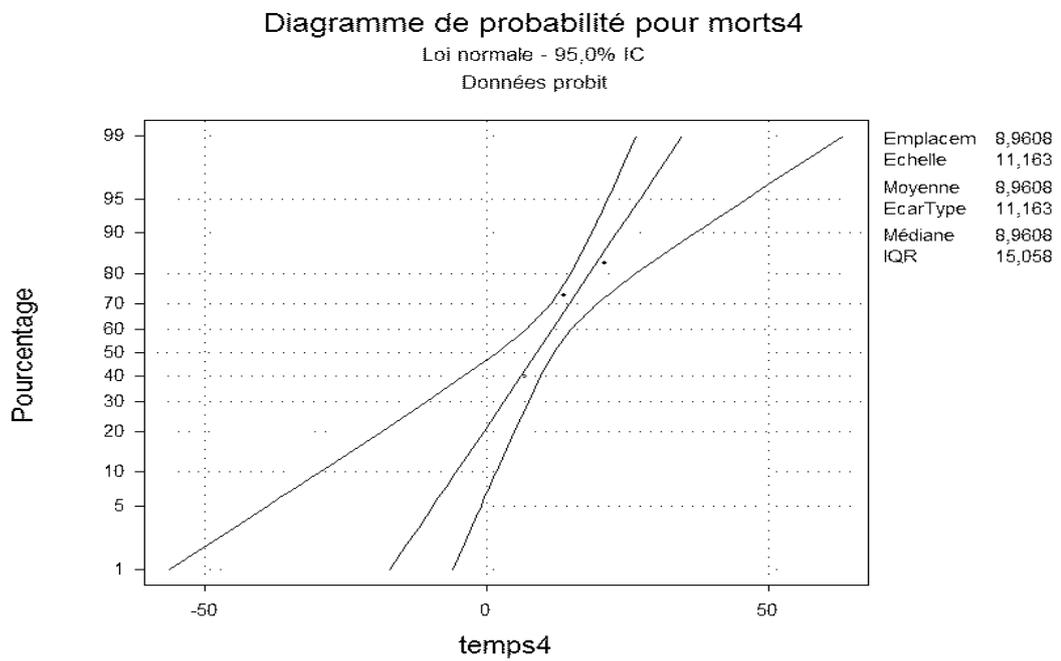


Figure 26. Le TL50 pour l'extrait alcoolique à l'encontre des larves

3.2.3. Latex

Tableau 16: Paramètres toxicologiques de l'extrait Latex (temps létaux)

Mâles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	19,48±0,74	17,98-21,04	24,95 ±1,19	23,06 -28,13
50%	13,52 ±1,15	10,92-15,73	24,12±1,89	21,15-29,29
75%	6,30±1,59	1,08-8,74	14,88±1,56	12,46-19,98
100%	0,44±4,07	-35,46	10,93±1,73	6,85-17,56
Femelles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	42,67±9,58	32,03-152,84	64,69±18,75	44,47-286,82
50%	16,66±0,85	14,94-18,41	23,68±1,35	21,49-27,17
75%	8,48±1,13	5,43-10,44	16,16 ±1,48	13,88-20,64
100%	6,04±188,91	* - *	7,734±143,68	* - *
Larves				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	/	/	/	/
50%	18.96±1.25	16.79-2241	27.94±2.81	23.94-37.33
75%	16.27±1.22	13.94-19.25	26.54±2.81	22.52-35.75
100%	10.13±0.82	8.254-11.74	16.10±1.27	14.11-19.79

D'après ce tableau, on dit que la dose de 100% est la plus significative, c'est-à-dire la plus forte qui tue 50% et 90% en un temps courts respectivement de : TL50 (10,13±0,82) et TL90 (16,10±1,27).

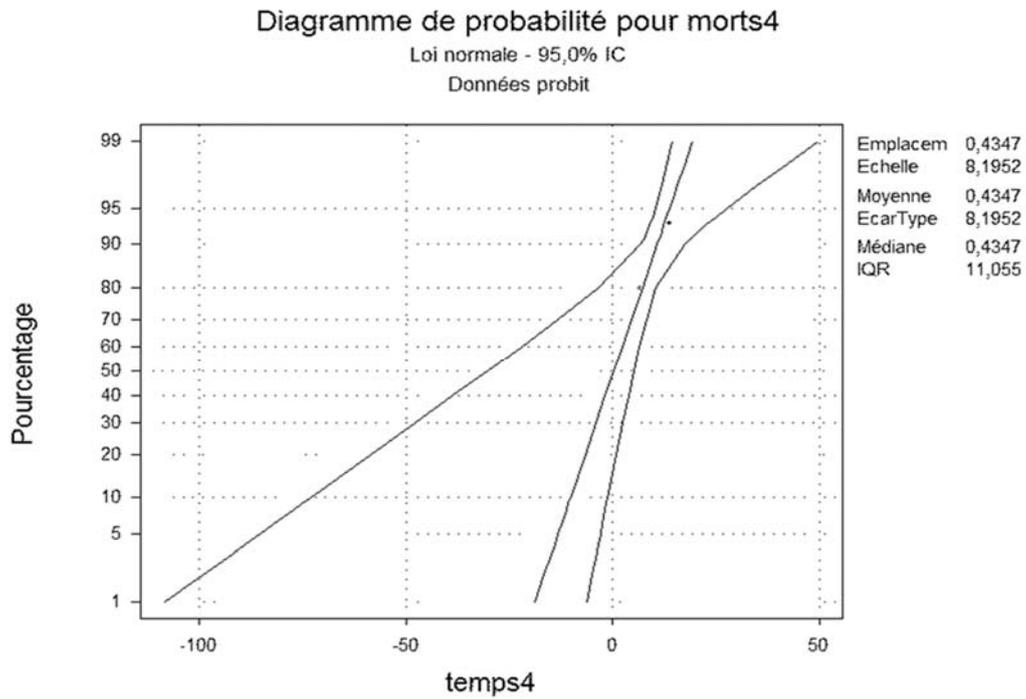


Figure 27. Le TL50 pour l'extrait latex à l'encontre des males

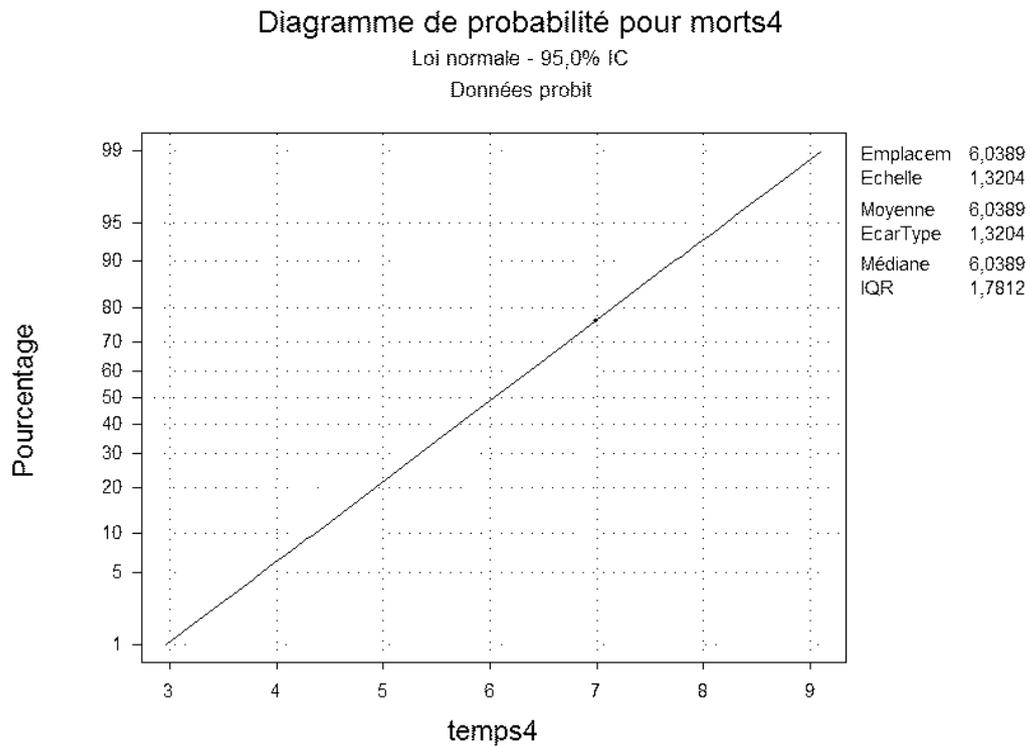


Figure 28. Le TL50 pour l'extrait latex à l'encontre des femelles

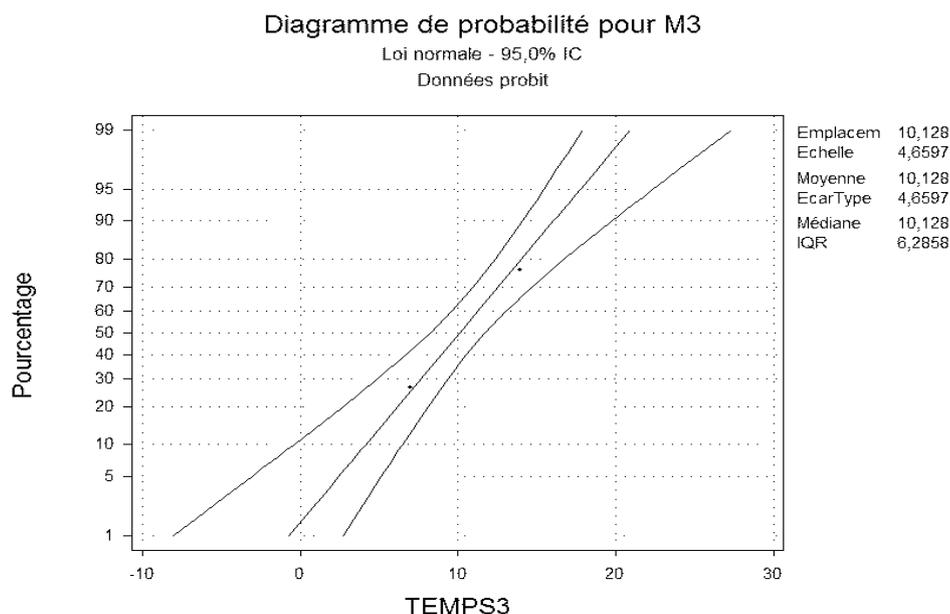


Figure 29. Le TL50 pour l'extrait latex à l'encontre des larves

3.2.4. Extrait alcaloïdique

Tableau 17 : Paramètres toxicologiques de l'extrait alcaloïdique (temps létaux)

Mâles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	24.47±440.38	*_*	25.22±469.05	*_*
50%	8.67±1.15	5.61-10.67	16.64±1.51	14.30-21.18
75%	6.19±155.15	*_*	7.85±164.05	*_*
100%	/	/	/	/
Femelles				
Doses	TL 50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	16,66±1,37	13,67 - 19,47	30,70± 2,86	
50%	6,19 ± 155,15	*_*	7,85 ± 164,05	*_*
75%	5,42 ± 336,88	*_*	7,24 ± 51,79	*_*
100%	/	/	/	/
Larves				
Doses	TL50	Intervalle de confiance à 95 %	TL 90	Intervalle de confiance à 95 %
25%	22,74 ± 3,86	17,80 - 52,14	42,77 ± 11,33	30,10 - 141,79
50%	8,93 ± 2,41	-14,563	26,37 ± 4,83	20,36 - 53,37
75%	1,15 ± 3,86	-31,59	12,33 ± 1,83	8,852 - 20,48
100%	5,46 ± 490,10	*_*	7,24±75,35	*_*

Pour les larves ; on note que les doses 3 et 4 sont les plus significatives, c'est à dire les plus fortes qui tuent en un temps très court respectivement TL 50 =1,15 ± 3,86 et TL90 =7,24±75,35.

Pour les mâles, nous notons que la **dose 3** est la plus significative c'est-à-dire la plus forte qui tue 50% et 90% d'individus en un temps très court (TL 50= 6,19±155,15 et TL90 =7,85±164,05).

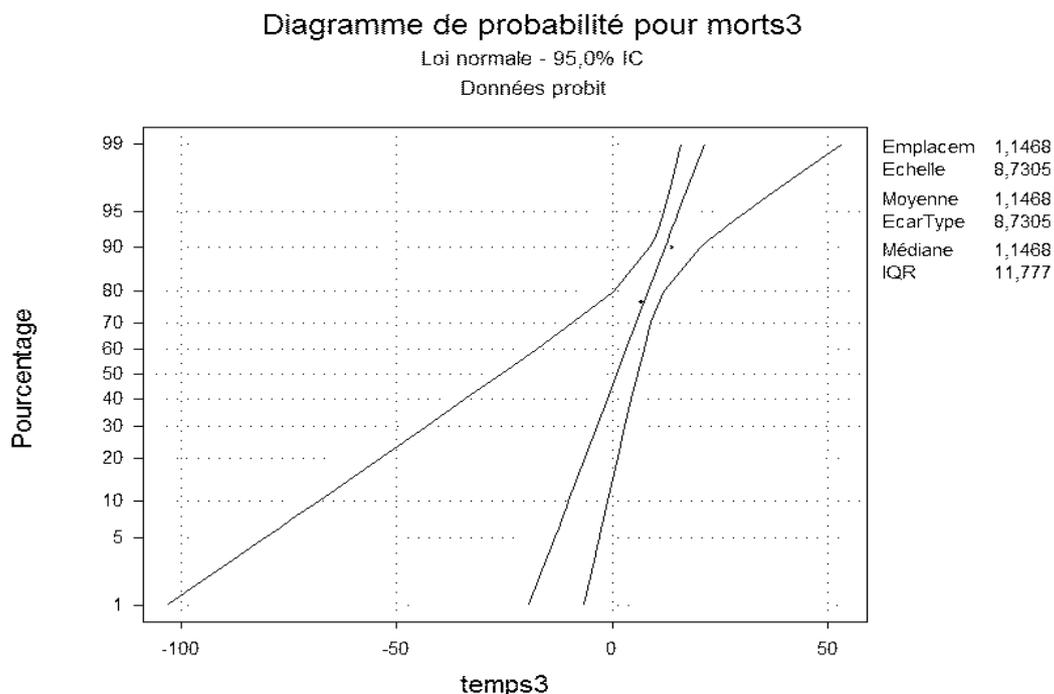


Figure 30. Le TL50 pour l'extrait alcaloïdique à l'encontre des larves

3.3. Effet des différents extraits sur quelques paramètres biotiques de *B.germanica*

3.3.1. Effet sur le gain pondéral

3.3.1.1. Effet sur le gain pondéral des males

Une ANOVA a été réalisée à deux facteurs contrôlés, soit les facteurs dose et différents types d'extraits. Les résultats de l'ANOVA sont reportés sur le tableau 18 et les figures 31 et 32.

Tableau 18 : Analyse de la variance à deux facteurs contrôlés

Analyse de variance pour poids M					
Source	DL	SC	CM	F	P
doses	2	0,0049998	0,0024999	1068,97	0,000
extraits	3	0,0005210	0,0001737	74,26	0,000
Interaction	6	0,0004732	0,0000789	33,72	0,000
Erreur	24	0,0000561	0,0000023		
Total	35	0,0060501			

Tableau 18 : Analyse de la variance à deux facteurs contrôlés

IC individuel à 95 %			
doses	Moyenne	-----+-----+-----+-----+---	
1	0,01529	(*)	
2	-0,00812	(*-)	
3	-0,01104	(*-)	
-----+-----+-----+-----+---			
-0,00700 0,00000 0,00700 0,01400			
IC individuel à 95 %			
extraits	Moyenne	-----+-----+-----+-----+---	
1	-0,00700	(--*--)	
2	-0,00222	(--*--)	
3	0,00096	(--*--)	
4	0,00311	(--*--)	
-----+-----+-----+-----+---			
-0,00600 -0,00300 -0,00000 0,00300			

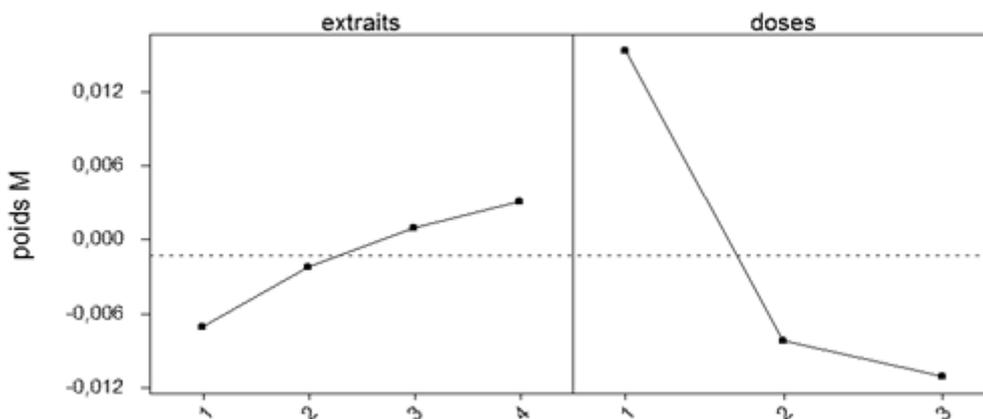


Figure 31. Graphique des effets principaux –Moyennes des données pour poids des Males

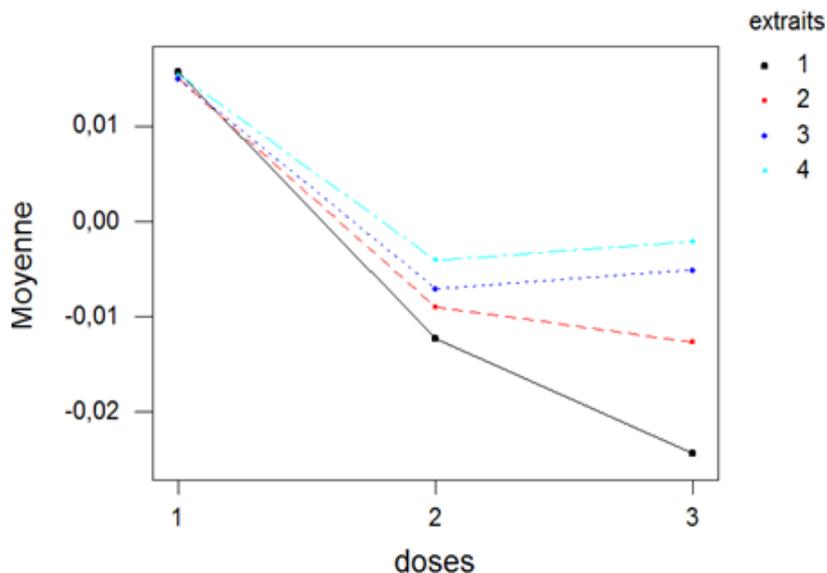


Figure 32. Diagramme d'interaction-Moyennes des données pour poids des males

1 : extrait alcaloïdique 2 : latex 3 : extrait alcoolique 4: extrait aqueux

3.3.1.2. Effet sur le gain pondéral des femelles

Une ANOVA a été réalisée a deux facteurs contrôlés, soit les facteurs dose et différents types d'extraits. Les résultats de l'ANOVA sont reportés sur le tableau 19 et les figures 33 et 34.

Tableau 19 : Analyse de la variance à deux facteurs contrôlés

Analyse de variance pour poids F					
Source	DL	SC	CM	F	P
doses	2	0,0123104	0,0061552	1107,22	0,000
extraits	3	0,0048203	0,0016068	289,03	0,000
Interaction	6	0,0033558	0,0005593	100,61	0,000
Erreur	24	0,0001334	0,0000056		
Total	35	0,0206199			
IC individuel à 95 %					
doses	Moyenne	-----+-----+-----+-----+-----			
1	0,01475			(*)	
2	-0,01836	(*)			
3	-0,02858	(*)			
		-----+-----+-----+-----+-----			
		-0,02400	-0,01200	-0,00000	0,01200

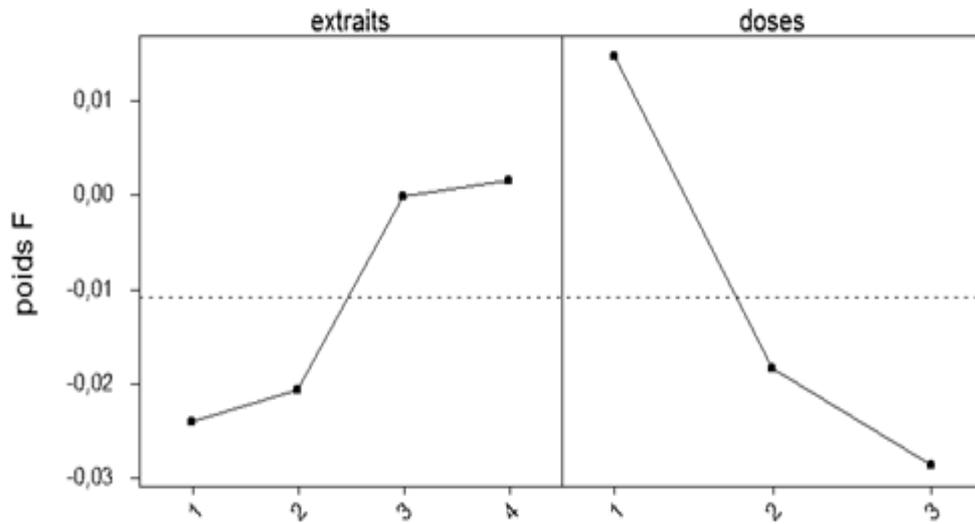


Figure 33. Graphique des effets principaux –Moyennes des données pour poids des Femelles

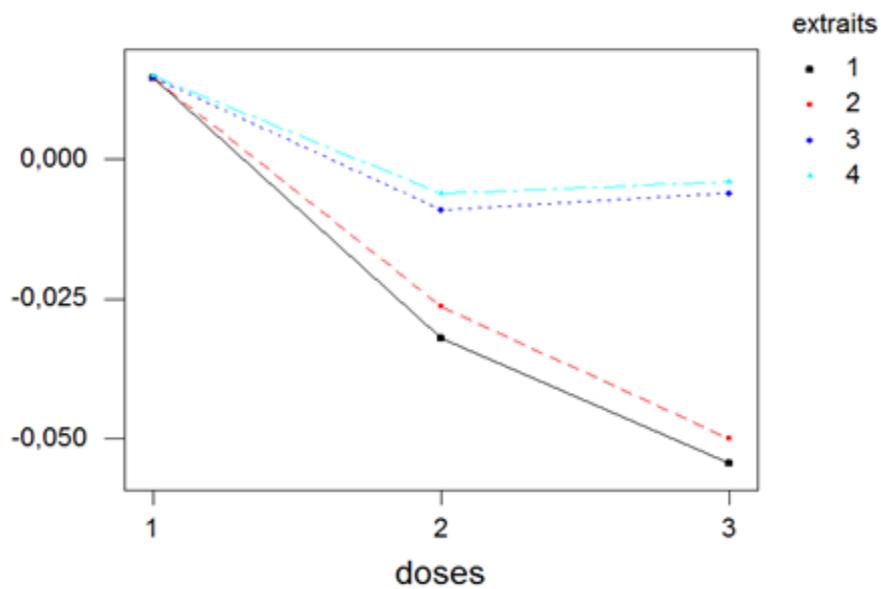


Figure 34. Diagramme d'interaction-Moyennes des données pour poids des femelles

1 : extrait alcaloïdique 2 : latex 3 : extrait alcoolique 4: extrait aqueux

3.3.2. Effet des différents extraits sur la fécondité et la fertilité de *B. germanica*

Le test de khi deux ci-dessous a été utilisé pour expliquer l'impact des différents types d'extraits sur la fécondité et la fertilité de *B. germanica*.

Tableau 20 : Test khi deux

	C1	C2	C3	C4	Total
1	60	60	53	21	194
	85,54	61,48	38,95	8,02	
2	60	34	13	0	107
	47,18	33,91	21,48	4,42	
3	104	67	36	0	207
	91,28	65,60	41,56	8,56	
Total	224	161	102	21	508
Khi deux = 7,627 + 0,036 + 5,066 + 21,009 +					
3,483 + 0,000 + 3,350 + 4,423 +					
1,774 + 0,030 + 0,745 + 8,557 = 56,100					
DL = 6, P = 0,000					

1 : oothèques formées

2 : oothèques écloses

3 : larves L1

Les résultats concernant l'effet des différents extraits sur la fécondité de l'insecte sont très significatives ($P < 0,05$). La valeur de χ^2 calculée (56,100) est supérieure à la valeur critique (12,05916 avec DDL = 6)

Pour mieux confirmer nos résultats statistiquement ; on a utilisé une ANOVA à 1 facteur ; soit le facteur extraits sur les différents paramètres de la fécondité.

Préalablement à l'analyse statistique, les données relatives aux effectifs ont été transformées par la relation $Y = \text{racine carrée } x + 3/8$ afin de stabiliser les variances et normaliser les données (Dagnelie, 1994). L'analyse de l'effet des extraits sur la

fécondité a été ensuite effectuée globalement par une analyse de la variance. Les résultats de L'ANOVA sont présentés ci-dessous

3.3.2.1. ANOVA pour oothèques formées

Tableau 21 : Analyse de variance pour oothèques formées

Source	DL	SC	CM	F	P
extraits	3	6,8280	2,2760	77,86	0,000
Erreur	8	0,2339	0,0292		
Total	11	7,0619			
IC individuels à 95 % Pour la moyenne					
Basé sur Ecart-type groupé					
Niveau	N	Moyenne	EcarType	-----+-----+-----+-----+	
1	3	4,5100	0,0000		(--*--)
2	3	4,5100	0,0000		(--*--)
3	3	4,2400	0,0693		(---*--)
4	3	2,6967	0,3349	(---*--)	
-----+-----+-----+-----+					
Ecart-type groupé =		0,1710	2,80	3,50	4,20 4,90

3.3.2.2. ANOVA pour oothèques éclos

Tableau 22 : Analyse de variance pour oothèques écloses

Source	DL	SC	CM	F	P
extraits	3	25,3152	8,4384	764,23	0,000
Erreur	8	0,0883	0,0110		
Total	11	25,4035			
IC individuels à 95 % Pour la moyenne					
Basé sur Ecart-type groupé					
Niveau	N	Moyenne	EcarType	-----+-----+-----+-----	
1	3	4,5100	0,0000		(-*)
2	3	3,4133	0,1674		(*--)
3	3	2,1633	0,1270		(*)
4	3	0,6100	0,0000	(*)	
-----+-----+-----+-----					
Ecart-type groupé =		0,1051	1,2	2,4	3,6

3.3.2.3. ANOVA pour larves L₁

Tableau 23 : Analyse de variance pour larves L₁

Source	DL	SC	CM	F	P
extraits	3	49,1725	16,3908	214,42	0,000
Erreur	8	0,6115	0,0764		
Total	11	49,7840			
IC individuels à 95 % Pour la moyenne					
Basé sur Ecart-type groupé					
Niveau	N	Moyenne	EcarType	-----+-----+-----+-----	
1	3	5,9133	0,2641	(-*)	
2	3	5,0900	0,3934	(*-)	
3	3	3,5067	0,2850	(-*)	
4	3	0,6100	0,0000	(-*-)	
-----+-----+-----+-----					
Ecart-type groupé =		0,2765		2,0	4,0
				6,0	

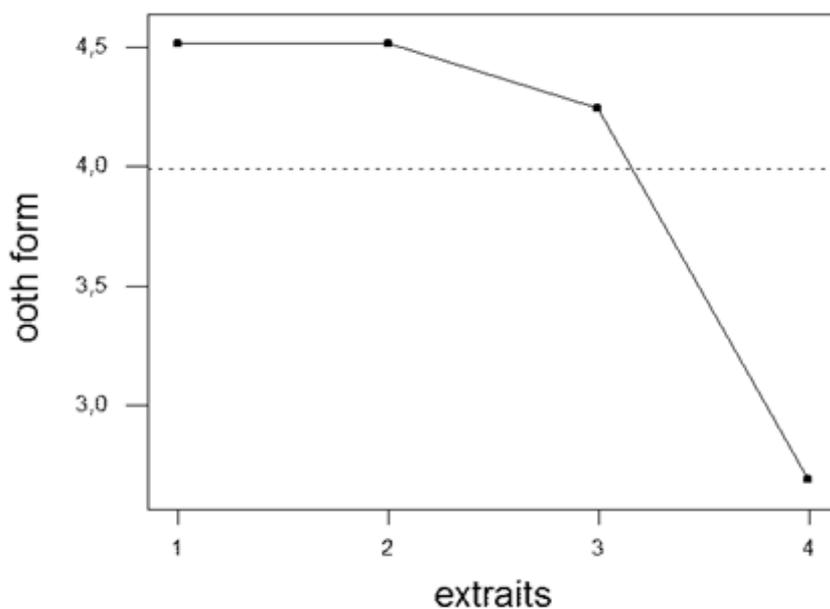


Figure 35. Graphique des effets principaux –Moyennes des données des oothèques formées

1 : extrait aqueux 2 : extrait alcoolique 3 : latex 4: extrait alcaloïdique

Le nombre d’oothèques formées (pondues) a subi l’effet négatif des extraits, en fait, il y avait une chute aigue dans le cas de l’extrait alcaloïdique (extrait 4).

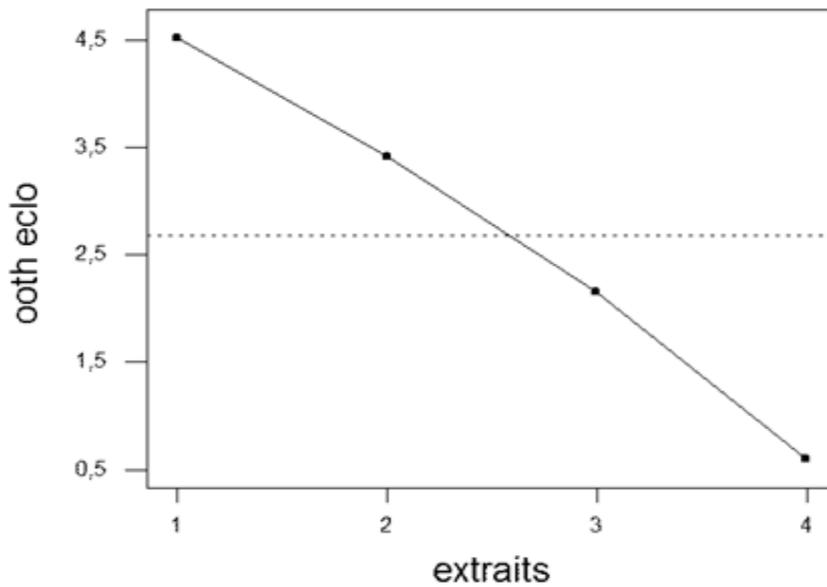


Figure 36. Graphique des effets principaux –Moyennes des données des oothèques écloses

1 : extrait aqueux 2 : extrait alcoolique 3 : latex 4: extrait alcaloïdique

L'extrait alcaloïdique (extrait 4) s'est montré très efficace envers les oothèques éclos.

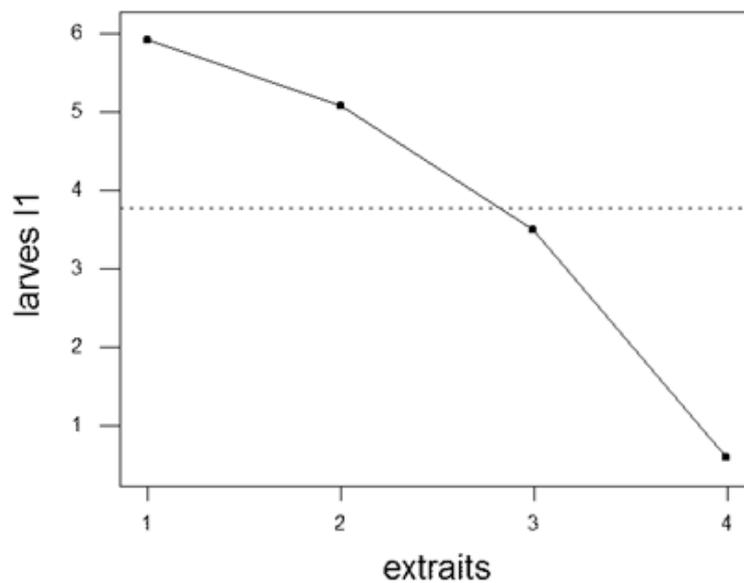


Figure 37. Graphique des effets principaux –Moyennes des données des larves du premier stade larvaire

1 : extrait aqueux 2 : extrait alcoolique 3 : latex 4: extrait alcaloïdique

Le nombre de larves du 1ier stade larvaire a diminué pour atteindre un chiffre très faible quand on a utilisé l'extrait alcaloïdique (extrait 4).

Chapitre 5

Discussion

Chapitre 5 : Discussion

Pour l'ensemble, la discussion va traiter les deux grandes parties citées dans le chapitre 4 (Résultats). Tout d'abord, elle va porter la première partie concernant l'inventaire des blattes en milieu forestier et urbain avec une évaluation de la biodiversité des espèces forestières, en utilisant deux principales techniques d'échantillonnage, dont la première est typique en forêt avec l'utilisation des pots barber et la seconde spécifique pour l'inventaire des blattes urbaines avec l'utilisation des bouteilles en plastique dans lesquelles nous avons mis des attractifs alimentaires (souvent pourris) comme des pommes, des biscuits ou des morceaux de pain, soit des cartons pliés sous lesquels les blattes vont se protéger contre la lumière. Ensuite, elle va caractériser l'impact des extraits d'une plante médicinale l'Euphorbe *Euphorbia beupleuroides*, à l'encontre de la blatte germanique *Blatella germanica*, comme espèce la plus répandue en milieu urbain dans un cadre d'essai de lutte.

1. Discussions portant sur l'étude de la faune blattoptère dans le parc national de Belzma

1.1. Inventaire et étude de quelques paramètres bioécologiques des blattes forestières.

Les blattes sont un des plus anciens ordres d'insectes avec une histoire de fossiles remontant à plus de 300 millions d'années. Il y a 4000 espèces connues dans le monde entier appartenant à six familles, Blattidae, Cryptoceridae, Polyphagidae, Nocticolidae, Blattellidae et Blaberidae (Roth, 1999 et 2003). Cependant, il est à noter que les forêts du parc national de Belezma sont caractérisées par une large diversité d'insectes avec 198 espèces (Zereg, 2010), mais aucune information n'a été apportée à ce jour sur l'inventaire, la diversité et la dynamique des espèces de blattes vivant dans ce site, ce qui répond au premier objectif de notre étude. Les travaux d'inventaire de faune et de flore dans les écosystèmes forestiers n'ont pas cessé d'attirer les chercheurs. Ils ont prouvé leur utilité dans les diverses études d'aménagement forestier (*in Habbachi, 2013*).

L'analyse des résultats des trois forêts étudiées au cours de la période allant de mars 2013 jusqu'à juillet 2014 dans le Parc national de Belezma, a montré que la faune blattoptère est représentée par 6 espèces, il s'agit de *Loboptera angulata*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*,

Phyllodromica cincticollis, *Phyllodromica trivittata* dont *Phyllodromica cincticollis* et *Phyllodromica subaptera* sont signalées pour la première fois dans le parc national de Belzma. Toutefois, il est à noter que *Loboptera angulata* et *Dziriblatia stenoptera* sont les espèces les plus abondantes. À ce jour l'Algérie compte un total de dix espèces de blattes forestières : deux espèces (*Loboptera decipiens* et *Ectobius pallidus*) sont reportées dans les forêts de la région de Guelma sous un climat subhumide (**Cherairia, 2004**) ; trois espèces (*Loboptera decipiens*, *Ectobius kervillei* et *Ectobius* sp.) au nord du pays dans la région d'Annaba où le climat est humide (**Habbachi, 2013**) ; et sept autres espèces (*Loboptera decipiens*, *Loboptera ovolobata*, *Dziriblatia nigriventris*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata* et *Ectobius* sp.) sont notées dans des forêts semi-arides dans la région de Djelfa (**Masna et al., 2014**).

Dans notre étude, les espèces inventoriées appartenant à une seule famille des Ectobiidae, réparties sur trois genres *Loboptera*, *Dziriblatia* et *Phyllodromica*. Il apparaît cependant, qu'il y a une prédominance du genre *Phyllodromica* en nombre d'espèces et du genre *Loboptera* et *Dziriblatia* en nombre d'individus respectivement 554 et 677 alors que le nombre de larves âgées est quantitativement le mieux représenté par rapport aux autres stades et ce pour toutes les espèces recensées (**Tab. 06**).

Le genre *Loboptera* est cependant le plus connu en Afrique du Nord (**Chopard, 1943**) et en Algérie (**Brunner, 1865**). En effet, ce dernier est représenté par *L. decipiens* dans les régions d'Annaba et de Guelma (**Habbachi, 2013** ; **Cherairia, 2004**) et par *Loboptera decipiens*, *Loboptera ovolobata* dans la région de Djelfa (**Masna et al., 2014**). Alors que pour notre cas, ce genre est représenté uniquement par une seule espèce qui est *Loboptera angulata*. En l'occurrence, cette espèce est de petite taille mesurant 7-10 mm de couleur noir brillant, dont les élytres latéraux squamiformes; ailes nulles. Fémurs très épineux ; tibias comprimés. Plaque sur- anale triangulaire dans les deux sexes. Plaque sous-génitale male transverse, sans styles, ce sont des espèces qui vivent dans les feuilles mortes, sous les pierres et dans les endroits un peu humides. (**Chopard, 1943**).

Les espèces du genre *Dziriblatia*, sont aussi des petites blattes dont l'origine nord-africaine, plus caractéristique de l'orthoptérofaune marocaine, se rencontrent

aussi, en Espagne et au Portugal, les élytres sont latéraux et lobi formes dans les deux sexes. (**Chopard, 1943**). Dans notre inventaire, nous avons signalé la présence d'une seule espèce de ce genre : *D. stenoptera* qui mesure entre 6 et 7 mm, à coloration noirâtre avec des taches grises, des élytres lobi formes et une tête noire. Toutefois, **Masna (2014)** rapporte la présence de *D. stenoptera* et *D. nigriventris* dans deux pinèdes semi-arides El-Khnegue à Aflou et Sénalba-Chergui à Djelfa.

Le genre *Phyllodromica* est réparti sur l'Europe, l'Asie et l'Afrique dans sa partie nord (**Princis, 1971**). Les espèces de ce genre sont de petite taille aux élytres réduits et coriaces chez les deux sexes, Les espèces de ce genre ne diffèrent à celle d'*Ectobius* que par la consistance des élytres qui sont cornés et pourvus de nervures à peine visibles et les ailes très courtes (**Chopard, 1951 in Habbachi, 2013**).

L'étude écologique de nos espèces forestières, montre une richesse totale de six espèces dans la Pineraie, cinq dans la Chênaie et trois espèces dans la Junipéraie. En effet, l'analyse factorielle (**Fig. 14**) a montré que les espèces *P.zebra* et *P.cincticollis* sont caractéristiques respectivement des stations forestières de chêne vert et de pin d'Alep

Cependant, la répartition spatiotemporelle de la faune blattoptère dans le Parc national de Belezma diffère d'une parcelle forestière à une autre et où les facteurs de la litière, notamment l'humidité et le pH de la litière sont étudiés et qui sont les plus prépondérants à la pineraie (humidité élevée 12,94% et un pH neutre 6,95). Nos résultats concordent bien avec ceux trouvés par **Antunes et al., (2008)**, qui ont montré que les différentes couvertures de végétation avaient une influence sur les arthropodes de la litière.

Les analyses physico-chimiques de la litière de chaque parcelle forestière (**Fig. 15**) montrent que le pH et l'humidité étant les principaux paramètres écologiques qui ont affecté la distribution de ces espèces dans leur biotope. En l'occurrence, il est à noter que la parcelle de *Pinus halepensis* s'est avérée la plus favorable pour nos espèces avec un pH neutre 6,95 et un taux d'humidité très élevé 12,94%. La litière des forêts de conifères est un environnement favorable pour les microarthropodes où la diversité est assez surprenante (**Madej et al., 2011**). De même les forêts de *Pinus halepensis* favorise les propriétés du sol dans une mesure qui rend ces zones

particulières et capables de soutenir une grande diversité de macro-arthropodes de la litière (**Antunes et al., 2008**). Ce qui confirme bien la diversité élevée de nos espèces de blattes recensées dans la forêt du *P. halepensis* par rapport aux autres forêts étudiées. En effet, les résineux sont connus d'avoir des sols particuliers par rapport aux feuillus. Étant composée principalement d'aiguilles, la litière possède des caractéristiques spécifiques sur tous les plans physicochimiques et dynamiques (acidité, humidité, types des humus, vitesse de décomposition et du turnover de la MO, type du sous-bois, microfaune hébergé...) (**Dajoz, 1975**).

Par ailleurs, la litière représente un facteur important grâce à son influence sur la distribution des arthropodes de sol et de litière (**Kumssa et al., 2004 ; Medianero et al., 2007 ; Arul, 2013**). Elle joue plusieurs rôles essentiels pour les macro-arthropodes dans les écosystèmes forestiers : représente une source de nourriture (**Ruan et al., 2005**), intervient dans la régulation des conditions microclimatiques à la surface du sol (**Ober et DeGroot, 2014**), son épaisseur influence l'abondance et la distribution verticale des arthropodes et de la faune hypogée (**Bultman et Uetz, 1984**).

L'analyse canonique utilisée (**Fig. 16**) a confirmé également que les deux facteurs déterminant la distribution des abondances des blattes dans nos forêts sont l'humidité et le pH de la litière. Les variations de la teneur en humidité de la litière et/ou du sol affectent les interactions entre les deux composantes microbiennes et fauniques dans la chaîne alimentaire des détritivores en modifiant la densité de population, l'activité des arthropodes dans la litière et leur stratification verticale (**Swift et al., 1979**). En outre, les variations de pH entraînent des changements dans la composition et l'abondance des peuplements d'arthropodes ainsi que leurs interactions avec d'autres organismes (**Chikoski et al., 2006**).

Cependant, toutes les espèces inventoriées présentent deux générations annuelles, dont une printanière et l'autre automnale à l'exception de l'espèce *Phyllodromica trivittata* qui présente une seule génération estivale (**Fig. 12**), ce qui témoigne l'effet crucial de la variation temporelle des facteurs climatiques influençant directement les insectes, leur nourriture et leur biotope (**Cornwell, 1968; Benson, 1988**). En outre notre étude a fait révéler que la dynamique des populations des stades phénologiques : Jeunes larves, Larves âgées, Adultes diffère significativement

entre les trois types de forêts, les mois d'étude et leur interaction « Forêts – Mois » (**Tab. 08**).

Concernant la structure et l'organisation des blattoptères recensés, il est à signaler que l'espèce la plus dominante dans nos trois parcelles d'étude est *Loboptera angulata* avec une fréquence centésimale maximale de 39,93% ce qui traduit qu'elle a trouvé des conditions favorables de pH et d'humidité pour survivre dans ce milieu. Alors que l'espèce *P. zebra* présente la plus faible fréquence 1,77%. Nous notons par ailleurs que la répartition de ces espèces diffère d'une parcelle à une autre (**Tab. 09**) Nous signalons par ailleurs, que toutes nos espèces sont constantes dans le biotope étudié à l'exception de *P. zebra* qui reste comme une espèce accidentelle. La composition des communautés est en relation avec les changements de température et d'humidité des différentes saisons affectant leur développement et leur activité (**Landin ,1961 et Hanski ,1991**).

La régularité de la distribution des espèces est un élément important de la diversité. Une espèce représentée abondamment ou par un individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème. La présence d'espèces très dominantes entraîne mathématiquement la rareté de certaines autres : on comprend donc assez intuitivement que le maximum de diversité sera atteint quand les espèces auront une répartition très régulière. (*in Zeguerrou, 2012*).

Dans notre étude, le calcul de l'indice de diversité de Shannon a permis de donner une idée sur la répartition de la diversité de la faune blattoptère étudiée. Il ressort que durant toute la période d'étude au Parc National de Belezma, une diversité élevée est observée avec une valeur de 2,00 bits dont le maximum est égal à 2.58 bits correspondant à six espèces notées dans la forêt de *Pinus halpensis*, indiquant un peuplement forestier diversifié, alors que la plus faible est notée dans la station de Génévrier. L'indice de diversité de Shannon renseigne sur la structure d'un peuplement et sur la façon dont les individus sont répartis (**Daget, 1976**). Cet indice est actuellement considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité (**Blondel et al., 1979**). C'est un indice indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (**Dajoz, 2006**).

Toutefois, la forêt de *Juniperus phoenicea* a révélé la valeur la plus élevée de l'équitabilité avec 88%, alors que cette dernière n'était que de 77% dans *P. halepensis*. En revanche, les valeurs de l'équitabilité étant supérieur à 77% indiquent que tous les peuplements des trois forêts sont bien équilibrés à l'acceptation du peuplement de *P. halepensis* qui se caractérise par une valeur d'équitabilité de 77%, cette valeur est assez proche de l'unité ce qui reflète que les espèces de ce milieu présente un léger déséquilibre. **Barbault (1981)**, signale que l'équitabilité dépend à la fois de la richesse spécifique S et de la répartition des effectifs entre les diverses espèces.

Les résultats du sex-ratio (**Tab. 07**) montrent qu'il est en faveur des femelles et ce pour toutes les espèces échantillonnées. Cette observation est en concordance avec les résultats de plusieurs études. Nous citons entre autre, **Boely (1979, 1980)** qui a souligné que chez les Clupéidés, les femelles sont souvent légèrement plus nombreuses que les mâles, **Conand (1977)** qui a signalé aussi une sex-ratio légèrement en faveur des femelles de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita* (Clupeiformes: Clupeidae) (52.20 %) sur les côtes sénégalaises et **Andreu et Rodriguez-Roda (1952)** aux Baléares ont noté également une prédominance significative des femelles de cette espèce *Sardinella aurita* surtout pendant la saison de reproduction.

En général, les femelles de la plupart des espèces d'insectes sont beaucoup plus élevées que les mâles (**Blanckenhorn, 2005**). Cette observation a également été déterminée comme étant vraie pour les scarabées femelles dans des études antérieures sur *Gonioctena quinquepunctata* (**Mađerek et al., 2015**) et *Altica brevicollis coryletorum* (**Lukowski et al., 2015**).

Les captures et les taux de survies différentielles entre mâles et femelles sous certaines conditions environnementales peuvent expliquer le déséquilibre de la sex-ratio (**Bal et Rao, 1984**).

1.2. Inventaire des blattes urbaines

Concernant l'inventaire des blattes urbaines, Plusieurs travaux ont été conduits afin de déterminer ce groupe d'insectes essentiellement rencontrés dans les habitations des différentes régions du monde, nous citons entre autre les travaux de

Rehn et Hebard (1927), réalisant une clé de 156 espèces (comprenant 47 genres de Blattes) dans l'Ouest Indien, **Hebard (1929)** qui a déterminé la clé des espèces Malaisiennes. **Rehn (1931, 1937)**, qui a proposé la description et la clé de nombreuses espèces Africaines et des Blattes Malgache et **Chopard (1943)** qui a élaboré une clé de 14 genres des Orthoptéroïdes en Afrique du Nord. En Algérie, nous citons (**Messikh, 1994 ; Habes, 2006**) dans la région d'Annaba et **Habbachi (2013)**, qui a prospecté quelques régions dans l'est algérien (Annaba, Hjar-Ediss, Guelma, Souk-Ahras, Azzaba, Ouled Djelal et El-Oued) ont signalé la présence de *P. americana*, *B. germanica* et *B. orientalis* dans les immeubles, les magasins, les boulangeries de la région, **Cherairia (2004)**, dans la région de Guelma, qui a met l'accent sur quatre espèces de blattes domestiques : *P. americana*, *B. germanica*, *B. orientalis* et *S. longipalpa*. Les prospections réalisées dans la région de Tébessa, ont permis de recenser deux espèces de Blattes domestiques : *B. germanica* et *B. orientalis* (**Tine, 2013**).

Pour notre cas, nous avons inventorié un total de trois espèces de blattes urbaines recensées dans différents milieux urbains de la région de Batna, soit une maison, une boulangerie et la maternité. Ces espèces sont : La blatte germanique *Blattella germanica*, la blatte orientale *Blatta orientalis* et la blatte américaine *Periplaneta americana*.

Toutefois, il est à noter que les adultes des blattes recensés sont mieux répandus par rapport aux larves et ce pour les trois espèces inventoriées ainsi qu'au niveau des trois sites visités (**Fig. 17, Fig. 18, Fig. 19**). Nos résultats sont similaires à ceux de **Tine (2013)** dans la région de Tébessa qui a recensé les mêmes espèces avec les mêmes observations.

Par ailleurs, l'espèce *B.germanica* est la plus abondante en nombre d'individus (97) suivie respectivement par *Blatta orientalis* et *Periplaneta americana*. Et la mieux représentée dans la maternité par rapport aux autres milieux d'étude. Cette espèce est surtout fréquente en ville (**Cornwell, 1968 ; Hamman et Gold, 1994 ; Rust et al., 1995**) dans toutes sortes de locaux chauds, humides et liés à la nourriture et même dans des bases militaires (**Wright et Mc Daniel, 1969, 1973**).

2. Discussions portant sur l'effet des différents types d'extraits d'*Euphorbia beupleuroides* vis-à-vis de *Blattella germanica*.

Cette partie a une fois de plus permis de ressortir l'efficacité et la toxicité de quatre types d'extraits des drogues de l'euphorbe (aqueux- alcoolique-Latex et l'extrait alcaloïdique) vis-à-vis de la blatte germanique, connue en tant que ravageur important des maisons, des restaurants et des installations commerciales de transformation alimentaire dans le monde entier (Nasirian *et al.*, 2011). Et considérée aussi, comme indicatrice importante d'hygiène, en provoquant des réactions allergiques chez les personnes sensibles et en transmettant plusieurs pathogènes humains comme les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Yeom *et al.*, 2012). Les effets toxiques sur les blattes, en particulier ceux qui sont dérivés d'extraits de plantes sont réalisées ou en cours, tels (Peterson *et al.*, 2008 ; Ahmad *et al.*, 1995 ; Liu *et al.*, 2011). Pour notre cas, en plus de la toxicité de ces extraits, il est à noter que nous avons également étudié leur effet sur quelques paramètres biotiques de l'insecte considéré.

2.1. Discussions relatives à l'efficacité et à la toxicité des quatre types d'extraits vis à vis de *B. germanica*.

Les tableaux (10, 11, 12 et 13) regroupent l'évolution temporelle des pourcentages de mortalité moyenne et corrigée enregistrés pour les différentes répétitions témoins et traités par les différents modes d'extraction ainsi que l'extrait alcaloïdique. L'effet toxique constaté diffère d'un mode d'extraction à l'autre.

En effet, l'efficacité et la toxicité par ingestion de l'extrait aqueux d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*, montrent que la mortalité moyenne des individus de *Blattella germanica* augmente avec l'augmentation des différents temps d'exposition et concentrations utilisées de l'extrait aqueux, au bout de 28 jours, la mortalité des mâles est plus importante que celle des femelles atteignant 53.33% à la forte concentration de (20 %) (Tab. 10). Ces résultats sont similaires à ceux de Tine *et al.*, (2011), qui a montré que l'Azadirachtine provoque la mortalité des adultes de *B. orientalis*, et à ceux de Haile ,(2015) qui a montré aussi que les extraits des feuilles de *Agarista salicifolia* ont causé une mortalité significative sur les adultes de la blatte à bandes brunes à des concentrations élevées. Alors qu'ils sont incompatibles avec

ceux de **Masna (2016)**, qui a montré par contre, une faible activité insecticide des extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* contre les adultes de *B. germanica*, même à des concentrations élevées. En effet, la moyenne de mortalité des adultes est dépendante de la concentration et de la période d'exposition. La mortalité la plus élevée a été obtenue après 4 h d'exposition et sa moyenne a été augmentée avec l'augmentation de la concentration. Les résultats observés montrent que tous les adultes ont été tués à 0,1 mg/mL à 1,44 mg/mL dans le cas de l'extrait aqueux et 1,33 mg/mL à 0,05.

Les valeurs des TL50 et TL90 aussi diminuent avec l'augmentation de la durée de traitement et/ou la concentration du produit. Nos résultats montrent que la mortalité des mâles est plus importante que celle des femelles, les calculs des TL50% et des TL90% indiquent ces différences, en effet après 28 jours d'exposition, les valeurs de TL50 et TL90 sont de $16,632 \pm 1,05$ et $25,20 \pm 2,21$ respectivement (**Tab. 14**).

Dans des études antérieures, la toxicité des Euphorbiacées a été attribuée aux composés toxiques ayant des propriétés insecticides tels que les esters de phorbol (**Makkar et al., 1998; Devappa et al., 2010**). **Fatnassi, (2014)**, a montré après 24 h d'exposition, une mortalité de 100% pour les extraits aqueux des graines de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) et entre 60 et 100% pour les extraits aqueux des feuilles selon provenances, la mortalité la plus élevée est observée à 1 mg / ml contre *C.pipiens* L. avec CL 50 de 0,49% pour l'extrait aqueux de pépins.

Concernant l'efficacité et la Toxicité par ingestion de l'extrait méthanolique d'*E. beupleuroides* sur *B .germanica* ; il a été noté que ce dernier est le plus toxique par rapport à l'aqueux. Un taux de mortalité de 86,67% est observé au 28 ieme jour après traitement pour les mâles, Il est de 76,67 % chez les femelles et de 83,33% chez les larves L3 après 21 jours de traitement et cela avec la dose la plus forte de 100% (**Tab. 11**). Ces résultats sont en accord avec ceux de de **Lone et al., (2012)** qui a montré une mortalité plus élevée des nématodes (98%) dans les concentrations plus élevées (50 mg ml⁻¹) d'extrait méthanolique de *E.helioscopia* par rapport à ces extraits aqueux. Nous citons aussi **Haile, (2015)**, qui a montré que les extraits des feuilles de *Agarista salicifolia* ont causé une mortalité significative sur les adultes de la blatte à bandes brunes à des concentrations élevées.

Par ailleurs et dans le même sillage, nous avons enregistré des (TL 50= 15,09 ± 1,21 et TL90 =26,5453 ± 2,011) pour les mâles, des (TL 50= 19,12±1,65 et TL90 =36,25±4,32) pour les femelles après 28 jours de traitement et des (TL50=8,96±1,10 et TL90= 23,27±3,32) pour les larves L3 après 21 jours de traitement. Ces résultats concordent bien avec ceux de **Kesetyaningsih, (2012)**, qui a signalé que les extraits des feuilles d'*Annona squamosa* à des concentrations de 25%, 50%, 75% et 100%, montrent une forte mortalité contre la blatte américaine *Periplaneta americana*, avec une DL50 de (61,30%), et que cette mortalité en diminue avec la diminution de la concentration de l'extrait utilisé. Également sont similaires avec ceux de **Khanna et al., (2003)**, qui ont montré que l'extrait éthanolique de *Euphorbia nivulia* exerce une activité insecticide puissante contre le ravageur de stockage *Sitophilus oryzae*. La mortalité (100%) a été obtenue à 39,6 ± 1,4 et 14,5 ± 1.1min pour 1%w/v et 5%w/v, respectivement.

Sumbal, (2014), a montré l'effet de l'extrait méthanolique des feuilles d'*Euphorbia helioscopia* sur *Pediculus humanus*. Des taux de mortalité de 5,33% ± 0,58, 6,00% ± 0,57 et 7,67% ± 0,34 en s'alimentant de 100, 200 et 300 ppm, respectivement après 6 heures d'expérience. La valeur de la CL50 était de 0,04% et la valeur de CL90 était de 0,12%. Après 12 heures d'essai, le taux de mortalité sur les mêmes concentrations (100, 200 et 300 ppm) était de 8,33% ± 0,34, 10,67% ± 0,89 et 13,67% ± 0,89 et, la valeur de la CL50 était de 0,015% et celle de la CL90 était de 0,146%. Le taux de mortalité maximale a été observé après 24 heures d'essai pour toutes les concentrations (13,67 % ± 0,89, 14,33% ± 0,89 et 16,67 % ± 0,33), la valeur de la CL50 était de 0,003% et la valeur de la CL90 était de 0,095%.

Pour ce qui est de l'efficacité et la Toxicité par ingestion de l'extrait brut (Latex) d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*, nous notons que l'augmentation des taux de mortalité des adultes de *B. germanica* sous l'effet de Latex a été associée avec celle de la durée d'exposition et la concentration utilisée. En effet, il a été enregistré aussi, que la mortalité des mâles est plus importante que celle des larves et des femelles, soit une mortalité de 100% a été atteinte au 21^{ème} jour du traitement aussi bien chez les mâles ainsi que chez les femelles, avec une dose de 75% , par contre une mortalité de 100 % a été enregistrée chez les larves au bout de 21^{ème} jour de traitement avec une dose de 100%.

Les valeurs de TL50 et TL90 sont de $0,44 \pm 4,07$ et $10,93 \pm 1,73$ pour les mâles et ($TL50=6,04 \pm 188,91$ et $TL90=7,734 \pm 143,68$) pour les femelles. Dans la littérature, la famille des Euphorbiaceae est connue par l'importance du latex disponible dans les feuilles et l'écorce de la plupart de ces espèces. **Vimal et Das, (2014)**, ont rapporté que l'extrait du latex d'*Euphorbia antiquorum* L. a montré une forte toxicité contre les larves de *Aedes aegypti* avec une valeur de CL50 de 10.70 ml/dl après 48 h d'exposition, Aussi les propriétés larvicides du latex d'*Euphorbia tirucalli* L. contre les larves des 'Anophèles ont été évaluées par **Mwine (2010)**. Les résultats ont indiqué que le latex a provoqué une mortalité totale à la dilution la plus élevée pendant 5 jours. Les TL50 et TL90 de la même dilution ont été atteints à 12 and 36 h respectivement.

La toxicité du latex revient à sa richesse en terpènes et en esters de triterpénoïdes (**Khan et al., 1989; Rasool et al., 1989**). Ils sont les composés les plus pertinents pour la toxicité et les activités biologiques insecticides et pesticides (**Singh, 2012, Sandhyarani et Kumar, 2014; Vimal et Das, 2014**). De nombreuses études ont montré l'effet amibienne (**Tona et al., 2000**), l'activité nématocide (**Liu et al., 2014**), et l'activité anti-termite (**Upadhyay, 2013**) des terpènes présentes dans le latex.

En fin, les résultats de l'efficacité et la toxicité par ingestion des alcaloïdes extraits d'*E. beupleuroides* sur *B. germanica*, ont révélé que l'augmentation du taux de mortalité des adultes de *B. germanica* a été associée avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition à l'extrait alcaloïdique, il a été enregistré cependant, un taux de mortalité de 100% et 66,67% chez les mâles et les femelles et cela avec la dose la plus faible (25%) au bout de 21 jours pour atteindre après 28 jours et avec une dose de 50% les 100% de morts et ce pour les deux sexes de la Blatte. concernant les larves 100% de mortalité a été enregistrée après 21 jours avec la dose 75%. Ceci confirme bien que cet extrait s'avère le plus toxique et le plus efficace contre les adultes et les larves de *B. germanica*. les valeurs de TL 50 et TL50 sont de ($TL\ 50= 6,19 \pm 155,15$ et $TL90 =7,85 \pm 164,05$) pour les mâles, de ($TL50=5,42 \pm 336,88$ et $TL90=7,24 \pm 51,79$) pour les femelles et de ($TL\ 50 =1,15 \pm 3,86$ et $TL90 =7,24 \pm 75,35$) pour les larves.

L'ingestion des feuilles de chou traitées par les extraits alcaloïdiques d'*Euphorbia guyoniana*, engendre des pourcentages de mortalités de l'ordre respectivement de 90,0% et 100% chez les larves L5 mâles et femelles de *S. gregaria* respectivement (**kemassi, 2014**). **Abbassi et al., (2003)**, rapportent que l'extrait alcaloïdique de *Peganum harmala* cause une mortalité imaginale chez *S. gregaria* de 37% au bout du 30e jour. Ce taux de mortalité, est de l'ordre de 83% et 66% pour les mêmes extraits alcaloïdiques de *Calotropis procerea* et de *Zygophyllum gaetulum* respectivement. L'effet insecticide de quatre alcaloïdes contre les larves de *D. melanogaster* a été déterminé avec un régime artificiel contenant les composés testés. Parmi les quatre alcaloïdes, la castoramine (2) avait la plus grande activité. Lorsque les larves ont été nourries avec le régime contenant 2,08 µmol / ml de castoramine, une mortalité pour toutes les larves avec une concentration létale à 50% (CL 50) à 1,00 µmol / mL de concentration a été observée (**Miyazawa et al., 1998**).

Bouziane (2012), rapporte des temps létaux TL50 de 27,61 jours et 12,39 jours pour les larves L5 et les adultes respectivement du criquet pèlerin sous l'effet de l'ingestion des feuilles de chou traitées par les extraits alcaloïdique et aqueux de *Peganum harmala*.

2.2. Discussions portant sur l'impact des différents types d'extraits d'Euphorbe sur le gain pondéral et la fécondité de *B. germanica*

Dans notre étude, la fécondité et la fertilité sont représentées par trois paramètres soit, le nombre des oothèques formées, le nombre des oothèques écloses et le nombre des larves L1. Les résultats montrent que les trois extraits brutes ainsi que l'extrait alcaloïdique testés ont révélé une activité biologique très intéressante à l'égard de la fertilité et la fécondité de *Blattella germanica*, Les résultats concernant l'effet des différents extraits sur la fécondité de l'insecte sont très significatives ($P < 0,05$). La valeur de χ^2 calculée (56,100) est supérieure à la valeur critique (12.05916 avec DDL = 6), les résultats de l'analyse de variance (**Tab. 21, Tab. 22, Tab. 23**) montrent l'effet significatif des quatre extraits sur la fécondité et la fertilité.

Cependant, l'extrait alcaloïdique et le latex montrent les effets létaux les plus élevées (**Fig. 35 ; Fig. 36 ; Fig. 37**). Nos résultats sont bien confirmés par plusieurs auteurs qui ont observé une réduction importante du nombre d'œufs pondus de nombreux arthropodes sous l'effet des extraits des euphorbiacées, nous citons entre

autre (Souza *et al.*, 1992 et Mello-Silva *et al.*, 2007) qui ont montré une réduction de la fécondité de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) exposé à *Euphorbia splendens*. De nombreux travaux montrent en l'occurrence, la réduction de la fécondité chez les insectes traités par différents extraits des Euphorbiacées. Gu, (2007), a montré ainsi, que l'extrait éthéré des racines d'*E. fischeriana* présente une forte toxicité de contact contre les adultes et les œufs de carmin tétranyque, *Tetranychus cinnabarinus*. De même, Ateyyat *et al.*, (2009), ont rapporté que le pourcentage le plus élevé de mortalité des œufs de l'aleurode du coton (20%) a été causé par l'extrait d'*Euphorbia hierosolymitana*. Al-Jarian, (2008), a mentionné que le taux de mortalité des œufs de *M. domestica* étaient 100% à la concentration de 10 mg / ml lorsqu'ils sont traités avec des extraits d'alcaloïdes et terpénoïdes d'*Euphorbia peplus*.

Concernant le gain pondéral, nous notons que les quatre types d'extraits ont révélé une action concernant la perte de poids chez l'insecte. Toutefois, l'extrait alcaloïdique avec le latex se montrent les plus efficaces sur le poids des blattes avec une action plus marquante de l'extrait alcaloïdique. Ces extraits induisent d'abord des réductions de mouvements de l'insecte qui sont bien observés pour le latex et l'extrait alcaloïdique suivis par des pertes de poids avant que l'insecte soit mort. En effet, la dose et le mode d'extrait présentent un effet significatif sur le poids des individus de la blatte germanique. ($F=1068,97$; $P=0,000$), ($F=1107,22$; $P=0,000$) chez les mâles et femelles respectivement (Fig. 31 ; Fig. 32 ; Fig. 33 ; Fig. 34), Nos résultats sont similaires avec ceux de (Bouziane, 2012) qui ont montré des effets significatifs des extraits foliaires bruts et de l'extrait alcaloïdique d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae), vis-à-vis des larves L5 et des individus adultes de *Schistocerca gregaria*. Des effets significatifs ont été montrés sur la durée larvaire, le poids des larves et des pupes, ainsi que la longévité, la fertilité par l'utilisation des extraits des feuilles de *Euphorbia hirta* contre *Helicoverpa armigera*, bien que leurs effets étaient dépendants de la dose (Durga Devi, 2014).

Conclusion générale et Perspectives de recherche

Conclusion Générale et Perspectives de recherche

L'inventaire des blattes dans le parc national de Belezma , dans les trois parcelles forestières : Une pineraie, une juniperaie et une chênaie, réalisé mensuellement pendant une période allant du mois de mars 2013 à juillet 2014, en employant deux techniques d'échantillonnage, la chasse à vue classique et les pots barber, nous a permis de mettre l'accent sur l'existence de six espèces de blattes forestières : *Loboptera angulata*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincticollis*, et *Phyllodromica trivittata*, appartenant toutes à une seule famille des Ectobiidae et qui sont toutes échantillonnées dans la litière des trois sites étudiés dont les espèces *Loboptera angulata* et *Dziriblatia stenoptera* sont les plus abondantes . Toutes ces espèces présentent deux cycles par an (printanière et automnale) à l'exception de *Phyllodromica trivittata* qui montre un seul cycle estival. Cependant et compte tenu des résultats du sexe ratio obtenus, ces derniers montrent qu'il est en faveur des femelles et ce pour toutes les espèces échantillonnées dans nos trois parcelles.

Les analyses physico-chimiques de la litière de chaque parcelle forestière montre que le pH et l'humidité étant les principaux paramètres écologiques qui ont affecté la distribution de ces espèces dans leur biotope où la parcelle de *Pinus halepensis* s'est avéré la plus favorable pour nos espèces avec un pH neutre et un taux d'humidité peu élevé. En revanche et dans le même sillage, une diversité élevée est observée avec une valeur de 2.00 bits dont le maximum est égal à 2.58 bits correspondant à six espèces notées dans la parcelle suscitée, indiquant un peuplement forestier diversifié. Nous signalons par ailleurs, que toutes nos espèces sont constantes dans le biotope étudié à l'exception de *P. zebra* qui reste comme une espèce accidentelle.

L'inventaire urbain réalisé dans trois stations différentes : Une boulangerie, une maison et une maternité grâce à la technique de capture manuelle et en utilisant des pièges attractifs, nous a permis de recenser trois espèces de Blattes, *B. germanica* et *B. orientalis* et *Periplaneta americana*, dont *B. germanica* est l'espèce la plus répondue.

Cependant, vu l'importance quantitative de la blatte germanique dans nos trois locaux étudiés et compte tenu de son indication d'hygiène et en tant qu'espèce allergisante souvent citées dans la littérature, une mise en évidence de l'efficacité et de la toxicité de quatre types d'extraits d'*Euphorbia bupleuroides* (aqueux-alcoolique-Latex et l'extrait alcaloïdique) vis-à-vis de cet insecte ainsi de leur impact sur quelques paramètres biotiques de la *B. germanica* sont étudiés.

En effet, ces différents extraits testés possèdent une bonne activité insecticide à l'encontre des adultes et des larves de *B. germanica*. La mortalité varie en fonction du mode d'extrait utilisé dont l'alcaloïdique et le latex sont les plus mortels et présentent les effets létaux les plus élevés. Leur efficacité et leur toxicité sont corrélées positivement avec les concentrations utilisées et avec la durée de traitement. Des effets significatifs ont été également montrés sur la croissance pondérale, la fécondité et sur la fertilité. Toutefois, l'extrait alcaloïdique avec le latex se montrent les plus efficaces avec une action plus marquante de l'extrait alcaloïdique.

En perspective, il est souhaitable de :

- Poursuivre l'inventaire des blattes aux échelles d'autres parcelles forestières non prospectées dans la région de Batna.,
- Intégrer l'action des autres facteurs environnementaux (climat et autres) tout approfondissant d'avantage l'effet de la litière et ce sur la répartition de la faune blattoptère.
- Etudier l'action des drogues et du latex d'*Euphorbia bupleuroides* sur d'autres paramètres biologiques et physiologiques notamment sur le métabolisme glucidique et protéique de *Blattella germanica*.,
- Et étudier l'effet insecticide des huiles essentielles d' *Euphorbia bupleuroides* vis-à-vis de *Blattella germanica* pour mieux caractériser le pouvoir insecticide de cette plante médicinale.

Pour finir, notre espoir est que dans un avenir aussi proche que possible, nous puissions réduire les traitements pesticides contre les blattes domestiques qui ont pu développer une résistance aux insecticides. La valorisation des extraits d'*Euphorbia bupleuroides* et d'autres plantes dans la lutte intégrée est à espérer alors !

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Abbassi K., Atay-Kadiri Z., Ghaout S., 2003.** Biological effects of alkaloids extracted from three plants of Moroccan arid areas on the desert locust. *Physiological Entomology* 28, 232–236.
- Abbott W.S., 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Abdellaoui K., Benhalima-Kamel M., Benhamouda M.H., 2009.** Effets de l'acide gibbérellique sur le développement et la longévité du criquet migrateur asiatique *Locusta migratoria migratoria* L. (Orthoptera, Acrididae). *Zool. baetica*, 20: 3-19.
- Abdessemed K., 1981.** Le Cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma- Étude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse de Docteur – ingénieur. Faculté des Sciences et Techniques. Saint-Jérôme, Marseille, 149 p.
- Ahmad F.B.H., Mackeen, M.M., Ali, A.M. Mashirun, S.R, Yaacob, M.M., 1995.** “Repellency of essential oils against the domiciliary cockroach, *Periplaneta Americana* (L.)”, *Insect Science and Its Application* Vol 16 (3-4), 391-393.
- Alioua Y., 2012.** Bioécologie des araignées dans la cuvette de Ouargla. Mémoire de magister. Université de Ouargla (Algérie). 94pp.
- Andreu B., Rodriguez-Roda J., 1952.** Considération sur la proportion des sexes dans la pêche de poissons pélagiques dans la Méditerranée et leur signification statistique. *Vie et Milieu. Suppl. 2* : 271 – 281.
- Aichour S., 2015.** Etude chimique d'une Euphorbiaceae : *Euphorbia bupleuroides*. Thèse de Doctorat. Université de Batna (Algérie). 313 pp.
- Al-Jarian R.A., 2008.** The effect of extracted alkaloids and terpenoids of *Euphorbia peplus* L. on the biological performance of house fly *Musca domestica* L.(Diptera : Muscidae).M.Sc. Thesis. Dep.of Biology, College of Science, University of Baghdad.

- Antunes S.C., Pereira R., Sousa J.P., Santos MC., Gonçalves F., 2008.** Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal). *Eur J Soil Biol* 44: 45–56.
- Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Mahari S., 2006.** Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicides : *Culex pipiens* (Linne), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen) . *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (2), 67-71.
- Appel A.G., Stanley M.J., 2000.** Laboratory and field performance of an imidacloprid gel bait against german cockroaches (Dictyoptera: Blatellidae). *Journal of Economic Entomology* 93 (1): 112-118.
- Appel A.G., 2003.** Laboratory and field performance of an indoxacarb bait against German cockroaches (Dictyoptera: Blatellidae). *Journal of Economic Entomology* 96 (3): 863-870.
- Arlian LG., 2002.** Arthropod allergens and human health. *Annu Rev Entomol* 47:395–433.
- Arul Pragasam L., 2013.** Litter arthropod population in tropical dry evergreen forests of India. *International journal of environmental sciences* Volume 3, No 6, 12p.
- Ash N., Greenberg B., 1980.** Vector potential of the German Cockroach in dissemination of *Salmonella enteritidis* serotype typhimunum. *J. Med. Entomol.* 17: 41 7423.
- Ateyyat M.A., Al-Mazra'awi M., Abu-Rjai T., Shatnawi M.A., 2009.** Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as Imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *J. Insect Sci.*, 9: 15.
- Bal D.V., Rao K.V., 1984.** Marine fisheries. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi. 470 pp.

- Barbault R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris. 200 p.
- Bell W.J., Roth L.M., Nalepa C.A., 2007.** Cockroaches: Ecology, Behavior, and Natural History. Baltimore, MD, USA: Johns Hopkins University Press.
- Bellakhdar J., 1997.** La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle. Ibis Press, pp. 290-291.
- Belloula A., 2008.** Inventaire floristique et faunistique au niveau des falaises rocheuses au PNB – Batna. Mémoire d'ingénieur. Université de Batna (Algérie).
- Bennett G., 1977.** The domestic cockroach and human bacterial disease. *Pest Control*.45 :22-24.
- Bencherif F., 2010.** Contribution à l'étude des insectes d'intérêt médical dans les régions de Batna et de Biskra : Cas particulier des phlébotomes (Diptera : Psychodidae). Mémoire de Magister. Université de Batna (Algerie). 140 pp.
- Benson E.P., 1988.** Ecology and control of the smokybrown cockroach, *Periplaneta fuliginosa* (Serville), in South Carolina. PhD. Dissertation. Clemson University, Clemson, SC.
- Bentouati A., 1993.** Première approche à l'étude de la croissance et de la productivité du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) dans le massif de Bélezma. Mémoire de Magister. Université de Batna. 63 p.
- Blanckenhorn W.U., 2005.** Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism. *Ethology*, 111: 977–1016.
- Blondel J., 1979.** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- Boely T., 1979.** Biologie de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847 et *Sardinella maderensis*, Lowe, 1841) des côtes sénégalaises. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paris VI (France). 219p.
- Boely T., 1980.** Etude du cycle sexuel de la sardinelle plate, *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) des côtes sénégalaises. *Cybiurn* 3 ème série, 8 : 77 – 88.

- Bouchikhi Tani Z. 2010.** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université de Tlemcen. 169p.
- Bouguenna S., 2010.** Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma (Nord-est du parc national de Belezma, Batna). Mémoire de Magistère. Université de Batna (Algérie).175pp
- Bouziane N., 2012.** Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) récoltés au Sahara Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de magister. Université de Ouargla, (Algérie).46p.
- Brunner V.W., 1865.** Nouveau Système des Blattaires. Forgotten Books. 448 pp.
- Brenner R.J., Barnes K.C., Helm R.M., Williams L.W., 1991.** Modernized society and allergies to arthropods: risks and challenges to entomologists. Am. Entomol. 37: 143-155.
- Brenner R.J.,** In Understanding and Controlling the German Cockroach; Rust, M. K.; Owens, J. M.; Reiersen, D. A., Eds. 1995. Oxford Univ. Press: NY, 1995, pp 77–92.
- Breure-Scheffer J.M., 1989.** Le monde étrange des insectes. Ed. comptior du livre crealivres, Paris, p. 5.
- Bruneton J., 1996.** Plantes toxiques : Végétaux dangereux pour l’homme et les anomaux. Technique et documentation, Paris.
- Bultman T.L., Uetz G.W., 1984.** Effect of structure and nutritional quality of litter on abundances of litter-dwelling arthropods. American Midland Naturalist 111, 165–172.
- Cardone V., Gauthier J. 1979.** How long will Salmonella bacteria survive in German cockroach intestines? Pest Control 47:28, 30.

- Chabra S.C., Mahunnah L.A., Mshiu E.N., 1990.** Plants used in traditional medicine in eastern Tanzania. Angiosperms (Euphorbiaceae-Menispermaceae). Journal of Ethnopharmacology, vol. 28: 255-283.
- Champy P., 2008.** Plantes toxiques. Plantes toxiques. UFR. Pharmacie, Université Paris- Sud (France). 47 p.
- Cherairia M., 2004.** Les blattes dans l'est algérien (Guelma) inventaire, biométrie et biotypologie. Mémoire de Magistère. Université de Annaba (Algérie). 139 pp.
- Cibois P., 1983.** L'analyse factorielle. Que sais-je ? Ed. Press univ., France- 127p.
- Clement M., Francoise P., 2003.** Analyse chimique des sols : Méthodes choisies. Tec & doc lavoisier. Paris ,388p.
- Cloarec A., Rivault C., Fontaine F., Le Guyader A., 1992.** Cockroaches as carrier of bacteria in multi-family dwelling. Epidemiol. Infect. 109: 483-490.
- Conand C., 1977.** Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita* : Pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. Cah. ORSTOM, Ser. Océanogr., vol, XV, n o 4: 301 – 312.
- Cornwell P.B., 1968.** The cockroach, Vol I. A laboratory insect and an industrial pest. 116 p.
- Chopard L., 1920.** Recherches sur la conformation et le développement des derniers segments abdominaux des Orthoptères. Thèse, Faculté des Sciences de Paris, Oberthur, Rennes.
- Chopard L., 1929.** Note sur les Orthoptères du Hoggar. Bull Soc Hist Nat Afr 20: 234–246.
- Chopard L., 1943.** Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Coll. Faune de l'empire Française. Ed. Librairie La Rose, T. I, Paris. 405p.
- Chopard L., 1949.** Ordre des Dictyoptères. In traité de Zoologie. Insectes. Tome IX. Edited by P.P. Grassé. Masson, Paris. pp. 355-407.

- Chamavit P., Sahaisook P., Niamnuay N., 2011.** The majority of cockroaches from the samutprakarn province of thailand are carriers of parasitic organisms. Excli Journal 2011; 10:218-222.
- Chikoski J.M., Ferguson S.H., Meyer L., 2006.** Effects of water addition on soil arthropods and soil characteristics in a precipitation-limited environment. Acta Oecologica 30, 203–211.
- Clere E., et Bretagnolle V. 2001.** Disponibilité alimentaire pour les oiseaux en milieu agricole : Biomasse et diversité des arthropodes capturés par la méthode des pots piégés. Rev. Ecol. Terre & vie, 56 : 275 – 297.
- Daget P., 1976.** Les modèles mathématiques et écologiques. Ed. Masson.Paris. 478 p.
- Dajoz R. 1971.** Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.
- Dajoz R. 1975.** Précis d'écologie Ed. Bordas Paris. 549p.
- Dajoz R. 1985.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.
- Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie. 8e Edition. Dunod, Paris, 631p.
- Dekhinet S., Berkane A., Yahiaoui A., Hasseine B., et Chaabane K., 2007.** Carte des substances utiles de la Wilaya de Batna. Rapport annuel 2007. Université de Batna- Laboratoire LAPAPEZA. Code du projet f- 0501- 10- 05: 1- 6.
- Depeyre D, Isambert A, Sow D., 1994.** Des plantes a latex, source de méthane. Biofutur Juillet-Août: 25–28.
- Devappa R.K., Makkar H.P.S., Becker K., 2010.** Jatropha toxicity - a Review. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B 13, 476e507.
- Durga Devi. G., Murugan K., Panneer Selvam C., 2014.** Green synthesis of silver nanoparticles using *Euphorbia hirta* (Euphorbiaceae) leaf extract against crop pest of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). J Biopest 7(Supp.): 54-66.
- Elie M. P., 1998.** Blattes: Une vie cachée. Magazine Québec science. 40p.

- Esmeraldino L.E., Souza A.M ., Sampa S. V., 2005.** Evaluation of the effect of aqueous extract of *Croton Urucurana Baillon* (Euphorbiaceae) on the hemorrhagic activity induced by the venom of Bothrops jararaca, using new techniques to quantify hemorrhagic activity in rat skin. *Phyt. dicinem*, vol. 12 (8): 570- 576.
- Fatnassi B., Khouja ML., Elerchichi ouarda H., 2014.** Larvicidal efficacy of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) leaf and seed aqueous extracts against *Culex Papiens* L. *African journal of biotechnology*. Vol.13(26), pp. 2641-2647.
- Fattorusso E., Tagliatela-Scafati O., 2007.** Modern Alkaloids. Structure, Isolation, Synthesis and Biology. Ed. Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, République Fédérale d'Allemagne, 691p. (In Kemmassi, 2014).
- Foucart T., 1982.** Analyse factorielle : Programmation sur micro-ordinateur. Collection méthodes + programmes. Ed. Masson, Paris- 243p.
- Frishman A., Camo E.A., 1977.** Domestic cockroaches and human Bacterial diasease. *Pest Control* 45 : 16, 18, 20, 46.
- Garfield E., 1990.** The cockroach connection. Ancient, seemingly indestructible Pest. Part 2. Population contol. *Current comments*. 46: 5 - 13.
- Gordon D.G., 1996.** The compleat cockroach : a comprehensive guide to the most despised (and least understood) creature on earth. Ten Speed Press. Berkeley. 178 pp.
- Grimaldi D., Engel M.S., 2005.** Polyneoptera pp.188- 260 In: D. Grimaldi, M. S. Engel (eds.) *Evolution of the insects*, Cambridge University press, New York.
- Grandcolas P., Deleporte P., 1996.** The origin of Protistan symbionts in termites and cockroaches: a phylogenetic analysis. *Cladistics* 12:93-98
- Grandcolas P., 1998.** Les blattes. Organisation mondiale de la santé. Bureau régional de l'Europe. 24 p.
- Grandcolas P., 1999.** Reconstructing the past of *Cryptocercus* (Blattaria: Polyphagidae): Phylogenetic histories and stories. *Annals of the Entomological Society of America* 92:303-7

- Gu Y.J., Yang L.F., Zhang L.J., Li X.H., Liu S.Q., Cao H., 2007.** Studies of acaricidal activity of *Euphorbia fisheriana* against *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval). J. Shanxi Agr. Univesity, 27, 394-396.
- Guillaumin M., Renoux J., Stockman R., 1969.** La blatte. Editions Doin.
- Habbachi W., 2013.** Etude des Blattellidae (Dictyoptera): essais toxicologiques, synergie et résistance aux insecticides et aux biopesticides. Thèse de Doctorat, Université de Annaba (Algerie).185p.
- Habes D., 2006.** Evaluation d'un insecticide inorganique, l'Acide Borique à l'égard d'un modèle à intérêt médicale (*Blattella germanica*) : Inventaire, Toxicité, Analyse des résidus, structure de l'intestin et activités enzymatiques. Thèse de Doctorat. Université de Annaba (Algérie). 121 p.
- Haile H.L., 2015.** Natural insecticides and phytochemical analysis of gaggassa (*Agarista salicifolia*) plant leaves against brown banded cockroach. Journal of Medicinal Plants Research. Vol. 9 (46), pp.1111-1117.
- Hamchi A., 2004.** Evaluation de la diversité biologique dans une aire protégée. Cas du parc national de Belezma (Batna). Projet U.I.C.N : Femmes et biodiversité plantes médicinales, 16 p.
- Hamman P.J., Gold R.E., 1994.** Cockroaches... Recognition and Control. Texas Agricultural Extention Service. The Texas A & M University System.
- Hanski I., 1991.** The dung insect community. In: Hanski, I., Cambefort, Y. (Eds.), Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, Princeton, NJ, 481pp.
- Hebard M., 1917.** The Blattidae of North America of the Mexican Boundary. Amer. Ent. Soc. Mem. 2: 1-284.
- Hebard M., 1929.** Studies in Malayan Blattidae (Orthoptera). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 81: 1-109.
- Hill D.S., 1990.** Pests of stored products and their control. London : Belhavan Press.
- Imms A.D., 1957.** A General texbook of entomlogy. 9th ed. Revised by O. W. Richards and R. G. Davies. 886p. Methuen and Co. Ltd., London.

- Jiang H., Zhou L., Zhang J.M., Dong H.F., H.U YY., Jiang M.S., 2008.** Potential of *Periplaneta fuliginosa* denso-virus as a biocontrol agent for smoky-brown cockroach, *P. fuliginosa*. *Biological Control* 46 (2): 94-100.
- Julius M., Patrick V.D., Francis J., 2010.** Evaluation of larvicidal properties of the latex of *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) against larvae of Anopheles mosquitoes. *J. Med. Plant. Res.* Vol. 4(19), pp.
- Khan A.Q, Kazmi S.N., Ahmed Z., Malik A., 1989.** uphorcinol – a new pentacyclic triterpene from *Euphorbia tirucalli*. *Planta Med.* 55:290- 291.
- Khanna S., Srivastava C.N., Srivastava M.M., Srivastava S., 2003.** Insecticidal activity of the plant *Phyllanthus amarus* against *Tribolium castaneum*. *J. Environ Biol.* 24 (4): 391-4.
- Khanfouci M.S., 2005.** Contribution a l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le massif du Belezma. *Mém. Mag. Université de Batna (Algerie).* 224p.
- Kells S.A., 2005.** Bait aversion by German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae): The Influence and interference of nutrition. *Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests. P & Y Design Network, Malaysia: ICUP,* 419-422.
- Kemassi A., 2014.** Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Thèse de doctorat. Université de Ouargla, (Algérie). 230p.
- Kesetyaningsih T.W., 2012.** Efficacy of *Annona Squamosa* Leaf Extract as An Insecticide against Cockroach (*Periplaneta americana*). *International Conference: Research and Application on Traditional Complementary and Alternative Medicine in Health Care (TCAM) June, 22nd-23rd 2012 Surakarta Indonesia.*

- Koehler P.G., Patterson R.S., Brenner R.J., 1987.** German cockroach infestations in low-income apartments. *J. Econ. Entomol.* 80: 446-450.
- Kumssa B.D., Van Aarde R.J., Wassenaar T.D., 2004.** The regeneration of soil micro-arthropod assemblages in 465 a rehabilitating coastal dune forest at Richards Bay, South Africa. *African Journal of Ecology* 42, 346–354.
- Laabed A., 2002.** La gestion intégrée des aires protégées. L'exemple du parc national de Belezma. Thèse de doctorat. Université de Batna. 112 p.
- Lakhdara D., 2009.** Caractérisation des peuplements de Culicidae Ornithophiles impliqués dans la transmission du Virus West Nile dans les Zones humides du P.N.E.K. Mémoire de magister. Université de Annaba. 67p.
- Lamotte M., Bourliere F., 1969.** Problème d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 304 p.
- Landin B.O., 1961.** Ecological Studies on Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). Berlingska Boktryckeriet, Lund.
- Lebeck L.M., 1991.** A review of the hymenopterous natural enemies of cockroaches with emphasis on biological control. *Bio-Control* 36 (3): 335-352.
- Leblalta A., 2009.** Les Collembolles de la litière du Chêne-vert (*Quercus ilex*) dans le massif forestier de Belezma. Mémoire de magister. Université d Batna (Algérie). 147p.
- Li B., Wang X., Chen R., Weiguo Huangfu W., Xie G., 2008.** Antibacterial activity of chitosan solution against *Xanthomonas* pathogenic bacteria isolated from *Euphorbia pulcherrima*. *Carbohydrate Polymers*, vol. 72: 287-292.
- Liu Z.L., Yu M., Li X.L., Wan T., Wan T., CHU S.S., 2011.** Repellent Activity of Eight Essential Oils of Chinese Medicinal Herbs to *Blattella germanica* L. *Rec. Nat. Prod.* (5:3), 176-183.
- Lone B., Chishtia M.Z., Bhatb F.A., Takb H., Bandh S., 2012.** In vitro and in vivo anthelmintic activity of *Euphorbia helioscopia* L. *Veterinary Parasitology*. Vetpar-6354; No. of Pages 5.

- Lukowski A., Mađerek E., Giertych M.J., Karolewski P., 2015.** Sex Ratio and Body Mass of Adult Herbivorous Beetles Depend on Time of Occurrence and Light Conditions. Plos One.
- Madej G., Barczyk G., Gawenda I., 2011.** Importance of microhabitat for preservation of species diversity, on the basis of mesostigmatid mites (Mesostigmata, Arachnida, Acari). Pol J Environ Stud 20 : 961–968.
- Mađerek E., Lukowski A., Giertych M.J., Karolewski P., 2015.** Influence of native and alien Prunus species and light conditions on performance of the leaf beetle *Gonioctena quinquepunctata*. Entomol Exp Appl. 153(3): 193–205.
- Magurran A.E., 2004.** Measuring Biological Diversity. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Maiza A., 2013.** Evaluation de différents pesticides non polluants sur le développement de *Blattella germanica* (Dictyoptera- Blattellidae): aspects toxicologiques, physiologiques et biochimiques. Thèse de Doctorat. Université de Annaba (Algérie). 78 pp.
- Makkar H.P.S., Becker K., Schmoock B., 1998.** Edible provenances of *Jatropha curcas* from Quintana Roo state of Mexico and effects of roasting on antinutrient and toxic factor in seeds. Plant Foods for Human Nutrition 52, 31e36.
- Mampane K.J., Joubert P.H., Hay I.T., 1987.** *Jatropha curcas*: use as a traditional Tswana medicine and its role as a cause of acute poisoning. Phytotherapy Research vol. 1: 50-59.
- Masna F., Habbachi W., Mecheri H., Ouakid M.L., Adamou A.E., Benhissen S., 2014.** Inventaire des blattes forestières des pinèdes de la région de Djelfa. Revue El Wahat pour les Recherches et les Etudes 7: 1–6
- Masna F., 2016.** Inventaire de la faune Blattoptère urbaine et forestière dans la région aride de Laghouat. Caractérisation des principales espèces nuisibles et essais de lutte. Thèse de Doctorat. Université de Annaba (Algérie). 153 pp.
- Maugh T.H., 1976.** The petroleum plant: Perhaps we can grow gasoline. Science 194: 46.

- Mavar M.H., Brick D., Marie D.E.P., Quetin-Leclercq J., 2004.** In vivo anti-inflammatory activity of *Alchornea cordifolia* (Schumach. & Thonn.) (Euphorbiaceae). Journal of Ethnopharmacology, vol. 92 (3): 209-214.
- Mckittrick F.A., 1964.** Evolutionary Studies of cockroaches. Memoir of the Cornell university Agricul. Expe. Stat. 389: 1-197.
- Medianeroa E., Castan˜o-Meneses G., Tishechkin A., Basset Y., Barriosa H., Ødegaard F., Clinef A.R, Bailg J., 2007.** Influence of local illumination and plant composition on the spatial and seasonal distribution of litter-dwelling arthropods in a tropical rainforest. Pedobiologia 51 : 131-145.
- Mello-silva C.C., Vilar M.M., Bezerra J.C.B., Vasconcellos M.C., Pinheiro J., Rodrigues M.L.A., 2007.** Reproductive activity alterations on the *Biomphalaria glabrata* exposed to *Euphorbia splendens* var. *hislopii* latex. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 102(6): 671-674.
- Merabet S., 2014.** Inventaire des arthropodes dans trois stations au niveau de la forêt de Darna (Djurdjura). Mémoire de magister. université de Tizi Ouzou. 122p
- Messikh A., 1994.** Inventaire des Dictyoptères dans la région de Annaba. Mémoire de DES Biologie Animale. Université de Annaba (Algérie). 40 p.
- Miller H.K., Fisk F.W., 1971.** Taxonomic implications of the comparative morphology of cockroach proventriculi. Ann. Entomol. Soc. Am. 64: 671-687.
- Miyazawa M., Yoshio K., Ishikawa Y., Kameoka H., 1998.** Insecticidal Alkaloids against *Drosophila melanogaster* from *Nuphar japonicum* DC. J. Agric. Food Chem, 46 (3), pp 1059–1063.
- Mordji D. 1989.** Etude faunistique dans la réserve naturelle des monts de Babor. Mém. Ing. Agr., I.N.A. El Harrach, Alger. 100 p.
- Mouhamdi N., Taib N., 2004.** La série coniacienne de la région de Tahenennt sédimentation et évolution géodynamique. Mém, Ing, Géo, Université de Batna. 112 p. (In Benchrif, 2010).

- Mwine J., Van Damme P., Jumba F., 2010.** Evaluation of larvicidal properties of the latex of *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) against larvae of Anopheles mosquitoes. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 4(19), pp. 1954-1959.
- Nasirian H., Ladouni H., Aboulhassani M., Limoe M., 2011.** Susceptibility of field populations of *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) to spinosad. Pakist. J. Biol. Sci. 14(18) : 862-868.
- Nejati J., Keyhani A., Moosa-Kazemi S.H., Mohammadi M., Mahjoob M., Boostanbakhsh A., 2012.** Cockroaches' bacterial infections in wards of hospitals, Hamedan city west of Iran. Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2(5): 381-384.
- Nguyen K.B., Smart G.C., 1996.** Identification of entomo- pathogenic nematodes in the Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Steinernematidae) for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control. Journal of Nematology 28 (3): 286-300.
- Ober H.K., DeGroot L.W., 2014.** Repeated raking of pine plantations alters soil arthropod communities. Forests 5: 689–714.
- Ohyama K., Uchida Y., Misawa N., Komano T., Fujita M., Ueno T., 1984.** Oil body formation in *Euphorbia tirucalli* L. cell suspension cultures. Plant Cell Rep 3: 21–22
- Ozenda P., 1991.** Flore et végétation du Sahara. In: CNRS (Ed), Paris, France.
- Payne J.M., Kennedy K.M., Randall J.B., Brower D.O. 1994.** *Bacillus thuringiensis* isolates active against cockroaches and genes encoding cockroach active toxins. U. S. Pat- ent No. 5302387.
- Pedigo L.P., 1989.** Entomology and Pest Management. Macmillan, New York.
- Peet R.K., 1974.** The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 5: 258-307.

- Peterson C.J., Nemetz L.T., Jones L.M., Coat J.R., 2002.** Behavioral activity of catnip (Lamiaceae) essential oil compounds to the German cockroach (Blattodea:Blattellidae). *Journal of Economic Entomology*; 95:377-380.
- Pielou E.C., 1975.** *Ecological Diversity*. John Wiley, New York, p. 165.
- Pridgeon J.W., Appel A.G., Moar W.J., Liu N., 2002.** Variability of resistance mechanisms in pyrethroid resistance German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 73, 149–156.
- Princis K., 1971.** Pars 14 : Blattariae : Subordo Epilamproïdea. Fam. Ectobiidae. In *Orthopterorum catalogus*. Edited by M Beier, Dr W. Junk, s-Gravenhage, 1039-1224.
- Radcliff-Smith A., 1980.** Euphorbiaceae, Euphorbia. pp. 327- 362 in Townsend, C. C. & Guest, E. (eds), *Flora of Iraq*, 4(1). – Baghdad.
- Radcliffe-Smith A., 2001.** *Genera Euphorbiacearum*. Royal Botanic Gardens, Kew. 464p.
- Ramade F., 1984.** *Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw-Hill, Paris, 397 p.
- Ramade F., 2009.** *Elément d'écologie : Ecologie fondamentale*. 4ème édition, Ed. Dunod, Paris, 689 p.
- Ramos-Rodríguez O., Campbell J.F., Ramaswamy S.B., 2006.** Pathogenicity of three species of entomopathogenic nematodes to some major stored-product insect pests. *Journal of Store Product Research* 42 (3): 241-252.
- Rasool N, Khan A.Q, Malik A., 1989.** A taraxerane type triterpene from *Euphorbia tirucalli*. *Phytochem.*, 28: 1193-1195.
- Raubenheimer D., Jones S.A., 2006.** Nutritional imbalance in an extreme generalist omnivore: tolerance and recovery through complementary food selection. *Animal Behaviour*.

- Rebzani-Zahaf C., 1992.** Le peuplement macrobenthique du port d'Alger : impact de la pollution, *Hydroécol. Appl.*,4 : 91 – 103
- Rehn J.A.G., Hebard M., 1927.** The Orthoptera of the West Indies. No. I, Blattidae. *Amer. Mus. Nat. Hist.* 54: 1-320.
- Rehn J.A.G., 1931.** African and Malagasy Blattidae (Orthoptera), Part I. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 83:305–387.
- Rehn J.A.G., 1937.** African and Malagasy Blattidae (Orthoptera), Part III. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 84: 405–511.
- Rivault C., Cloarec A., Sreng L., 1998 .** Cuticular extracts inducing aggregation in the German cockroach *Blattella germanica* (L.). *J. Insect. Physiol.*, 44 : 909-918.
- Roberts J., 1996.** Cockroaches linked with asthma. *Br Med J.* 312 (7047): 1630.
- Roth L.M., 1985.** A taxonomic revision of the genus *Blattella* Caudell (Dictyoptera, Blattaria: Blattellidae). *Entomologica Scandinavica, Supplement.* 22 : 1-221.
- Roth L.M., 1999.** Descriptions of New Taxa, Redescriptions, and records of Cockroaches, mostly from Malaysia and Indonesia (Dictyoptera : Blattaria), *Oriental Insects*, 33 : 109-185.
- Roth L.M., 2003.** Systematics and phylogeny of cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). *Oriental Insects* 37:1-186.
- Ruan H., Li Y., Zou X., 2005.** Soil communities and plant litter decomposition as influenced by forest debris: variation across tropical riparian and upland sites. *Pedobiologia* 49, 529–538.
- Rust M.K., Owens J.M., Reiersen D.A., 1995.** Understanding and Controlling the German Cocroache. New York Oxford. Oxford University Press., 430 p.
- Saigo R.H., Saigo B.W., 1983.** Botany: Principles and Applications. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, pp 121–136.

- Sandhyarani G., Praveen Kumar K., 2014.** Insecticidal activity of ethanolic extract of leaves of *Euphorbia nivulia*. European Journal of Pharmacology & Toxicology;1(1):23-25.
- Saporta G., 2006.** Probabilités, analyse des données et statistique. Eds. TECHNIP, 622 p.
- Schal, C., Hamilton R., 1990.** Integrated suppression of synanthropic cockroaches. Annu. Rev. Entomol. 35: 521-551.
- Schoenberger A, 1970.** Etude de la végétation de l'Aurès oriental. FAO. Projet Algérie 15. 20 p.
- Shamim T., Ahmad M., Mukhtar M., 2014.** Antihyperglycemic and hypolipidemic effects of methanolic extract of *Euphorbia prostrata* on alloxan induced induced diabetic rabbits. European Scientific Journal. SPECIAL/ edition.
- Shelford R., 1912.** The ootheca of Blattidae. Ent. Rec. 24: 283-287.
- Shelford R., 1906a.** Studies of the Blattidae. Roy. Ent. Soc. Lond. Trans. 1906: 231-280.
- Singh C., Pandey D., Shukla S., 2012.** Pesticidal effect of *Euphorbia Nerium* and *Calotropis latex* on some larvae of crop damagining pests. Int. J. Pharm. Pharm. Sci., 4: 256-260.
- Somsook V., 1991.** Entomopathogenic nematodes for agricultural pests control. Department of Agriculture. Bangkok. 146 p.
- Souza C.P, Mendes N.M, Jannotti-Passos L.K, Pereira J.P., 1992.** O uso da casca da castanha de caju, *Anacardium occidentale*, como moluscicida alternativo. Rev Inst Med Trop São Paulo 34: 459-466.
- Steinmann V.W., Porter J.M., 2002.** Phylogenetic relationships in Euphorbieae (Euphorbiaceae) based on ITS and ndhF sequence data. Ann. Missouri Bot. Gard. 89: 453-490.

- Sumbal H., Naveeda A.Q., Naseer U., Nargis S., Asma A., 2014.** To study the pediculocidal activity of *Euphorbia helioscopia*, *Sapium sabiferum* and *callistemon citrin* against *pediculus humaous capitis*. International journal of biosciences. Vol. 5, No. 12, p. 304-313.
- Swift M.J., Heal O.W., Anderson J.M., 1979.** Decomposition in Terrestrial Ecosystems. University of California Press, Berkeley, California.
- Tanaka A., 1976.** Stags in the embriognic development of the German cockroach. *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Kontyn (Tokyo). 44: 512-225.
- Tona L., Kambu K., Ngimbi N., Mesia K., Penge O., Lusakibanza M., Cimanga R.K., de Bruyne T., Apers S., Totte J., Pieters L., Vlietinck A.J., 2000.** Antiamoebic and spasmolytic activities of extracts from some antidiarrhoeal traditional preparations used in Kinshasa, Congo. *Phytomedicine*, 7: 31-38.
- Tine S., 2013.** Etude de la biodiversité des Blattes dans les régions semi-arides et arides et évaluation de l'impact d'insecticides chez *Blattella germanica* et *Blatta orientalis* (Dictyoptera, Blattellidae). Thèse de Doctorat. Université de Annaba (Algérie). 242 pp.
- Upadhyay R.R., Zarintan M.H., Ansarin M., 1980.** Isolation of ingenol from the irritant and cocarcinogenic latex of *Euphorbia seguieriana*. *Planta Medica*. 30, 32-34.
- Upadhyay R.K., 2013.** Effects of plant latex based anti-termite formulations on Indian white termite *Odontotermes obesus* (Isoptera: Odontotermitidae) in sub-tropical high infestation areas. *Open. J. Anim. Sci.*, 3: 281-294.
- Vimal J.B., Das S.S.M., 2014.** *Euphorbia antiquorum* latex and its mosquitocidal potency against *Aedes aegypti*. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 2: 267-269.
- Wang C., Scharf M.E., Bennett G.W., 2006.** Genetic basis for resistance to gel baits, fipronil, and sugar-based attractants in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 99:1761-1767.

- Wattiez C., Beys B., 1999.** Pas de pesticides à la maison solution sans danger pour le contrôle de bestioles indésirables. Pest. Action Network (Pan) Belg. 12p.
- Weber W.J., 1984.** Infectious Diseases. In: Fleas, Ticks and Cockroaches: Disease Transmitters, Thomson Publications, Weber, W.J. (Ed.). Fresno, CA., pp: 8-20.
- Weber R.W., 2007.** On the cver, German cockroach. Annals of allergy asthma & Immunol. 99 (2) : A4.
- Webster G.L., 1994.** Classification of the euphorbiaceae,” Annals of the Missouri Botanical Garden, vol. 81, pp. 3–143.
- Weesi P., Belemsobgo V., 1997.** Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. Alauda, 65 (3): 263- 278.
- Wei Y., Appel A.G., Moar W.J., Liu N., 2001.** Pyrethroid resistance and cross-resistance in german cockroach, *Blattella germanica* (L.). Pest Management Science 57 (11): 1055-1059.
- Wigglesworth V.B., 1972.** The principales of insect physiology. Seventh Edition. Chapman and Hall. 827 p.
- Willis E. R., Riser G. R., Roth L. M., 1958.** Observation on reproduction and development in cockroaches. Ent. Soc. Amer. Ann, 51 : 53-69.
- Wirtz R.A., 1984.** Allergic and toxic reactions to nonstinging arthropods. Annu. ReV. Entomol. 29, 47-69.
- Woodruff L.C., 1938.** The normal growth rate of *Blattella germanica* L. journal of experimental zoology. 79: 145-165.
- Wright C.G., Daniel H.C., 1969.** Abundance and habitat of five species of cockroaches on a permanent military base. J. E. Ent. 64(2) : 457-459.
- Wright C.G., Daniel H.C., 1973.** Further evaluation of the abundance and habitat of five species of cockroaches on a permanent military base. Florida. Ent. 56(3) : 251-254.

- Yamamoto Y., Mizuguchi R., Yamada Y., 1981.** Chemical constituents of cultured cells of *Euphorbia tirucalli* and *E. milii*. *Plant Cell Rep* 1: 29–30.
- Yeom H.J., Kang J.S., Kim G.H., Park I.K., 2012.** Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity of Apiaceae plant essential oils and their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*). *J. Agric. Food. Chem.*, 60: 7194-7203.
- Yousfi I., 2001.** Plantes médicinales, *Euphorbia bupleuroides* Desf, Agro-Pastoralisme.
- Zeguerrou N., 2012.** Pollution d'un cours d'eau (Oued El Gourzi) impacts et effets sur la pédofaune. Mémoire de master. Université de Batna (Algerie). 125p.
- Zeneida T.P., Margareth M.C., Júlio V.B., 2010.** Efficiency of the latex from *Euphorbia splendens* var. *hislopii*, in the control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *Sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Rev. Bras. Farmacogn. Braz. J. Pharmacogn.* 21(3).
- Zereg S., 2010.** Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des Junipéraies de *Juniperus phoenicea* de la région de Djerma (Nord-est du Parc National de Belezma, Batna). Mémoire de Magister Université de Batna (Algerie).129p.
- Zhi L.L., Meng Yu., Xiao Mei Li., Tao Wan and Sha Sha Chu, 2011.** Repellent Activity of Eight Essential Oils of Chinese Medicinal Herbs to *Blattella germanica* L. Academy of Chemistry of Globe Publications. *Rec. Nat. Prod.* 5:3 , 176-183.
- Zurek L., Watson D.W., Schal C., 2002.** Synergism between *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) and Boric Acid against the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Biological Control* 23, 296–302.

Résumé

Les blattes nommées indifféremment « Cafards » ou « Cancrélats », sont des insectes à métamorphose incomplète appartenant à l'ordre des dictyoptères. Le présent travail est une contribution d'une part, à la connaissance des espèces blattoptères existantes en milieu forestier et urbain dans la région de Batna et d'autre part, à une mise en évidence de l'impact des extraits d'Euphorbe sur la blatte germanique considérée comme espèce domestique la plus répandue. Un inventaire a été réalisé mensuellement dans trois parcelles forestières : Une pineraie, une juniperaie et une chênaie dans le parc national de Belezma (Batna) durant la période allant du mois de mars 2013 – juillet 2014, a révélé la présence de six espèces de Blattes *Loboptera angulata*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincticollis*, *Phyllodromica trivittata* dont *Loboptera angulata* et *Dziriblatta stenoptera* sont les espèces les plus abondantes. L'analyse physicochimique de la litière montre que le pH et l'humidité étant les principaux paramètres écologiques qui ont affecté la distribution de ces espèces dans leur biotope et que toutes ces espèces sont constantes à l'exception de *P. zebra* qui reste comme une espèce accidentelle. L'inventaire réalisé en milieu urbain a permis de mettre l'accent sur l'existence de trois espèces soit ; *Blattella germanica*, *Periplaneta americana* et *Blatta orientalis* dont *Blattella germanica* la plus répandue. Une mise en évidence de l'efficacité et de la toxicité de quatre types d'extraits d'*Euphorbia beupleuroides* (aqueux- alcoolique-Latex et l'extrait alcaloïdique) vis-à-vis de cette dernière espèce domestique ainsi de leur impact sur quelques paramètres biotiques de *B. germanica* ont été étudiés. Ces différents extraits testés possèdent une bonne activité insecticide à l'encontre des adultes et des larves de *B. germanica*. L'extrait alcaloïdique et le latex sont les plus mortels et présentent les effets létaux les plus élevés. Des effets significatifs ont été également montrés sur la croissance pondérale, la fécondité et sur la fertilité où l'extrait alcaloïdique avec le latex se montrent les plus efficaces avec une action plus marquante de l'extrait alcaloïdique.

Mots-clés : Inventaire- Blattes- Belezma- *Blattella germanica*, *Euphorbia bupleuroides*.

Abstract

Cockroaches named also Cancrelates are insects with incomplete metamorphosis belonging to the order of the Dictyoptera. The current study represents a contribution on the one hand, to deepen the knowledge of the existing blattopteran species in forest and urban environments of the region of Batna and on the other hand, to highlight the impact of Euphorbia extracts on the German cockroach that is considered the most widespread domestic species. A census was carried out monthly in three forest plots (pin, juniper and an oak forests) in the Belezma National Park (Batna) during the period March 2013–July 2014 revealed the presence of six cockroach species: *Loboptera angulata*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincticollis*, and *Phyllodromica trivittata* of which *Loboptera angulata* and *Dziriblatta stenoptera* were the most abundant. Physicochemical analysis of the litter showed that pH and humidity were the main soil parameters that affected the distribution of these species in their habitat and that all these species were constant with the exception of *P. zebra* which is considered as a sporadic species. The census carried out in an urban environment emphasized the existence of three species, *Blattella germanica*, *Periplaneta americana* and *Blatta orientalis*, of which *Blattella germanica* was the most widespread. The efficacy and toxicity of four types of extracts of *Euphorbia beupleuroides* (aqueous, alcoholic, Latex, and alkaloidal extract) against *Blattella germanica* and the survey of their impact on some biotic parameters were studied. The study extracts indicated a good insecticidal activity against adults and larvae of *B. germanica*. The alkaloidal extract and latex were the deadliest and revealed the highest lethal effects. Significant effects have also been shown on weight gain, fecundity and fertility where the alkaloid extract with latex was most effective with a higher potent action of the alkaloid extract.

Keywords: Census; Cockroaches; Belezma; *Blattella germanica*; *Euphorbia bupleuroides*.

الصراصير تدعى إما "cafards" و "cancrelats" هي الحشرات ذات تحول غير مكتمل تنتمي الى فصيلة Dictyoptère. يهدف هذا العمل الي احصاء انواع الصراصير التي تعيش في الوسيطين الغابي و الحضري في منطقة باتنة من جهة و الي تسليط الضوء على تأثير مستخلصات نبتة Euphorbe على الصرصور الألماني الذي يعد الاكثر انتشارا في الاوساط الحضرية. قمنا باحصاء الصراصير التي تعيش في غابات الصنوبر الحلبي، غابات العرعار الفينيقي و غابات البلوط الاخضر في الحضيرة الوطنية لبلزمة (باتنة) وذلك قب الفترة الممتدة بين مارس 2013 الى جويلية 2014، حيث تم تحديد ست انواع و هي *Loboptera angulata* : *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincicollis*, *Phyllodromica trivittata* و *Loboptera angulata* مع العلم ان *Phyllodromica cincicollis*, *Phyllodromica trivittata* و *Dziriblatia stenoptera* هما الاكثر انتشارا. التحليل الفيزيوكيميائي لدبال الغابات المدروسة اظهر ان درجة الحموضة والرطوبة هما المعياران الرئيسيان اللذان أثرا على توزيع هذه الأنواع في بيئتها حيث ان معظم الأنواع ثابتة باستثناء *P. zebra*. كما قمنا باحصاء ثلاثة انواع من الصراصير التي تعيش في الاوساط الحضرية و هي *Blattella germanica*, *Periplaneta americana* و *Blatta orientalis* مع العلم ان *Blattella germanica* هي الاكثر انتشارا. قمنا بدراسة التأثير السمي لاربع مستخلصات ل *Euphorbia bupleuroides* على افراد *B. germanica* و كذا تأثيرها على بعض المعايير الحيوية لهذه الحشرة. كل هذه المستخلصات أظهرت فعالية ضد البالغ و يرقات *B. germanica*، مستخلص القلويدات و الحليب هما الاكثر سمية، كما ان كل المستخلصات اظهرت تأثيرات على الوزن و الخصوبة مع العلم ان مستخلص القلويدات و الحليب هما الاكثر تأثيرا.

الكلمات المفتاح : احصاء، الصراصير، بلزمة، *Blattella germanica*، *Euphorbia bupleuroides*.

Biodiversity and population dynamics of litter-dwelling cockroaches in Belezma National Park (Algeria)

Imane AZOUI^{1*}, Naama FRAH², Waffa HABBACHI³, Mohamed Laid OUAQID³, Billal NIA⁴

¹Department of Natural and Life Sciences, Faculty of Sciences, University of Hadj Lakhdar, Batna, Algeria

²Institute of Veterinary and Agronomical Sciences, University of Hadj Lakhdar, Batna, Algeria

³Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Badji Mokhtar, Annaba, Algeria

⁴Department of Agriculture, University of Mohamed Khider, Biskra, Algeria

Received: 26.06.2015 • Accepted/Published Online: 02.11.2015 • Final Version: 05.02.2016

Abstract: This study aims to investigate the diversity, population dynamics, and distribution of forest cockroaches from the litter of three types of Mediterranean forests (*Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus ilex*) in Belezma National Park (Northeast Algeria). In every type of forest, blattopteran individuals were hand-collected fortnightly from March 2013 to July 2014. Population dynamics were tested by multivariate analysis of variance for forest types and study months. The capture of 1885 individual forest cockroaches allowed the identification of six species (*Loboptera angulata*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincticollis*, and *Phyllodromica trivittata*). In all studied forests, these species produced two generations per year (spring and autumn), in which the number of females was significantly higher than the number of males. However, *P. cincticollis* established a single generation in the spring with a balanced sex ratio. *L. angulata* and *D. stenoptera* were the most abundant species. The values of individual abundances, species richness, and biodiversity were higher in *P. halepensis* forest compared to *Q. ilex* and *J. phoenicea*.

Key words: Biodiversity, forest cockroaches, Belezma National Park, pathobiontic fauna, population dynamics

1. Introduction

Biodiversity is the variety of life on earth; this term includes genetic diversity, species diversity, and ecosystem diversity, for which the categories considered are ecosystems (Colwell, 2009). Biodiversity assessments have already proven their relevance as a scientific and practical tool for forest management and maintaining healthy forests in a changing world (Chenchouni et al., 2008a).

Organisms dwelling in the litter and upper layers of forest soils are an essential component of the functional biodiversity of these ecosystems (Ober and DeGroot, 2014).

Insects represent more than 70% of the known species biodiversity of the animal kingdom. As they occupy different trophic levels in the food chain, their ecological role is important in the functioning of ecosystems (Weisser and Siemann, 2004). Among insects, cockroaches are large feeders of detritus of plant and animal origin (Evangelista et al., 2014). They are cosmopolitan and fairly well diversified, particularly in forest ecosystems with complex structures. Indeed, forests provide a favorable habitat for cockroaches, where they live among the dead leaves, branches, cracks,

and dead spaces in the bark of trunks and in tree holes (Lopes et al., 2014). In these different compartments of the forest, cockroaches have primarily nocturnal activity for feeding and breeding (Schal et al., 2008).

The inventory of African cockroach species is far from being complete. In North Africa, for example, very little research has been done on orthopteroid fauna and especially on Dictyoptera (Chopard, 1929, 1943). Moreover, the annual life cycle and distribution of dictyopteran species in Algeria remain completely unknown to date. In addition, studies on these insects in Algeria remain geographically limited and occasional; the only works thus far were an inventory of forest cockroaches in the area of Annaba (Habbachi, 2013), a listing of species in forest environments in a subhumid climate in the region of Guelma (Cherairia, 2004), and a study in the region of Djelfa where forests grow in semiarid conditions (Masna et al., 2014). Furthermore, there is little information on the bioecology of cockroaches in their natural environment in the Mediterranean basin, although Chopard (1951) indicated the existence of more than 54 cockroach species, of which 46 species are found in forest habitats (Habbachi, 2013).

* Correspondence: azouiimane@hotmail.fr

In demoeological studies, the sex ratio is an essential parameter for characterizing insect populations (Serra et al., 2007; Idder-Ighili et al., 2015). A good indicator of survival, the distribution of age classes, and the dynamics of insect populations (Sadoudi et al., 2011; Kraft and Vannouhuys, 2013), the sex ratio allows estimation and understanding of the effects of environmental conditions or the structure of the habitat during various stages of life history (Suarez-Coya, 2013). According to Tamošiūnas et al. (2014), the determination of the sex ratio of an insect population is crucial to assess the conditions and status of this population, seasonal emergences, the number of generations, and population dynamics.

The lack of information about cockroach species in forest ecosystems in Algeria motivated us to conduct this survey in order to estimate the species biodiversity and population dynamics of cockroaches in forests of Belezma National Park (BNP; Northeast Algeria). Thus, the aim of this study is to determine the composition and diversity of forest cockroach species in three types of Mediterranean forests in a semiarid region of North Africa. In addition, this research seeks to shed light on the population dynamics of cockroach species during different stages of their biological cycle, and also to determine the number of generations per year and delineate the period of each generation.

2. Materials and methods

2.1. Description of study sites

Covering an area of 26,250 ha, BNP is located in the eastern part of North Algeria, in the Belezma Mountains located at the western end of the forested Aurès Mountains in northeastern Algeria (Sadine et al., 2012). The study area is located in the BNP at Djerma, 35 km southwest of the city of Batna ($35^{\circ}32'57.84''\text{N}$, $6^{\circ}9'59.00''\text{E}$) at an average altitude of 825 m above sea level (Figure 1).

The climate of the region is semiarid Mediterranean-type with cool winters. Long-term climatic data (1913–2009) showed that the warmest month was July with an average temperature of 28.3°C , whereas January was the coldest month at 5.3°C . Temperatures undergo large fluctuations including very large thermal amplitudes. Annual rainfall is erratic and varies from one year to another. During the period of 1974–2004, March and April were the wettest months with 40.4 and 39.6 mm, respectively. For the period of 2008–2009, January, April, and May were the wettest months with 67.9, 75.1, and 53.3 mm of rain, respectively. Summer months (June–August) are always warm and dry, with the occurrence of occasional heat waves and severe drought that cause drastic disturbances to forests of the region (Chenchouni et al., 2008b).

The study was conducted at three stations in the Djerma region (BNP) with different floristic characteristics: the first station is a forest of Aleppo pine, *Pinus halepensis* ($35^{\circ}40'52.28''\text{N}$, $6^{\circ}16'39.79''\text{E}$, elevation: 1011 m a.s.l.,

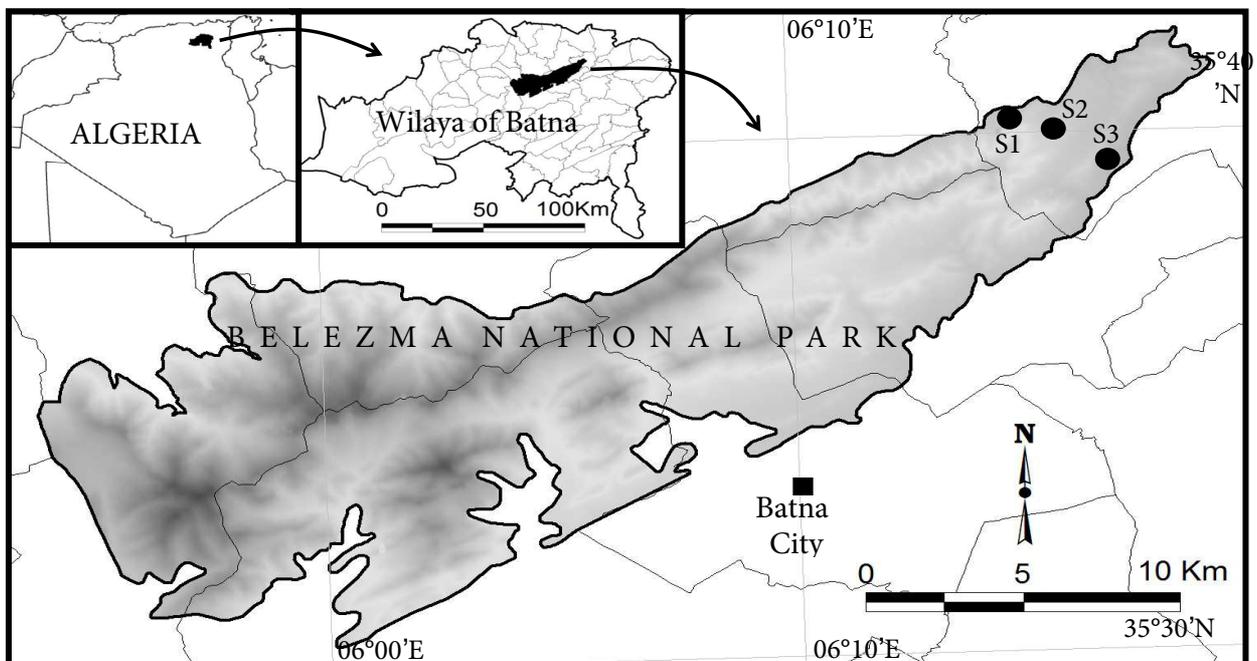


Figure 1. Location of the three forest sites studied (S1: *Pinus halepensis* forest, S2: *Juniperus phoenicea* forest, S3: *Quercus ilex* forest) in Belezma National Park (Batna, Northeast Algeria).

aspect: northwest); the second is a forest of Phoenician juniper, *Juniperus phoenicea* (35°40'14.99"N, 6°16'52.28"E, elevation: 1011 m a.s.l., aspect: north); and the third is a forest of evergreen oak, *Quercus ilex* (35°39'55.66"N, 6°16'34.10"E, elevation: 1016 m a.s.l., aspect: north) (Figure 1). These stations were selected near one another and at essentially equal elevations in order to eliminate altitudinal effects that generate climatic differences. Similarly, the orographic characteristics of the sites are similar, which leaves the differences between stations to be caused by the characteristics of vegetation cover and soil.

2.2. Sampling and collection of cockroaches

Blattopteran individuals were hand-collected from within the litter and by searching under stones and on tree trunks. In each studied forest, catches were carried out in four plots of 1 m² each, during 2 h in the morning. Captures were performed fortnightly during the period from March 2013 to July 2014. Specimens were preserved in alcohol (70%) and then brought back to the laboratory for identification. Each collected sample included oothecae (egg cases), young larvae (YL) represented by the two first larval instars, older larvae (AL) including the rest of the instars, and adults (AD) of both sexes. The identification of different species of cockroaches collected was based on the criteria of Chopard (1951).

2.3. Data analyses

In order to understand how cockroach biodiversity is distributed among forest types of BNP, the descriptive variables used in data analysis were structural and organizational indices of stands (frequency of occurrence 'C%', relative frequency 'F%', and density 'D'), and nonparametric indices of biodiversity description (species richness 'S', Shannon index 'H', and evenness 'E') (Magurran, 2004).

Occurrence: $C\% = R_i/R \times 100$, where R_i is the number of samples containing the species i , and R is the total number of samples collected.

Relative frequency: $F\% = N_i/N \times 100$, where N_i is the number of individuals of species i , and N is the total number of individuals of all species combined.

Density: $D = N_i/R$, where N_i is the total number of individuals of species i , and R is the total number of samples collected.

Species richness: S is the total number of species observed in a given habitat.

Shannon index: $H = -\sum (P_i \times \log_2 P_i)$, where P_i is the relative frequency of species i ($P_i = N_i/N$).

Evenness: $E = H/H_{\max} \times 100$, where $H_{\max} = \log_2 S$.

In order to monitor the overall dynamics of the identified cockroach fauna, the number of individuals of each species was pooled per month in each forest type. The population dynamics were represented by curves to follow the spatiotemporal patterns and delineate the number, period, and duration of annual generations of each species.

2.4. Statistical analyses

The operational sex ratio (OSR: the ratio of male and female 'adults' ready to reproduce at a specific time) of each cockroach species was computed using the total number of adult individuals in each forest: $OSR\ M:F (\%) = (\text{males} / (\text{males} + \text{females})) \times 100$ (Clutton-Brock, 2009). The chi-square test was applied to test the difference in sex ratio in relation to the expected theoretical value of $OSR\ M:F = 50\%$ for the three studied forests and for the whole area of BNP (Idder-Ighili et al., 2015).

In order to test differences in population dynamics of each phenological stage (YL, AL, AD) of the cockroaches identified between sampled forests and studied months, multivariate analysis of variance (MANOVA) was performed for each species using the code (manova (cbind (YL, AL, AD) ~ forests * months)) in the statistical software R 3.2.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

3. Results

3.1. Composition of the cockroach fauna

The catches performed over a period of 17 months from March 2013 to July 2014 resulted in a collect of 1885 individuals, including 433 adults and 1326 juveniles comprising 525 young larvae and 801 older larvae, as well as 128 oothecae (Table 1). All specimens collected belonged to the subfamily Ectobiinae (Order: Dictyoptera, Suborder: Blattodea, Family: Blattellidae), with three genera (*Loboptera*, *Dziriblatta*, and *Phyllodromica*) and six species (*Loboptera angulata*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica subaptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica cincticollis*, and *Phyllodromica trivittata*). Generally, catches were more abundant in the *Pinus halepensis* forest, with a total of 1082 individuals, followed by the *Quercus ilex* forest (514 individuals) and *Juniperus phoenicea* forest (289 individuals). Abundances of species also followed this trend per forest, except for *L. angulata* and *P. zebra*, which were more abundant in the *Q. ilex* forest.

3.2. Sex ratio of adult cockroaches

Of the 285 females and 146 males constituting the total adult catches in BNP, the OSR (M:F) was 33.87%. This value was significantly different from the theoretical value of 50% (chi-square test: $\chi^2 = 52.5$, $P < 0.001$), which means that the number of males was significantly lower than the number of females (Table 2). The same result was observed with all OSR values of cockroach species in the studied forests and in BNP in general, except for *P. cincticollis*, for which the number of males was balanced with the number of females (OSR = 50%). It is noteworthy that female cockroaches dominated males more markedly in the *J. phoenicea* forest (OSR = 6.67%). In addition, OSRs were lower for *P. subaptera* and *D. stenoptera* at 24.84% and 6.67%, respectively, while males were completely absent in *P. zebra*.

Table 1. Distribution of caught individuals of forest cockroach species according to phenological stages in different forest types of Belezma National Park (Northeast Algeria).

Cockroach species	Phenological stage	Surveyed forests			
		<i>P. halepensis</i>	<i>J. phoenicea</i>	<i>Q. ilex</i>	Overall
<i>L. angulata</i> (Chopard, 1943)	Ootheca	4	3	4	11
	Young larvae	62	62	70	194
	Aged larvae	69	91	109	269
	Adults	36	3	52	91
	Total	171	159	235	565
<i>D. stenoptera</i> (Chopard, 1943)	Ootheca	71	4	6	81
	Young larvae	98	22	36	156
	Aged larvae	246	56	58	360
	Adults	151	6	4	161
	Total	566	88	104	758
<i>P. subaptera</i> (Rambur 1838)	Ootheca	2	–	3	5
	Young larvae	12	–	12	24
	Aged larvae	29	–	15	44
	Adults	7	–	8	15
	Total	50	–	38	88
<i>P. zebra</i> (Chopard, 1951)	Ootheca	2	–	6	8
	Young larvae	0	–	0	0
	Aged larvae	7	–	13	20
	Adults	7	–	6	13
	Total	16	–	25	41
<i>P. cincticollis</i> (Lucas, 1849)	Ootheca	14	–	–	14
	Young larvae	10	–	–	10
	Aged larvae	42	–	–	42
	Adults	54	–	–	54
	Total	120	–	–	120
<i>P. trivittata</i> (Chopard, 1943)	Ootheca	2	2	5	9
	Young larvae	56	23	62	141
	Aged larvae	29	11	26	66
	Adults	74	6	19	99
	Total	161	42	112	315
All species combined	Ootheca	95	9	24	128
	Young larvae	238	107	180	525
	Aged larvae	422	158	221	801
	Adults	327	15	89	431
	Total	1082	289	514	1885

Table 2. Variation in numbers of males and females and values of the operational sex ratio (M:F) of forest cockroach species caught in different forests of Belezma National Park (Northeast Algeria).

Cockroach species	Sex	Studied forests				Chi-square test	
		<i>P. halepensis</i>	<i>J. phoenicea</i>	<i>Q. ilex</i>	Overall	χ^2	P
<i>L. angulata</i>	Female	22	2	30	54		
	Male	14	1	22	37		
	OSR (M:F)	38.89	33.33	42.31	40.66	11.0	0.012
<i>D. stenoptera</i>	Female	111	6	4	121		
	Male	40	0	0	40		
	OSR (M:F)	26.49	0	0	24.84	123.7	<0.001
<i>P. subaptera</i>	Female	7	–	7	14		
	Male	0	–	1	1		
	OSR (M:F)	0.00	–	12.50	6.67	115.7	<0.001
<i>P. zebra</i>	Female	7	–	6	13		
	Male	0	–	0	0		
	OSR (M:F)	0	–	0	0	150.0	<0.001
<i>P. cincticollis</i>	Female	26	–	–	26		
	Male	26	–	–	26		
	OSR (M:F)	50.00	–	–	50.00	0.0	1.000
<i>P. trivittata</i>	Female	39	6	12	57		
	Male	35	0	7	42		
	OSR (M:F)	47.30	0.00	36.84	42.42	54.8	<0.001
All species combined	Female	212	14	59	285		
	Male	115	1	30	146		
	OSR (M:F)	35.17	6.67	33.71	33.87	52.5	<0.001

3.3. Spatiotemporal population dynamics

The increase in cockroach numbers in the forests of BNP started from January and February for *L. angulata*, *D. stenoptera*, *P. zebra*, and *P. subaptera*. For these species and in the studied forests, surveys during the months of April and May revealed high individual densities compared to other months, thus marking the peak of the spring generation, which commenced in March and ended in June. A sharp decrease in abundance was observed in summer (June–August) through early autumn (September), from which time a second increase in the number of individuals denoted the second generation. However, this generation was characterized by a lower density compared to the first generation (Figure 2). The monthly dynamics of *P. cincticollis* populations in Aleppo pine forest indicated the existence of a single annual generation. It coincided with the spring season and lasted for about 4 months (March–June). The first spring-summer generation of *P. trivittata* began in

April in *P. halepensis* and *Q. ilex* but in May in *J. phoenicea* forest. This generation overlapped with the second summer-autumn generation that lasted until November. The monthly population dynamics of cockroaches indicated higher individual abundances in Aleppo pine forest compared to the other two forests, except for *L. angulata*, which was abundant in *Q. ilex* forest.

The variation in the number of individuals captured at each phenological stage according to types of forests and studied months differed from one species to another. In *L. angulata*, *D. stenoptera*, and *P. trivittata*, population dynamics of phenological stages YL, AL, and AD differed significantly between forest types, studied months, and the interaction 'forests \times months'. Only the effect of the factor 'months' was significant among the phenological stages of *P. subaptera* ($P = 0.015$), whereas abundances of *P. zebra* and *P. cincticollis* showed no significant variation according to the two factors (Table 3).

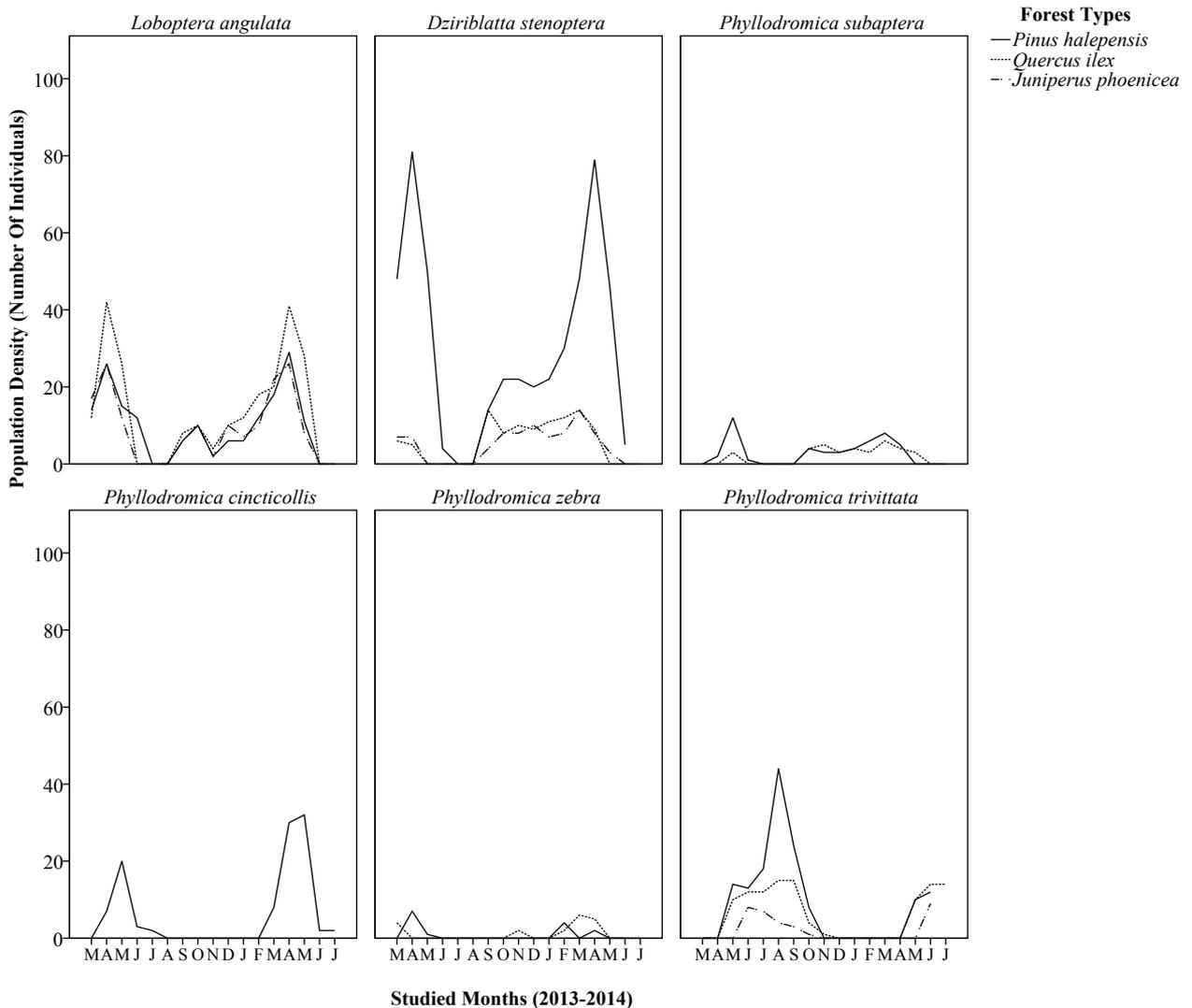


Figure 2. Monthly population dynamics of forest cockroach species sampled between March 2013 and July 2014 in different forests of Belezma National Park (Northeast Algeria).

3.4. Structure and organization of stands

In the *P. halepensis* forest, five species were constant in samples (occurrence > 50%), of which *D. stenoptera* presented the highest occurrence frequency (C% = 82.35%), but *P. zebra* was reported as an accidental species (C% = 23.53%). A high occurrence of *L. angulata* (C% = 70.59%) characterized *J. phoenicea* forest, in which *P. trivittata* had low occurrence (C% = 41.18%). Similarly, *L. angulata* was the most constant species over time in *Q. ilex* forest (C% = 70.59%). In BNP in general, i.e. in the three forest types, over 80% of species were constant (Table 4). Regarding the relative frequency (F%) and density (D), the most abundant species in the *P. halepensis* forest was *D. stenoptera* with F% = 50.20% and a large density (D = 29.12 individuals per sample). *L. angulata* was the most abundant

species in the other two forests with a relative abundance of F% = 55.71% in *J. phoenicea* and F% = 47.14% in *Q. ilex*. The density of these species was also important in these two forests with 9.18 and 13.59 individuals/sample, respectively. The dominant species in all studied forests were *L. angulata*, *D. stenoptera*, and *P. trivittata*.

3.5. Indices of biodiversity

The pine forest was the most diverse forest in terms of species richness with the presence of six cockroach species, and then came the evergreen oak forest with five species (Figure 3). Biodiversity, evaluated using Shannon's index, was slightly higher in *P. halepensis* forest ($H = 2.00$, $H_{\max} = 2.58$), followed by *Q. ilex* forest ($H = 1.91$, $H_{\max} = 2.32$), while *J. phoenicea* showed the lowest values of biodiversity ($S = 3$, $H = 1.39$, $H_{\max} = 1.58$). However, this

Table 3. Multivariate analysis of variance (MANOVA) for differences in population dynamics of cockroaches' phenological stages between studied months and forests of Belezma National Park (*: $P < 0.05$, ***: $P < 0.001$).

Cockroach species	Variation	Df	Pillai	Approx. F	Num. Df	Den. Df	P	Sig.
<i>L. angulata</i>	Forests	2	1.26	7.95	6	28	<0.001	***
	Months	11	2.33	4.70	33	45	<0.001	***
	Forests × months	22	2.15	1.72	66	45	0.027	*
	Residuals	15						
<i>D. stenoptera</i>	Forests	2	1.42	11.52	6	28	<0.001	***
	Months	11	2.90	37.63	33	45	<0.001	***
	Forests × months	22	2.77	8.29	66	45	<0.001	***
	Residuals	15						
<i>P. subaptera</i>	Forests	1	0.21	0.70	3	8	0.576	
	Months	11	2.13	2.21	33	30	0.015	*
	Forests × months	11	1.36	0.76	33	30	0.783	
	Residuals	10						
<i>P. zebra</i>	Forests	1	0.10	0.96	3	25	0.428	
	Months	11	0.76	0.84	33	81	0.713	
	Forests × months	11	0.41	0.39	33	81	0.998	
	Residuals	27						
<i>P. cincticollis</i>	Months	11	2.06	0.99	33	15	0.528	
	Residuals	5						
<i>P. trivittata</i>	Forests	2	1.82	46.63	6	28	<0.001	***
	Months	11	2.92	49.08	33	45	<0.001	***
	Forests × months	22	2.70	6.03	66	45	<0.001	***
	Residuals	15						

Table 4. Occurrence (C%), relative frequency (F%), and density (D) of blattopteran species caught in different forest types of Belezma National Park (Northeast Algeria).

Cockroach species	Studied forests								
	<i>P. halepensis</i>			<i>J. phoenicea</i>			<i>Q. ilex</i>		
	C%	F%	D	C%	F%	D	C%	F%	D
<i>L. angulata</i>	76.47	16.94	9.82	70.59	55.71	9.18	70.59	47.14	13.59
<i>D. stenoptera</i>	82.35	50.20	29.12	64.71	30.00	4.94	58.82	20.00	5.76
<i>P. subaptera</i>	58.82	4.87	2.82	–	–	–	52.94	7.14	2.06
<i>P. zebra</i>	23.53	1.42	0.82	–	–	–	29.41	3.88	1.12
<i>P. cincticollis</i>	52.94	10.75	6.24	–	–	–	–	–	–
<i>P. trivittata</i>	52.94	15.82	9.18	41.18	14.29	2.35	58.82	21.84	6.29

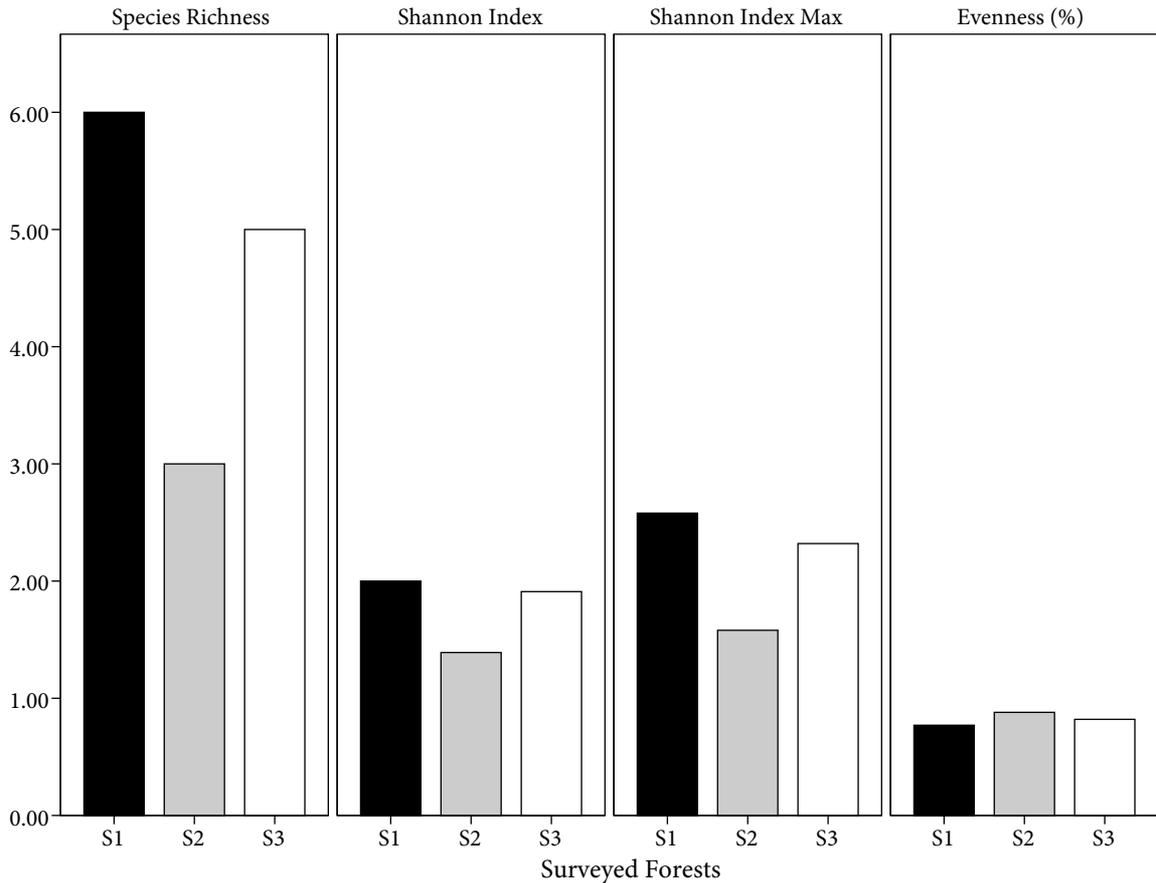


Figure 3. Parameter diversity of cockroach species caught in different forest types (S₁: *Pinus halepensis*, S₂: *Juniperus phoenicea*, S₃: *Quercus ilex*) of Belezma National Park (Northeast Algeria).

forest showed the highest value of evenness at 88%, while evenness was only 77% in *P. halepensis* forest. Roughly speaking, the values of evenness ($E > 77\%$) indicated that stands in all three forests were quite well balanced, i.e. population abundances were quite evenly distributed.

4. Discussion

This study allowed, for the first time, the characterization of the diversity and population dynamics of cockroach species in BNP according to various Mediterranean forest types. It is noteworthy that BNP forests are characterized by a fairly wide variety of flora and fauna, from which more than 200 insect species were described (Chenchouni et al., 2008a; Zereg, 2010), but no information on Dictyoptera was available before this survey. Inventory works of flora and fauna in forest ecosystems continue to draw the interest of scientists worldwide. They have proved their usefulness in various forest management studies (Dudley et al., 2005; Habbachi, 2013).

Among the six species recorded in BNP, two species are new for Algeria (*Phyllodromica cincticollis* and

Phyllodromica subaptera). To date, Algeria has a total of ten forest cockroach species, all recorded from forest habitats: two species (*Loboptera decipiens* and *Ectobius pallidus*) are reported in subhumid forests of the region of Guelma (Cherairia, 2004), three species (*Loboptera decipiens*, *Ectobius kervillei*, and *Ectobius* sp.) in the coastal area of Annaba (north of Algeria) where the climate is humid (Habbachi, 2013), and seven species (*Loboptera decipiens*, *Loboptera ovobata*, *Dziriblatia nigriventris*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata* and *Ectobius* sp.) in the semiarid forests of the region of Djelfa (Masna et al., 2014).

Many abiotic and biotic factors control the distributional patterns of cockroach populations across different regions and habitats (Rust et al., 1995). Among the most important factors involved in the speciation of ecological niches of these insects are climatic parameters (Kambhampati and Peterson, 2007) and features of the vegetation and characteristics of its litter (Antunes et al., 2008; Schal et al., 2008). Furthermore, the presence of water, i.e. biotope moisture, facilitates the development of cockroach

populations (Boyer, 2004), and fire is another factor that affects communities of forest cockroaches (Abbott et al., 2003).

Our results are consistent with those of Antunes et al. (2008), who showed that different vegetation covers had different influences on the diversity and distribution of pathobiontic arthropods. In addition, the current study revealed that trends of population dynamics and the number of annual generations of the identified cockroach species were quite similar between the different types of forests. However, the timing and intensity of these generations (as well population dynamics) all depended on the season of the year. This reflects the crucial effect of temporal variation of climatic factors, which are well documented and known for their direct influences on insect populations, their food, and their environment (Chafaa et al., 2013; Idder-Ighili et al., 2015).

The OSRs of cockroach species in all studied forests of BNP are biased towards females, which is in agreement with the records of several entomological/zoological studies; indeed, Clutton-Brock (2009) stressed that the dominance of females is quite common in several animal families. In extreme cases of imbalance between males and females, some species can reproduce asexually in the absence of males by parthenogenesis (Schwander et al., 2010). Similarly, Idder-Ighili et al. (2015) also noted a significantly biased OSR towards females throughout the year and especially during the breeding season. The bias in OSR can be explained by uneven rates of catches and survival between the sexes. However, environmental conditions can also influence the sex ratio (Stelkens and

Wedekind, 2010) whereas the behavior and ecology of the species induce unequal survival between the sexes during different stages of the life cycle, which also affects this ratio (Bell et al., 2007; Schal et al., 2008; Kraft and Vannouhuys, 2013).

The abundance and high diversity of blattopteran species in *P. halepensis* forest compared to other studied forests of BNP may be related to favorable ecological conditions in this habitat. Although deciduous forests produce more litter, the litter of coniferous forests provides an auspicious environment to house a wide and diverse range of microarthropods (Madej et al., 2011). This is due to the rapid decomposition of deciduous litter, while that of conifer forests, under specific edaphic and climatic conditions, accumulates longer and more densely (Laganière et al., 2010; Binkley and Fisher, 2012). In the Mediterranean region, *P. halepensis* forests promote soil properties that make these areas particularly able to contain a wide variety of pathobiontic arthropods (Antunes et al., 2008). In fact, conifer forests are known to have different soil properties compared to deciduous woods, since the litter of these habitats, being mainly composed of needles, has specific physicochemical and dynamic characteristics (acidity, moisture, types of humus, rate of decomposition and turnover of organic matter, types of undergrowth, microfauna, etc.) (Binkley and Fisher, 2012; Yoshida et al., 2013).

Acknowledgment

The authors thank Mr Haroun Chenchouni (University of Tebessa, Algeria) for his help in the statistical analysis and editing of this paper.

References

- Abbott I, Burbidge T, Strehlow K, Mellican A, Wills A (2003). Logging and burning impacts on cockroaches, crickets and grasshoppers, and spiders in Jarrah forest, Western Australia. *Forest Ecol Manag* 174: 383–399.
- Antunes SC, Pereira R, Sousa JP, Santos MC, Gonçalves F (2008). Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal). *Eur J Soil Biol* 44: 45–56.
- Bell WJ, Roth LM, Nalepa CA (2007). *Cockroaches: Ecology, Behavior, and Natural History*. Baltimore, MD, USA: Johns Hopkins University Press.
- Binkley D, Fisher R (2012). *Ecology and Management of Forest Soils*. New York, NY, USA: Wiley.
- Boyer S (2004). Sélection de l'habitat chez les blattes introduites/endémiques (Insectes: Dictyoptères). Exemple de Mayotte et La Réunion. PhD, Rennes 1 University, Rennes, France (in French).
- Chafaa S, Biche M, Chenchouni H, Sellami M, Si Bachir A (2013). Effet du climat et de l'exposition sur la dynamique des populations de la cochenille violette, *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera: Diaspididae), en conditions arides. *Ann Soc Entomol Fr* 49: 291–297 (in French).
- Chenchouni H, Abdelkrim SB, Athmane B (2008a). Valorisation of fauna communities in the Algerian forests: case of the national park of Belezma (Algeria, North Africa). In: International Conference on Adaptation of Forests and Forest Management to Changing Climate with Emphasis on Forest Health: A Review of Science, Policies, and Practices, 25–28 August 2008. Umeå, Sweden: FAO/IUFRO, p. 52.
- Chenchouni H, Abdelkrim SB, Athmane B (2008b). The deterioration of the Atlas Cedar (*Cedrus atlantica*) in Algeria. In: International Conference on Adaptation of Forests and Forest Management to Changing Climate with Emphasis on Forest Health: A Review of Science, Policies, and Practices, 25–28 August 2008. Umeå, Sweden: FAO/IUFRO, p. 51.

- Cheraïria M (2004). Les blattes dans l'est algérien (Guelma) inventaire, biométrie et biotypologie. MSc, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria (in French).
- Chopard L (1929). Note sur les Orthoptères du Hoggar. Bull Soc Hist Nat Afr 20: 234–246 (in French).
- Chopard L (1943). Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord (I. Faune de l'empire français). Paris, France: Larose (in French).
- Chopard L (1951). Orthoptéroïdes. Faune de France. Tome 56. Paris, France: Lechevalier (in French).
- Clutton-Brock T (2009). Sexual selection in females. *Anim Behav* 77: 3–11.
- Colwell RK (2009). Biodiversity: concepts, patterns and measurement. In: Levin SA, editor. *The Princeton Guide to Ecology*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, pp. 257–263.
- Dudley N, Baldock D, Nasi R, Stolton S (2005). Measuring biodiversity and sustainable management in forests and agricultural landscapes. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 360: 457–470.
- Evangelista DA, Bourne G, Ware JL (2014). Species richness estimates of Blattodea s.s. (Insecta: Dictyoptera) from northern Guyana vary depending upon methods of species delimitation. *Syst Entomol* 39: 150–158.
- Habbachi W (2013). Etude des Blattellidae (Dictyoptera): essais toxicologiques, synergie et résistance aux insecticides et aux biopesticides. PhD, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria (in French).
- Idder-Ighili H, Idder MA, Doumandji-Mitiche B, Chenchoune H (2015). Modeling the effects of climate on date palm scale (*Parlatoria blanchardi*) population dynamics during different phenological stages of life history under hot arid conditions. *Int J Biometeorol* 59: 1425–1436.
- Kambhampati S, Peterson AT (2007). Ecological niche conservation and differentiation in the wood feeding cockroaches, *Cryptocercus*, in the United States. *Biol J Linn Soc* 90: 457–466.
- Kraft T, Vannouhuys S (2013). The effect of multi-species host density on superparasitism and sex ratio in a gregarious parasitoid. *Ecol Entomol* 38: 138–146.
- Laganière J, Pare D, Bradley RL (2010). How does a tree species influence litter decomposition? Separating the relative contribution of litter quality, litter mixing, and forest floor conditions. *Can J Forest Res* 40: 465–475.
- Lopes SM, Oliveira EH, Tarli DV (2014). New species of Blaberidae and Ectobiidae (Blattaria) from Brazil. *Zoologia* 31: 170–174.
- Madej G, Barczyk G, Gawenda I (2011). Importance of microhabitat for preservation of species diversity, on the basis of mesostigmatid mites (Mesostigmata, Arachnida, Acari). *Pol J Environ Stud* 20: 961–968.
- Magurran AE (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Masna F, Habbachi W, Mecheri H, Ouakid ML, Adamou AE, Benhissen S (2014). Inventaire des blattes forestières des pinèdes de la région de Djelfa. *Revue El Wahat pour les Recherches et les Etudes* 7: 1–6 (in French).
- Ober HK, DeGroot LW (2014). Repeated raking of pine plantations alters soil arthropod communities. *Forests* 5: 689–714.
- Rust MK, Owens JM, Reiersen DA (1995). *Understanding and Controlling the German Cockroaches*. New York, NY, USA: Oxford University Press.
- Sadine SE, Alioua Y, Chenchoune H (2012). First data on scorpion diversity and ecological distribution in the National Park of Belezma, Northeast Algeria. *Serket* 13: 27–37.
- Sadoudi D, Soltani N, Kellouche A, Mazouzi F (2011). Effet de quelques paramètres biotiques et abiotiques sur la biologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Trypetidae) au laboratoire. In: 9th International Conference on Agricultural Pests, 26–27 October 2011. Montpellier, France: AFPP, p. 10 (in French).
- Schal C, Gautier JY, Bell WJ (2008). Behavioural ecology of cockroaches. *Biol Rev* 59: 209–254.
- Schwander T, Lo N, Beekman M, Oldroyd BP, Keller BP (2010). Nature versus nurture in social insect caste differentiation. *Trends Ecol Evol* 25: 275–282.
- Serra H, Godoy WAC, Von Zuben FJ, Von Zuben CJ, Reis SF (2007). Sex ratio and dynamic behavior in populations of the exotic blowfly *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae). *Braz J Biol* 67: 347–353.
- Stelkens RB, Wedekind C (2010). Environmental sex reversal, Trojan sex genes, and sex ratio adjustment: conditions and population consequences. *Mol Ecol* 19: 627–646.
- Suarez-Coya M, Padilla SE, Escobedo-Galvan AH (2013). Variation in size class and sex ratio of Morelet's crocodile in wetlands of Campeche, México. *Herpetol Conserv Biol* 8: 447–455.
- Tamošiūnas R, Valiuškaitė A, Survilienė E, Rasiukevičiūtė N (2014). Species ratio, spring emergence, population dynamics and damage of plum sawflies *Hoplocampa minuta* and *H. flava* in plum orchard. *Zemdirbyste-Agriculture* 101: 91–100.
- Weisser WW, Siemann E (2004). The various effects of insects on ecosystem functioning. In: Weisser WW, Siemann E, editors. *Insects and Ecosystem Function*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, pp. 3–24.
- Yoshida T, Takito Y, Soga M, Hiji N (2013). Responses of litter invertebrate communities to litter manipulation in a Japanese conifer plantation. *Acta Oecol* 51: 74–81.
- Zereg S (2010). Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des Junipéraies de *Juniperus phoenicea* de la région de Djerma (Nord-est du Parc National de Belezma, Batna). MSc, Hadj Lakhdar University, Batna, Algeria (in French).

Research Article

INSECTICIDAL EFFECT OF *EUPHORBIA BUPLEUROIDES* LATEX ON *BLATTELLA GERMANICA* (DICTYOPTERA: BLATTELLIDAE)

Imane Azoui¹, Naama Frah², Billal Nia^{3*}

¹Department of Natural and Life Sciences, Faculty of Sciences, University of El Hadj Lakhdar, 05000 Batna, Algeria

²Institute of Veterinary and Agronomical Sciences, University of El Hadj Lakhdar, 05000 Batna, Algeria

³Department of Agronomic Sciences, University of Mohamed Khider, 07000 Biskra, Algeria

Article History: Received 18th April 2016; Accepted 29th July 2016; Published 12th August 2016

Blattella germanica is commonly found in homes, restaurants, hospitals, other large buildings, and public health implications. It has become resistant to many insecticides. Latex effect of *Euphorbia bupleuroides* on *B. germanica* mortality was tested in order to obtain a new bioinsecticides. Five concentrations (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) were evaluated against males, females and larvae of German cockroach under laboratory conditions. High levels of mortality of *B. germanica* adults and larvae were associated with the increase in the concentration and time of exposure as well.

Keywords: *Blattella germanica*, *Euphorbia bupleuroides*, Insecticidal effect, Latex, Mortality

INTRODUCTION

The German cockroach, *B. germanica* (Linnaeus, 1767), is an important pest of homes, restaurants, and commercial food processing facilities worldwide (Liu et al., 2011). They are considered as important indicators of hygiene because they can cause allergic reactions in sensitive people, and transmit several human pathogens such as viruses, bacteria, protozoa, and helminthes (Yeom et al., 2012). They are always associated with indoor environments such like bathrooms, kitchens, and food storage areas (Nasirian et al., 2011).

Cockroach control was especially dependent on the use of many types of insecticides (Habes et al., 2013), mainly by chlorinated hydrocarbons, organophosphates, compounds based on pyrethroids, and carbamates (Rust et al., 1993). Excessive use of these insecticides has developed resistance (Rust & Reiersen, 1991; Zhai & Robinshon, 1992) and also cause harm to humans and the environment (Gagné et al., 1999).

The search for new insecticides and ways to control the German cockroach continue because this insect remains one of the most economically and medically important pests of the urban environment.

Plants secondary metabolites are known to play a crucial role in pests control because some are selective, biodegradable, non toxic products, and have few harmful effects on non target organisms and the environment (Wink, 1993; Isman, 1995). Indeed, about 250,000 plant species in the world have been reported to contain compounds with insecticidal properties (De Silva, 2008).

The Euphorbiaceae family, which is considered one of the largest families of Angiosperms, covers about 7,800 species distributed in approximately 300 genera and 5 subfamilies worldwide. These species grow often in tropical and subtropical environments (Webster, 1994). The chemical constituents of the Euphorbiaceae family plants include triterpenoids and related compounds (sterols, alcohols and hydrocarbons), phenolic compounds (flavonoids, lignans, coumarins, tannins, phenanthrenes, quinones, phenolic acids, etc.), alkaloids, cyanogenic glucosides, and glucosinolates (Abdel-Fattah, 1987).

Euphorbia is the dominant genus which having about 2000 known species from annuals to trees. All these specie contain latex and have unique flower structure (Amir, 2006). Some of the species are used in folk medicines to cure skin diseases, gonorrhoea, migraines, intestinal parasites, and warts (Singla & Pathak, 1990). Several studies showed insecticidal and pesticidal effects of *Euphorbia* genus (Kemassi, 2008; Ayatollahi et al., 2010; Singh, 2012).

Euphorbia bupleuroides is an herbaceous plant with simple leaves growing in mountain rock area (Quezel & Santa, 1963). It is an endemic medicinal plant of Algeria used as an ancient remedy to extirpate thorns and to treat warts. It is well known that the decoction of roots is used in Algeria with anti-inflammatory purposes (Aichour et al., 2014). Its latex is rich in triterpenes (Biesboer & Mahlberg, 1979; Yamamoto et al., 1981).

In this study, we tried to evaluate the insecticidal activity of *Euphorbia bupleuroides* latex against the German cockroach.

*Corresponding author e-mail: billal.nia@univ-biskra.dz

MATERIALS AND METHODS

Insect rearing

Colonies of *B. germanica* were maintained under laboratory conditions (25°C, 50 to 70% relative humidity) with a L16:D8 h photoperiod. The cockroaches were reared in plastic containers and provided with unlimited supplies of water and biscuit (food).

Latex dilutions preparation

Euphorbia bupleuroides collected from their natural habitat around Arris, 60 km South East of the city of Batna in the East of Algeria (35°15'27"N, 6°21'3"E). This plant was identified by Dr Oudjih from the Laboratory of Botanic, Department of Agronomy, Batna, Algeria.

Freshly plant stems were cut and brought to the laboratory in order to extract latex. These stems were let dripping from a cutting into a clean test tube.

5 latex dilutions (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) were prepared by adding distilled water according to the protocol of Singh (2012).

0 ml. (Control) no latex was added there is only distilled water.

25 ml latex and 75 ml of distilled water used as 25%;

50 ml latex and 50 ml of distilled water used as a 50%;

75 ml latex and 25 ml of distilled water used as a 75%;

100 ml of latex and 0 ml of distilled water used as 100%.

Toxicity test

Twenty *B. germanica* individuals were placed in plastic boxes to test latex insecticidal effect by ingestion. Indeed, 10 cockroaches were isolated and grouped in boxes (12 × 9 × 4.5) cm containing biscuit (food) and a water tube added with various concentrations of latex (25%, 50%, 75% and 100%) with three replications (Habbachi, 2013).

Evaluation time was 28 days for adults and 21 days for larvae. Observation of dead individual numbers was made daily. Erratic movements and disorientated cockroaches were considered as early symptoms of poisoning which were followed by paralysis.

Statistical analysis

Logistic regression analysis was employed to predict the probability that a latex concentration augmentation would increase mortality of cockroaches' individuals in different time intervals. The predictor variables were latex concentrations (25%, 50%, 75% and 100%). The Chi-square value will determine whether there is a difference between the current model and the intercept-only model. Thus, one can conclude that experience is related to programmers' success. We used the statistical program Statistica 8 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK) for all analyses.

RESULTS

The Chi-square value for the difference between the current model and the intercept-only model is highly significant (0.000). Thus, one can conclude that mortality is related to latex concentrations. In fact, table 1 shows the logistic regression coefficient, Wald test and odds ratio for each of the predictors. Using a .05 criterion of statistical significance showed that all concentrations for both adults and larvae had significant partial effects (Tables 1 and 2).

Latex effect on adult mortality

The mortality rates of males and females are summarized in Figure 1. In fact, at a concentration of 25% there was no mortality after 7 days. However, after 14, 21 and 28 days, the mortality rate increased from 26% to 100% for males. When concentrations got more, the time required to have high level of toxicity began short. At 50% and 75%, we observed 26% and 56% mortality after 7 days, 46% and 83% after 14 days and 76 to 100% after 28 days. The highest concentration (100%) caused 100% mortality just after 7 days of exposure.

Table 1: Latex toxicity on *B. germanica* adults (LC₅₀ and LC₉₀) after 7, 14, 21, and 28 days. M: Male, F: Female

Exposure time (days)	Sex	χ^2	B	χ^2 Wald	P	Odds Ratio	LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)
7	M	379.94	-6.14	117.88	0	1.1	68.27%	92.66%
	F	237.35	-5.01	122.64	0	1.06	79.12%	113.87%
14	M	369.28	-4.12	121.54	0	1.08	52.18%	80.03%
	F	397.14	-5.44	120.84	0	1.09	59.77%	83.94%
21	M	342.43	-2.49	80.75	0	1.09	29%	54.59%
	F	475.11	-5.1	93.05	0	1.13	50.96%	72.96%
28	M	351.71	-2.61	58.65	0	1.13	15.94%	39.23%
	F	471.7	-4.72	94.9	0	1.14	47.22%	69.22%

Table 2: Latex toxicity on *B. germanica* larvae (LC₅₀ and LC₉₀) after 7, 14, and 21 days.

Exposure time (days)	χ^2	B	Wald χ^2	P	Odds Ratio	LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)
7	69.1	- 6.14	63.24	0.000	1.05	122.8%	142.8%
14	189.68	- 3.9	126.62	0.000	1.05	78%	97%
21	251.62	- 2.31	97.96	0.000	1.05	46.2%	65.2%

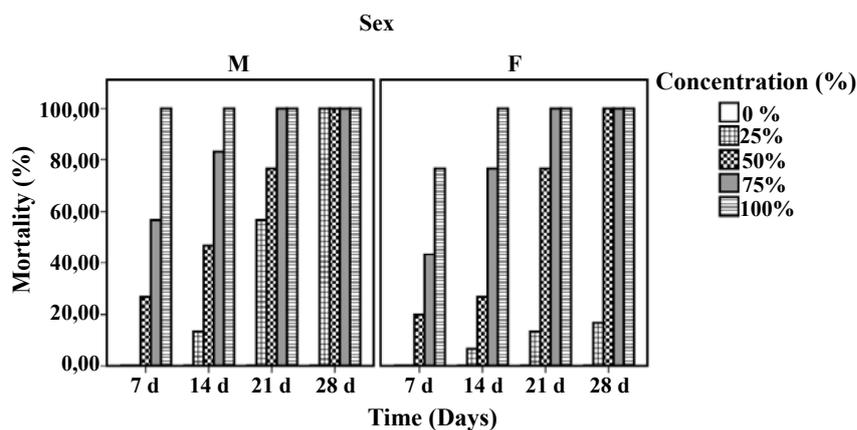


Figure 1: Mortality rates in males (M) and females (F) of *B. germanica* treated with different concentrations of latex.

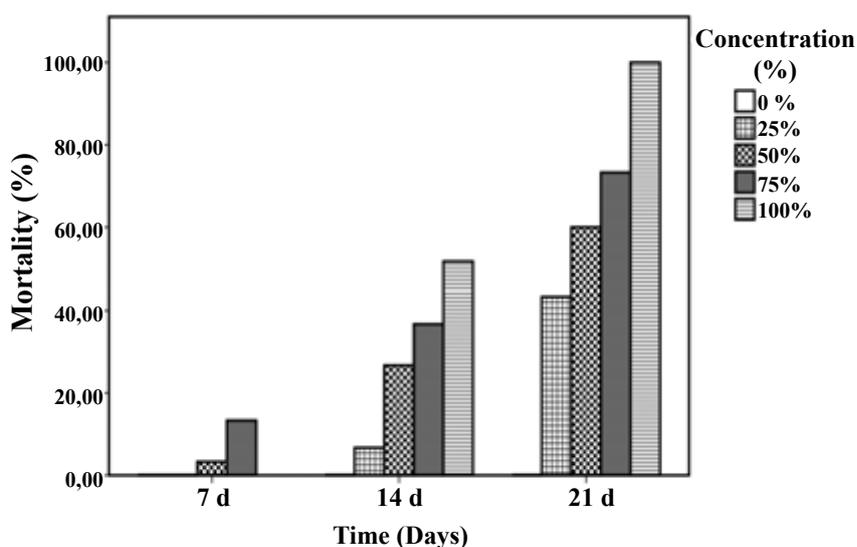


Figure 2: Mortality rates in *B. germanica* larvae treated with different concentrations of latex.

In females, only 16% of mortality was recorded after 28 days using a concentration of 25%. The highest concentration (100%) caused 76% of mortality after 7 days and 100% mortality after 28 days of exposure (Figure 1).

Latex lethal concentrations were calculated after 7, 14, 21 and 28 days of exposure. Results showed that males are generally more sensitive to latex effect than females (Table 1). Indeed, after 28 days, the LC_{50} recorded was 15.94% for males and 47.22% for females whereas the LC_{90} was 39.23% for males and 69.22% when females were exposed to the latex.

Latex effect on the larvae mortality

The results of Figure 2 showed that the mortality rate varied with concentrations and time. In fact, after 21 days, mortality recorded was 43%, 60%, and 75% using 25%, 50%, and 75% concentrations respectively. With the highest concentration, we obtained 100% of mortality for the same time interval (Figure 2).

From the logit analyses, lethal concentrations were calculated after 7, 14, and 21 days of exposure. After 7 days, the LC_{50} was 122.8% whereas LC_{90} was 142.8%.

In the 21st day, LC_{50} and LC_{90} recorded were 46.2% and 65.2% respectively (Table 2).

DISCUSSION

The *E. bupleuroides* latex was tested against common species and most widespread pest houses, restaurants, and places of food stockage. These pests such *B. germanica* are considered to be more resistant to synthetic insecticides (Saito & Hama, 2000). In the literature, the Euphorbiaceae family is known for potent latex available in the most of its species leaves and barks. Vimal & Das (2014) reported that *Euphorbia antiquorum* (L.) latex extract showed high toxicity against *Aedes aegypti* (L.) larvae where LC_{50} value was 10.70 ml/dl after 48 hours of exposure. After 24 hours, the LD_{50} values for different latex fractions of 24 h were in a range of 5.0-17.613 $\mu\text{g}/\text{mg}$ while combined mixtures of *Calotropis procera* (Aiton) showed synergistic activity against termites and caused comparably high mortality with LD_{50} was 1.987-6.016 $\mu\text{g}/\text{mg}$ (Upadhyay, 2013). Larvicidal properties of *Euphorbia* latex against larvae of Anopheles mosquitoes were evaluated by Mwine et al. (2010). Results indicated that the latex made total mortality at the highest dilution used of 1:250 in 5 days. Lee et al. (2010) examined the

insecticidal effects of *Sebastiania corniculata* against *Laodelphax striatellus*, *Nilaparvata lugens*, and *Sogatella furcifera*. The chloroform fraction of *S. corniculata* showed the most potential activity against *L. striatellus* ($DL_{50}=1.09 \mu\text{g}/\text{female}$), *N. lugens* ($DL_{50}=4.46 \mu\text{g}/\text{female}$), and *S. furcifera* ($DL_{50}=2.32 \mu\text{g}/\text{female}$).

Euphorbia sp. latex is particularly rich in diterpens and triterpen esters (Khan et al., 1989; Rasool et al., 1989). They are the most relevant compounds to the toxicity and considerable biological activities which are known such insecticidal and pesticidal (Singh, 2012; Sandhyarani & Kumar, 2014; Vimal & Das, 2014). Many studies showed the amoebic effect (Tona et al., 2000), nematicide activity (Liu et al., 2014), molluscicidal activity (Bakry & Hamdi, 2009), and antitermite activity (Upadhyay, 2013).

Brunner and Isman (2001) tested the synergistic effect of 4 terpens on acute toxicity in connection with *Spodoptera litura* larvae. These compounds reduced growth by 20% on average 3 days after administration. Also, Roman Pavela (2010) recorded acute toxicity and mutual synergistic effect of six monoterpenoids on *Spodoptera littoralis* larvae with LD_{90} values $<100 \mu\text{g}/\text{larva}$ (weight 25-30 mg). Terpens contained in an essential oils extracted from aromatic plants, were reported effective as repellent, larvicidal, pupicidal or adulticidal against different species of cockroaches (Liu et al., 2011; Sittichok et al., 2013). These compounds mode action is mainly reported to be the nervous system. Octopamine receptor and acetyl cholinesterase enzyme are two of its target sites (Kostyukovsky et al., 2002). Phorbol esters are the diterpenoids which occur naturally in many plants of the Euphorbiaceae and Thymelaeaceae family (Goel et al., 2007). Their application at different concentrations caused significant high mortality rate on the nymph and, adult cockroaches and termites (Beninger et al., 1993; Lateef et al., 2014).

CONCLUSION

The findings of the present study suggest that *Euphorbia bupleuroides* latex extract may be explored as potential natural insecticidal agent against *Blattella germanica*. It was especially efficient against males and larvae. The latex is known to contain terpens, which are recognized by their toxicity.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank all LAPAPEZA laboratory personnel for all facilities (University of Batna, Algeria) for their help in the achievement of this work.

REFERENCES

Abdel-Fattah, M.R., 1987. The chemical constituents and economic plants of the Euphorbiaceae. *Bot. J. Linn. Soc.*, 94: 293-326.

Aichour, S., Haba, H., Benkhaled, M., Harakat, D. and Lavaud, C., 2014. Terpenoids another constituents from *Euphorbia bupleuroides*. *Phytochem. Lett.*, 10: 198-203.

Alicia, K.P. and Arthur, G.A., 2010. Fumigant toxicity of essential oils to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.*, 103: 781-790.

Amir, R.J., 2006. Chemistry and biological activity of secondary metabolites in *Euphorbia* from Iran. *Phytochemistry*, 67: 1977-1984.

Ayatollahia, A.M., Ghanadianb, M., Afsharypuor, S., Siddiq, S. and Pour-Hosseinid, S.M., 2010. Biological screening of *Euphorbia Aellenii*. *Iran. J. Pharm. Res.*, 9: 429-436.

Bakry, F.A. and Hamdi, S.A., 2007. Molluscicidal activity of latex aqueous solution of *Euphorbia acetone* and *Euphorbia granulate* against the intermediate hosts of schistosomiasis and fascioliasis. *J. Uni. Arab. Biol.*, 27: 101-126.

Beninger, C.W., Ndyiragije, P. and Arnason, J.T., 1993. Diterpene 3-epicaryoptin affects growth and development of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Econ. Entomol.*, 86: 1559-1602.

Biesboer, D.D. and Mahlberg, P.G., 1979. The effect of medium modification and selected precursors on sterol production by short-term callus cultures of *Euphorbia tirucalli*. *J. Nat. Prod.*, 42: 648-657.

De Silva, W.A.P.P., Manuweera, G.K. and Karunaratne, S.H.P.P., 2008. Insecticidal activity of *Euphorbia antiquorum* L. latex and its preliminary chemical analysis. *J. Natn. Sci. Foundation. Sri Lanka.*, 36: 15-23.

Gagné, F., Pardos, M. and Blaise, C., 1999. Estrogenic effects of organic environmental extracts with the trout hepatocyte vitellogenin assay. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62: 723-730.

Goel, G., Makkar, H., Francis, G. and Becker, K., 2007. Phorbol esters: structure, biological activity, and toxicity in animals. *Int. J. Technol.*, 26: 279-288.

Habbachi, W., 2013. Etude des Blattellidae (Dictyoptera): Essais Toxicologiques, Synergie et Résistance aux Insecticides et aux Biopesticides. PhD, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria (in French).

Habes, D, Messiad, R, Gouasmia, S. and Grib, L., 2013. Effects of an inorganic insecticide (boric acid) against *Blattella germanica*: Morphometric measurements and biochemical composition of ovaries. *Afr. J. Biotechnol.*, 12: 2492-2497.

Hummel Brunner, L.A. and Murray, B.I., 2001. Acute, sublethal, antifeedant and synergistic effects of monoterpenoid, essential oil compounds on the tobacco cut worm *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Agr. Food. Chem.*, 49: 715-720.

Isman, M.B., 1995. Leads and prospects for the development of new botanical insecticides. *Rev. Pestic. Toxicol.*, 3: 1-20.

- Kemassi, A., 2008. Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). MSc, Kasdi Merbah University, Ouargla, Algeria (in French).
- Khan, A.Q., Kazmi, S.N.H., Ahmed, Z. and Malik, A., 1989. Euphorcinol -a new pentacyclic triterpene from *Euphorbia tirucalli*. *Planta. Med.*, 55: 290-291.
- Kostyukovsky, M., Rafaeli, A., Gileadi, C., Demchenko, N. and Shaaya, E., (2002). Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. *Pest. Manag. Sci.*, 5: 1101-1106.
- Lateef, F.A., Daudu, S.O., Paul, J. and Yusuf, D., 2014. Insecticidal effect of jatropha curcas oil phorbol esters on the nymph, adult cockroaches and termites. *Int. J. Appl. Sci. Engng. Res.*, 3: 495-503.
- Lee, C.H., Jeon, J., Lee, S. and Lee, H., 2010. Insecticidal properties of Euphorbiaceae: *Sebastiania corniculata*-derived 8-hydroxyquinoline and its derivatives against three plant hopper species (Hemiptera: Delphacidae). *J. Korean. Soc. Appl. Biol. Chem.*, 53: 464-469.
- Liu, X.C., Zhou, L. and Liu, Z.L., 2014. Evaluation of nematicidal activity of ethanol extracts of Euphorbiaceae plants and constituents from *Euphorbia fischeriana* to *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 2: 311-317.
- Liu, Z.L., Yu, M., Li, X.M., Wan, T. and Chu, S.S., 2011. Repellent activity of eight essential oils of chinese medicinal herbs to *Blattella germanica*. *L. Rec. Nat. Prod.*, 5: 176-183.
- Mwine, J., Damme, P. and Jumba, F., 2010. Evaluation of larvicidal properties of the latex of *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) against larvae of Anopheles mosquitoes. *J. Med. Plant. Res.*, 4: 1954-1959.
- Nasirian, H., Ladonni, H., Shayeghi, M., Vatandoost, H., Yaghoobi-Ershadi, M.R., Rassi, Y., Abolhassani, M. & Abaei, M.R., 2006. Comparison of permethrin and fipronil toxicity against German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) strains. *Iran. J. Public. Health.*, 35: 63-67.
- Pavela, R., 2010. Acute and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the larvae of *Spodoptera littoralis*. *J. Biopesticides.*, 3: 573-578.
- Quezel, P. and Santa, S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2. Paris, France: CNRS (in French).
- Rasool, N., Khan, A.Q. and Malik, A., 1989. A taraxerane type triterpene from *Euphorbia tirucalli*. *Phytochem*, 28: 1193-1195.
- Rust, M.K. and Reiersen, D.A., 1991. Chlorpyrifos resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from restaurants. *J. Econ. Entomol.*, 84: 736-740.
- Rust, M.K., Reiersen, D.A. and Ziechner, B.C., 1993. Relationship between insecticide resistance and performance in choice tests of field collected German cockroaches (Dictyoptera: blattellidae). *J. Econ. Entomol.*, 86: 1124-1130.
- Saito, T. and Hama, H., 2000. Carboxylesterase isozymes responsible for organophosphate resistance in the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). *Appl. Entomol. Zool.*, 35: 171-175.
- Sandhyarani, G. and Kumar, K.P., 2014. Insecticidal activity of ethanolic extract of leaves of *Euphorbia nivulia*. *Eur. J. Pharmacol. Toxicol.*, 1: 23-25.
- Singh, C., Pandey, D., Shukla, S., 2012. Pesticidal effect of euphorbia, nerium and calotropis latex on some larvae of crop damaging pests. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.*, 4: 256-260.
- Singh, P. and Singh, A., 2012. Evaluation of latex extract of *Euphorbia royleana* for its piscicidal and muricidal activities. *World. J. Agric. Sci.*, 8: 520-524.
- Singla, A.K. and Pathak, K., 1990. Phytoconstituents of Euphorbia species. *Fitoterapia*. 61: 483-516.
- Sittichok, S., Soonwera, M. and Dandong, P., 2013. Toxicity activity of herbal essential oils against German cockroaches (*Blattella germanica* L.: Blattellidae). *J. Agric. Technol.*, 9: 1607-1612.
- Tona, L., Kambu, K., Ngimbi, N., Mesia, K., Penge, O., Lusakibanza, M., Cimanga, R.K., de Bruyne, T., Apers, S., Totte, J., Pieters, L. and Vlietinck, A.J., 2000. Antiamoebic and spasmolytic activities of extracts from some antidiarrhoeal traditional preparations used in Kinshasa, Congo. *Phytomedicine*, 7: 31-38.
- Upadhyay, R.K. 2013. Effects of plant latex based anti-termite formulations on Indian white termite *Odontotermes obesus* (Isoptera: Odontotermitidae) in sub-tropical high infestation areas. *Open. J. Anim. Sci.*, 3: 281-294.
- Vimal, J.B. and Das, S.S.M., 2014. *Euphorbia antiquorum* latex and its mosquitocidal potency against *Aedes aegypti*. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 2: 267-269.
- Webster, G.L., 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Ann. Missouri. Bot. Gard.*, 81: 3-143.
- Wink, M., 1993. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. In: van Beek TA, Breteler H, editors. *Phytochemistry and Agriculture*. Oxford, UK: Clarendon Press 34: pp. 171-213.
- Yamamoto, Y., Mizuguchi, R. and Yamada, Y., 1981. Chemical constituents of cultured cells of *Euphorbia tirucalli* and *E. milii*. *Plant. Cell. Rep.*, 1: 29-30.
- Yeom, H.J., Kang, J.S., Kim, G.H. and Park, I.K., 2012. Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity

of Apiaceae plant essential oils and their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*). *J. Agric. Food. Chem.*, 60: 7194-7203.

Zhai, J. and Robinshon, W., 1992. Measuring cypermethrin resistance in the German cockroach (Orthoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.*, 85: 348-351.