

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الحاج لخضر- باتنة 1

Université El Hadj Lakhdar - Batna1

معهد علوم البيطرية و العلوم الزراعية

Institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques

قسم العلوم الزراعية

Département des sciences agronomiques

Thèse :

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat 3 ème Cycle en Sciences Agronomiques

Option : Protection des Végétaux

Présentée par :

M^{elle}. ABERKANE Nadia

Thème

Etude de la faune Blattoptère dans la cédraie de Chelia. Inventaire, structure des peuplements et comportement

Président	: Mr. BEGHAMI Yassine	Professeur	Université Batna 1
Promoteur	: Mme. HABBACHI Wafa	Professeur	Université Annaba
Examinateur	: Mr. BENSACI Oussama Ali	MCA	Université Batna 1
Examinatrice	: Mme. BENHISSEN Saliha	MCA	Université M' sila

Année universitaire 2023/2024

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes chers parents

*« Merci pour vos prières et vos encouragements qui guident mes pas et m'aider à devenir ce
que je suis »*

A Mes sœurs et mon frère

A mes amies

Remerciement

Avant tout je dis merci à Allah qui m'a donné la force et la patience de continuer ce modeste travail malgré les difficultés et les circonstances que j'ai rencontré durant mes années de recherche

*Un grand remerciement à ma directrice de thèse Madame **HABBACHI Wafa** professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba d'avoir dirigé ce travail, pour son aide, ses conseils, ainsi que sa gentillesse qui m'a donné toujours l'envie et la volonté de donner le meilleur. Je lui remercie infiniment aussi de m'avoir accueilli au sein de son laboratoire. Merci d'avoir été si patient avec moi et de m'avoir aidé dans les moments les plus difficiles. Merci madame pour tout ce que tu as fait*

*Je voudrais dire merci aussi à Madame **FRAH Naama** professeur à l'université de Batna 1 pour son aide et ses conseils illimités tout au long de ce travail. Je lui remercie infiniment*

*Je tiens à remercier Monsieur **BEGHAMI Yassine** professeur à l'université de Batna 1 de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider notre jury. Nous vous sommes très reconnaissants de bien vouloir porter intérêt à ce travail.*

*Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers les membres du jury, Mr. **BENSACI Oussama Ali** maître de Conférences à l'université de Batna 1 et Mme. **BENHISSEN Saliha** maître de Conférences à l'université de M'sila pour leur présence, pour leur lecture attentive de ma thèse ainsi que pour les remarques qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer mon travail.*

J'exprime mes remerciements à tous mes collègues de la promotion «Protection des végétaux » (2016/2017)

Mes remerciements à tous les personnes qui ont m'aidé de près ou de loin pour compléter mon travail.

Merci 

Résumé

Au cours du Carbonifère tardif, les blattes ont déjà envahi la terre avec une distribution mondiale. Ils sont des insectes ont un rôle écologique remarquable en tant que macro-arthropodes les plus abondants dans la litière, avec un impact significatif sur la décomposition de la litière et le renouvellement des nutriments ainsi qu'un élément important du régime alimentaire des petits vertébrés, Notre présent travail est de réaliser un inventaire concernant les blattes forestières existantes au niveau des trois sites sélectionnés en fonction d'altitude : « Site (1)=2020m, Site (2) =1920m , Site (3)=1820m » au niveau de la cédraie de Chelia ; forêt de type méditerranéenne située dans le massif des Aurès (Est algérien). L'inventaire a été réalisé durant une période de deux ans et demi d'aout 2017 à mars 2020, Et on essayant toutefois d'expliquer l'influence d'altitude sur leur distribution. Et d'autre part mise en évidence sur le comportement alimentaire chez *Loboptera angulata* (larve et adulte) face aux trois extraits hexaniques de feuilles de pin d'Alep, cèdre et chêne vert , L'inventaire a montré l'existence de sept espèces (*Dziriblatia nigrivintris*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Ph.sp*, *Loboptera angulata*, *Loboptera alluoudi* . les analyses statistiques ont montré que l'altitude et les saisons ont un effet directe sur leur distribution , Dont *Dziriblatia nigrivintris* est la plus abondante ou elle présente une activité constante dans les trois sites, par contre *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica zebra* , *Loboptera angulata* présentent une activité par fois constante et parfois accessoire selon les sites, En parallèle *Phyllodromica trivittata*, *Ph.sp* restent des espèces accidentelles et *Loboptera alluoudi* présente une activité très rare. L'étude comportementale de *L.angulata* a montré que les adultes sont plus attractifs aux extraits odorants des différentes essences végétales utilisées avec une préférence pour l'extrait de cèdre ou ils sont significativement plus attirés par ce dernier.

Mots clés : Faune Blattoptère, Altitude, Inventaire, *Loboptera angulata*, Extrait hexanique Comportement alimentaire, Chelia, Cèdre.

Abstract

During the late Carboniferous period, cockroaches have already invaded the earth with a worldwide distribution. They are insects have a remarkable ecological role as the most abundant macroarthropods in the litter, with a significant impact on litter decomposition and nutrient renewal as well as an important part of the diet of small vertebrates, Our current study is to carry out an inventory concerning the existing forest cockroaches at the level of the three sites selected according to altitude: "Site (1) = 2020m, Site (2) = 1920m, Site (3) = 1820m" at the level of the cedar grove of Chelia; Mediterranean-type forest located in the Aurès massif (East Algerian), The inventory was carried out during a period of two and a half years from August 2017 to March 2020, And we are however trying to explain the influence of altitude on their distribution. And on the other hand, evidence on the feeding behavior in *Loboptera angulata* (larva and adult) in the face of the three hexanic extracts of leaves of Aleppo pine, cedar and holm oak, The inventory showed the existence of seven species (*Dziriblatta nigrivintris*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Ph.sp*, *Loboptera angulata*, *Loboptera alluoudi*), Statistical analyses have shown that the altitude and the seasons have a direct effect on their distribution, Of which *Dziriblatta nigrivintris* is the most abundant or it presents a constant activity in the three sites, on the other hand *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Loboptera angulata* present a constant activity and sometimes accessory according to the sites, In parallel *Phyllodromica trivittata*, *Ph.s* remain sporadic species and *Loboptera alluoudi* presents a very rare activity. The behavioral study of *L.angulata* has shown that adults are more attractive to the fragrant extracts of the different plant essences used with a preference for cedar extract or they are significantly more attracted to the latter

Key words : Cockroaches, Altitude, Inventory, *Loboptera angulata*, Hexane extract, Feeding behavior. Chelia, Cedar

ملخص

خلال اواخر العصر الكربوني ، غزت الصراصير الأرض بالفعل وانتشرت في جميع أنحاء العالم. إنها حشرات لها دور بيئي ملحوظ باعتبارها المفصليات الكبيرة الأكثر وفرة في فرش الغابة ، ولها تأثير كبير على تحلل البقايا العضوية ودوران المغذيات بالإضافة إلى كونها مكونًا مهمًا في النظام الغذائي للفقاريات الصغيرة ، تتمثل دراستنا الحالية في إجراء جرد يتعلق بصراصير الغابات الموجودة على مستوى المواقع الثلاثة المختارة وفقا للارتفاع: "الموقع (1) = 2020 م ، الموقع (2) = 1920 م ، الموقع (3) = 1820 م" في غابة الأرز شيليا وهي غابة من غابات البحر الأبيض المتوسط تقع في منطقة الأوراس (شرق الجزائر) ، وقد تم إجراء الجرد خلال فترة عامين ونصف من أغسطس 2017 إلى مارس 2020 ، و نحاول من حين لآخر شرح تأثير الارتفاع على توزيعها. ومن جهة اخرى تسليط الضوء على السلوك الغذائي ل: *Loboptera angulata* (اليرقة و البالغ) ضد مستخلصات الهكسان الثلاثة لأوراق الصنوبر الحلبي الارز الاطلسي و البلوط الاخضر. الجرد كشف عن وجود سبعة انواع من الصراصير ا لغابية *Dziriblatia nigrivintris*, *Dziriblatia stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Ph.sp*, *Loboptera angulata* و *Loboptera alluaudi* وقد أظهرت التحليلات الإحصائية أن عامل الارتفاع وتعاقب الفصول لها تأثير مباشر على توزيعها، حيث *Dziriblatia nigrivintris* هي الأكثر وفرة و وجودها ثابت في المواقع الثلاث. من ناحية أخرى تمثل *Dziriblatia stenoptera* و *Phyllodromica zebra* و *Loboptera angulata* نشاطًا يكون أحيانًا ثابتًا وأحيانًا عرضيًا حسب الموقع. وبالمقابل تبقى كل من *Phyllodromica trivittata*, *Ph.sp* ذات نشاط عرضي و *Loboptera alluaudi* ذات نشاط نادر. و أظهرت الدراسة السلوكية على *L.angulata* أن البالغين أكثر جاذبية للمستخلصات العطرية من خلاصات النباتات المختلفة المستخدمة مع تفضيل لمستخلص الأرز حيث أنهم ينجذبون بشكل ملحوظ إلى هذا الأخير.

الكلمات المفتاحية : الصراصير. الارتفاع. الجرد. *Loboptera angulata*. مستخلص الهكسان. السلوك الغذائي.. شيليا. الارز



***Table des
matières***

TABLES DES MATIERES

1	INTRODUCTION.....	2
2	MATERIELS & METHODES	7
2.1	Présentation de la région d’Aurès.....	7
2.1.1	Localisation géographique.....	7
2.1.2	Géologie.....	8
2.1.2.1	Le trias.....	8
2.1.2.2	Le jurassique.....	8
2.1.2.3	Le crétacé	8
2.1.3	Le climat	10
2.1.3.1	Précipitations	11
2.1.3.2	Température	12
2.1.4	Végétation.....	12
2.1.5	Sol.....	13
2.1.6	La faune	14
2.2	Présentation de la région d’étude (Chelia) :	15
2.2.1	Localisation géographique.....	15
2.2.2	Géologie :	15
2.2.3	Sol.....	16
2.2.4	Le climat :.....	16
2.2.4.1	Les précipitations	17
2.2.5	Végétation :.....	18
2.3	Choix des sites.....	19
2.4	Inventaire des blattes forestières	21
2.4.1	Récolte et identification :.....	21
2.5	Etude de comportement alimentaire de <i>L. angulata</i> :.....	23
2.5.1	Description de <i>Loboptera angulata</i>	23
2.5.2	Mode de vie de <i>L. angulata</i> dans la forêt	24
2.5.3	Technique d’élevage.....	24
2.5.4	Préparation des extraits :.....	25
2.5.5	Tests en olfactomètre (tube en Y) :	26
2.6	Traitement des données	27
2.6.1	Les indices écologiques:.....	27
2.6.1.1	Les indices écologiques de composition:	27
2.6.1.2	Les indices écologiques de structure:.....	29
2.6.2	Phénogramme des espèces étudiées :	30

2.6.3	Analyses statistiques :	30
2.6.3.1	Analyse d'IBM SPSS statistics 22	30
2.6.3.2	Analyses de Monte-Carlo	30
3	RESULTATS	32
3.1	Inventaire des blattes forestières	32
3.1.1	Dynamique mensuelle de la population des blattes :	38
3.1.2	Les indices écologiques	40
3.1.2.1	Les indices écologiques de composition	40
3.1.2.2	Les indices écologiques de structure :	44
3.1.3	Impact des facteurs écologiques sur la Biodiversité	47
3.1.3.1	L'effet d'altitude et saison sur la composition des espèces blattoptères recensées dans la cédraie de Chelia	47
3.1.3.2	L'effet d'altitude et saison sur la répartition des espèces Blattoptères recensées dans la cédraie de Chelia	48
3.2	Comportement alimentaire de <i>L. angulata</i>	51
3.2.1	Cycle de vie de <i>Loboptera angulata</i>	51
3.2.1.1	Structure de population de <i>Loboptera angulata</i>	51
3.2.2	Mode de reproduction de <i>L.angulata</i> :	54
3.2.2.1	Les caractéristiques des différents stades de développement de <i>L.angulata</i>	55
3.2.3	Les tests olfactométriques	59
4	DISCUSSION	66
4.1	Inventaire des blattes forestières	66
4.2	Comportement alimentaire de <i>L. angulata</i>	71
5	CONCLUSION	77
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	80
7	ANNEXE	94

Liste des tableaux

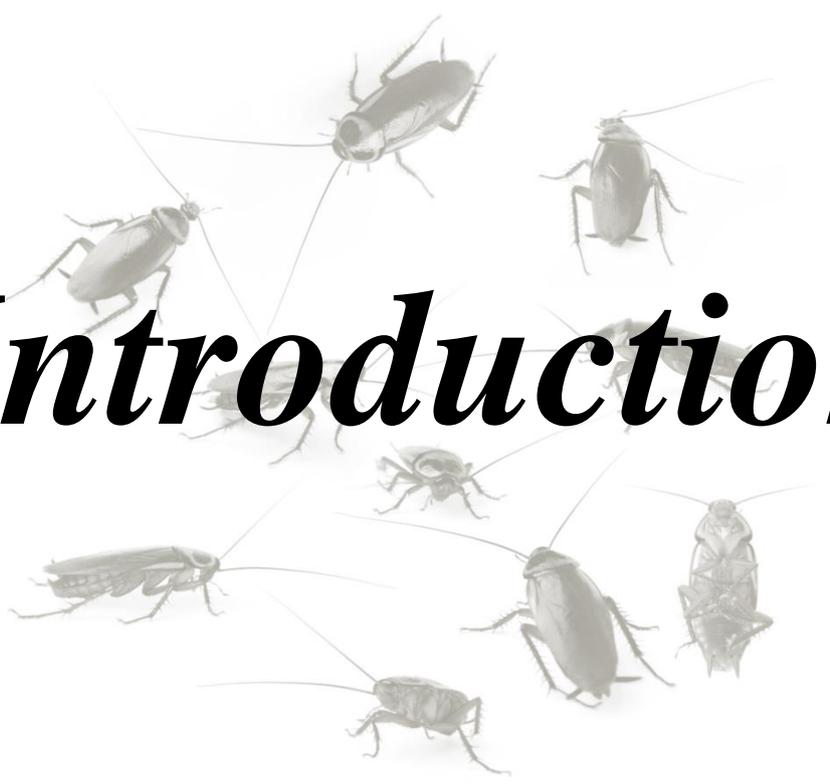
Tableau 1: Les caractéristiques géographiques des sites étudiés	20
Tableau 2: Position systématiques de <i>Loboptera angulata</i>	23
Tableau 3: Description des espèces inventoriées (photos originales)	33
Tableau 4: Liste des espèces Blattoptères inventoriées dans les sites d'étude (S= Site).....	36
Tableau 5: la constance (C%) et la densité (D%) des espèces Blattoptères récoltées au niveau des trois sites étudiés	43
Tableau 6: Paramètres structuraux des populations de blattes dans les trois sites étudiés.....	44
Tableau 7: Phénogramme des espèces recensées au niveau de site 1	45
Tableau 8: Phénogramme des espèces Blattoptères recensées au niveau de site 2.....	46
Tableau 9:Phénogramme des espèces recensées au niveau de site 3	46
Tableau 10: L'effet de l'altitude sur la composition des espèces Blattoptères	47
Tableau 11: L'effet de la saison sur la composition des espèces Blattoptères	47
Tableau 12: L'effet de l'altitude*saison sur la composition des espèces Blattoptères	48
Tableau 13: L'effet de l'altitude sur la répartition des espèces Blattoptères.....	49
Tableau 14: L'effet de la saison sur la répartition des espèces Blattoptères	49
Tableau 15: L'effet de l'altitude*saison sur la répartition des espèces Blattoptères	50
Tableau 16: Pourcentage d'attractivité des jeunes larves et des adultes par l'odeur d'extraits de feuilles de Pin d'Alep, Cèdre,Chêne vert (Extrait/air) olfactomètre en Y	60
Tableau 17: Pourcentage d'attractivité des jeunes larves et des adultes par les odeurs d'extrait de feuilles de Pin d'Alep, Cèdre, Chêne vert (Extrait/Extrait) (olfactomètre en Y).....	62
Tableau 18: Temps de latence extrait/air en minute, par les larves et les adultes de <i>L.angulata</i> des odeurs provenant d'extrait de feuilles de Pin d'Alep, cèdre et chêne vert (Olfactomètre en Y ; Moyenne± SEM)	63
Tableau 19: Temps de latence extrait/extrait en minute par les larves et les adultes de <i>L.angulata</i> des odeurs provenant d'extrait de feuilles de Pin d'Alep, cèdre et de chêne vert (Olfactomètre en Y; Moyenne ± SEM)	63
Tableau 20:Temps d'arrivé extrait air en minute par les larves et les adultes de <i>L. angulata</i> des odeurs provenant d'extraits de feuilles de Pin d'Alep, cèdre et chêne vert (Olfactomètre en Y. Moyenne ± SEM)	64

Tableau 21: Temps d'arrivé extrait/ extrait en minute par les larves et les adultes de *L,angulata* des odeurs provenant d'extrait de feuilles de pin d'Alep, cèdre et chêne vert (Olfactomètre en Y ; Moyenne \pm SEM)..... 64

Liste des figures

Figure 1: Situation de la région des Aurès (Benmassoud, 2010)	7
Figure 2: Localisation de la région d'étude (Photo originale)	16
Figure 3: Température mensuelle moyenne (°C) et précipitations (mm) dans région de Chelia	17
Figure 4: Cédraie de Chelia avec sa structure jardinée	18
Figure 5: Etagement de la végétation dans le massif de Chelia	19
Figure 6: Photo de site 1	20
Figure 7: Photo de site 2	21
Figure 8: Photo de site 3	21
Figure 9: Collecte des individus Blattoptère	22
Figure 10: Conservation des espèces Blattoptère récoltées	22
Figure 11: <i>Loboptera angulata</i> (Photo personnelle, 2018)	24
Figure 12: Elevage de masse de <i>L.angulata</i>	25
Figure 13: Olfactomètre Bidirectionnel en Y. 1, Boîte de départ; 2, Olfactomètre; 3, Lampe rouge; 4, Compresseur; 5, Débitmètre; 6, Tuyaux d'arrivée d'air (Habbachi, 2013)	27
Figure 14: Répartition des blattes selon leur stade de développement dans les sites d'étude	36
Figure 15: Densité des mâles et des femelles capturées durant la période d'étude	37
Figure 16: densité des mâles et des femelles de chaque espèce de blattes récoltées dans la région d'étude	37
Figure 17: Evolution mensuelle des effectifs des espèces Blattoptères récoltées dans les différents sites étudiés au niveau de la Cédraie de Chelia durant la période d'étude	39
Figure 18: Richesse totale et moyenne dans les trois sites d'étude	40
Figure 19: L'importance relative (F%) des espèces collectées dans les sites étudiés	42
Figure 20: Structure de la population de <i>L.angulata</i> dans le site (1)	53
Figure 21: Structure de la population de <i>L.angulata</i> dans le site (2)	53
Figure 22: Structure de la population de <i>L.angulata</i> dans le site (3)	54
Figure 23: Cycle de reproduction de <i>Loboptera angulata</i> (Photos personnelles)	55
Figure 24: Larve de <i>L.angulata</i> stade L1	56
Figure 25: Larve de <i>L.angulata</i> stade L2	56
Figure 26: Larve de <i>L.angulata</i> stade L3	57
Figure 27: Larve de <i>L.angulata</i> stade L4	58

Figure 28: Larve de <i>L.angulata</i> stade L5 et L6.....	58
Figure 29: Stade adulte de <i>L.angulata</i>	59

A collection of approximately ten cockroaches of various sizes and orientations is scattered around the central text. They are rendered in a light, semi-transparent grey color, making them subtle background elements. The cockroaches are positioned at various angles, some facing left, some right, and some towards the center, creating a sense of movement and presence around the title.

Introduction

1 INTRODUCTION

Les forêts naturelles sont importantes pour la conservation de la biodiversité terrestre (Yekwayo, 2016). Qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. (Azoui ,2017).

La faune entomologique est un élément essentiel dans la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes forestiers (Daas, 2016). Elle fait partie intégrante des ressources naturelles dont les conservateurs de la nature doivent prendre en considération après la grande faune et la flore (TCHIBozo, 2004). Les arthropodes les plus dominants dans la terre », représentent le groupe d'organisme le plus diversifié de la planète, comptant plus d'un million d'espèces décrites dont une très grande majorité d'insectes (Wilson, 1987). En effet la classe des insectes représente au moins 75% des espèces animales identifiées et décrites à ce jour (Dajoz, 2006). Compte tenu de leur abondance et de leur diversité 10 à 30 millions d'espèces différentes selon (Jolivet & Krishna ,2005), ces arthropodes se révèlent comme des acteurs clefs du fonctionnement des écosystèmes au travers diverses interactions. (Papy Nsevolo, 2016).

Le rôle écologique ainsi que le caractère bio-indicateur de certaines espèces d'insectes peuvent indiquer l'état sanitaire des forêts et déterminer certains facteurs liés à la dégradation de celles-ci (Daas, 2016).

Les Blattaria, communément appelées «vraies» cafards (Liang, 2019). Sont des insectes de l'ordre de Blattaria ou Blattodea avec plus de 4500 espèces identifiées (Vazirianzaden et al, 2009), constituant 515 genres (Roth, 1985), Qui dominent le Carbonifère tardif, qui sont devenus rares au cours du Trias et se sont considérablement diversifiés à nouveau au Jurassique et au Crétacé (Schneider, 1983; Vršanský, 2002; Grimaldi et Engel, 2005).

Les blattes sont un ordre d'insectes important sur le plan phylogénétique, bio stratigraphique et écologique (Calisto, 2019), Elles 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 in Azoui 2017)

Les blattes ont atteint une grande diversité écologique et morphologique au cours de leur évolution: blattes cryptiques, blattes polinisantes, cafards aquatiques, cafards sauteurs, cafards carnivores, cafards en coléoptère, coquerelles translucides, et cafards imitant la lumière (**Liang, 2019**) et la majorité de ces espèces vivent dans les zones tropicales et subtropicales et ne sont pas nuisibles (**Vazirianzaden et al, 2009**).

Comme tous les insectes les blattes ont évolué à partir d'un plan de base assez simple chez les insectes : yeux à facettes non spécialisées, pièces buccales broyeuses non spécialisées et deux paires d'ailes parfois fonctionnelles ; ce sont des espèces ovipares. Leur taille varie de quelques millimètres à quelques centimètres ; leur forme peut être soit aplatie, soit complètement cylindrique. Dans tous les cas, elles sont reconnaissables grâce à leur tête repliée sous le thorax (**Guthrie & Tindall, 1968 ; Monk & Pembrok, 1987**).

Les blattes ont un développement hétérométabole (à métamorphose incomplète) passent par trois stades : l'œuf, la larve et l'adulte. 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 (**Chopard, 1943 ; Gordon, 1996**), et sont des insectes paurométaboliques. Les immatures ressemblent généralement aux adultes, à l'exception de leurs organes sexuels non développés et de l'absence d'ailes pleinement développées. La reproduction chez les blattes est typiquement sexuelle, bien que la parthénogenèse soit rapportée chez quelques espèces. (**Brenner, 2019**) Chez les blattes, le système reproducteur des femelles est constitué de deux ovaires composés de huit ovarioles. Située à la jonction des oviductes, on trouve une spermathèque qui emmagasine le sperme reçu lors de l'accouplement. Lorsque les œufs passent à ce niveau, ils sont fécondés (**Gordon, 1996**). Les œufs se développent alors dans une poche incubatrice, au sein d'une oothèque.

La majorité des espèces sont nocturnes. Elles peuvent être solitaires, grégaires ou subsociales (**Grandcolas et Deleporte, 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**). Elles vivent dans divers écosystèmes naturels où ces insectes jouent un rôle écologique important (**Schapheer, 2017**).

Les Blattes sont capturées par un certain nombre de Sphégydes qui les paralysent et en alimentent leurs larves (*Ampulex jasciala* JURINE, *Dolichurus*, *Tachysphex lalivalvis*); elles sont aussi parasitées par une famille spéciale d'Hyménoptères, les Evaniidae, et par certains Coléoptères du genre *Rhipidius* (**Chopard, 1951**).

Les blattes sont appelées également cafards ou cancrelats (**Maiza, 2011 ; Rust et al, 1995**), « grelous, bakhouches » (**in Habbachi, 2013**), Occupent une grande variété d'habitats, notamment les forêts tropicales et tempérées, les déserts, les prairies et les marais salants. De même, ils ont une large distribution verticale allant des canopées des forêts tropicales humides aux profondeurs du sol. De plus, un certain nombre d'espèces sont maintenant adaptées aux climats plus arides des déserts et des prairies. La résistance physiologique ou comportementale à la dessiccation et au stress thermique permet aux animaux de survivre dans des habitats chauds et secs. (**Appel, 1991**)

Le vaste habitat se reflète dans un certain nombre de caractéristiques telles que l'alimentation et la recherche de nourriture la morphologie, la physiologie, la reproduction, l'alimentation, les rythmes circadiens et l'activité saisonnière. (**Kambhampati, 2008**)

Les blattes sont très adaptatives à l'écosystème où ils vivent. Le corps ovale aplati et la capacité de plier les ailes postérieures sous les ailes antérieures permettent aux cafards de traverser de petites fissures ou de se cacher dans un espace étroit. Les activités de nutrition nocturnes leur permettent d'éviter de nombreux prédateurs sous la lumière du jour. Les cafards femelles accompagnent leurs oothèques pendant un moment avant de les déposer dans des endroits cachés, ce qui améliore la capacité de survie de la génération à venir (**Liang, 2019**), La durée de vie des adultes est variable selon le sexe et les conditions externes (Température, humidité, nourriture, prédateurs). La femelle vit généralement plus longtemps que le mâle.

Les blattes sont abondantes dans les forêts, de formes très variées et largement répandues à travers le monde, mais mal connues (**Grandcolas, 1996**). Où elles vivent. dans une grande variété de situations, telles que sous des feuilles mortes ou en train de mourir, sous l'écorce des arbres, sous des déchets ou des cailloux, sous des matériaux de dérive près de la plage, sur des feuilles de fleurs, d'herbe ou de broussailles dans des cavernes ou des terriers forant du bois dans les nids des guêpes fourmis ou des termites ou dans un environnement semi-aquatique (**Cochran, 1999**).

Elles sont des espèces omnivores, qui s'accoutument à toutes sortes de nourriture (**Gordon, 1996 in Azoui, 2017**), ils jouent un rôle écologique important en tant que détritivores, florivores, xylophages et même pollinisateurs (**Schapheer, 2017**).

Pas mal de recherches ont été effectuées sur les blattes urbaines (les blattes domestiques) car elles constituent un problème majeur de santé publique. Elles peuvent 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), Et peu de recherches ont été effectuées sur les blattes forestières malgré leur intérêt écologique.

Les principaux objectifs de notre travail de thèse consistent à dresser un inventaire de cette faune Blattoptère et de mieux cerner leur distribution dans le milieu forestier précisément dans la cédraie de Chelia, (forêt de type méditerranéenne située dans le Nord-Est d'Algérie. L'inventaire va nous montrer les espèces existantes ainsi que leur répartition dans cette forêt, en essayant toutefois d'expliquer l'influence d'altitude et le facteur climatique (température, humidité) sur leur distribution dans leur milieu naturel,

Le deuxième objectif est de faire un élevage de masse pour l'espèce *L.angulata* du genre *Loboptera* qui est le genre le plus abondant en Algérie afin d'étudier sa bio-écologie et de la préparer à une étude comportementale qui vise à tester l'attractivité de cette dernière par l'odeur des différents essences végétales Chêne vert (*Quercus ilex*), Pin d'Alep (*Pinus alpeensis*) et Cèdre (*Cedrus atlantica*). Les individus de cette espèce seront testés en enceinte close et en olfactométrie pour leur capacité olfactive (comportement alimentaire).



Matériels
&
Méthode

2 MATERIELS & METHODES

2.1 Présentation de la région d'Aurès.

2.1.1 Localisation géographique

En Algérie les Aurès correspondant à la partie orientale du bassin atlasique, qui comprend à l'ouest le haut atlas marocain et se prolonge à l'est dans la dorsale tunisienne. Elle est localisée dans l'Algérie du nord a quelques 250km au sud de la méditerrané dans l'extrémité est de l'atlas saharien. (Busson, 1900.) .

Cette zone s'étend principalement sur les territoires des wilayas de : Batna au Nord, Oum El Bouaghi au Nord-est, Khenchela au Sud-est et Biskra au Sud (Fig1) (Chenchouni, 2010),

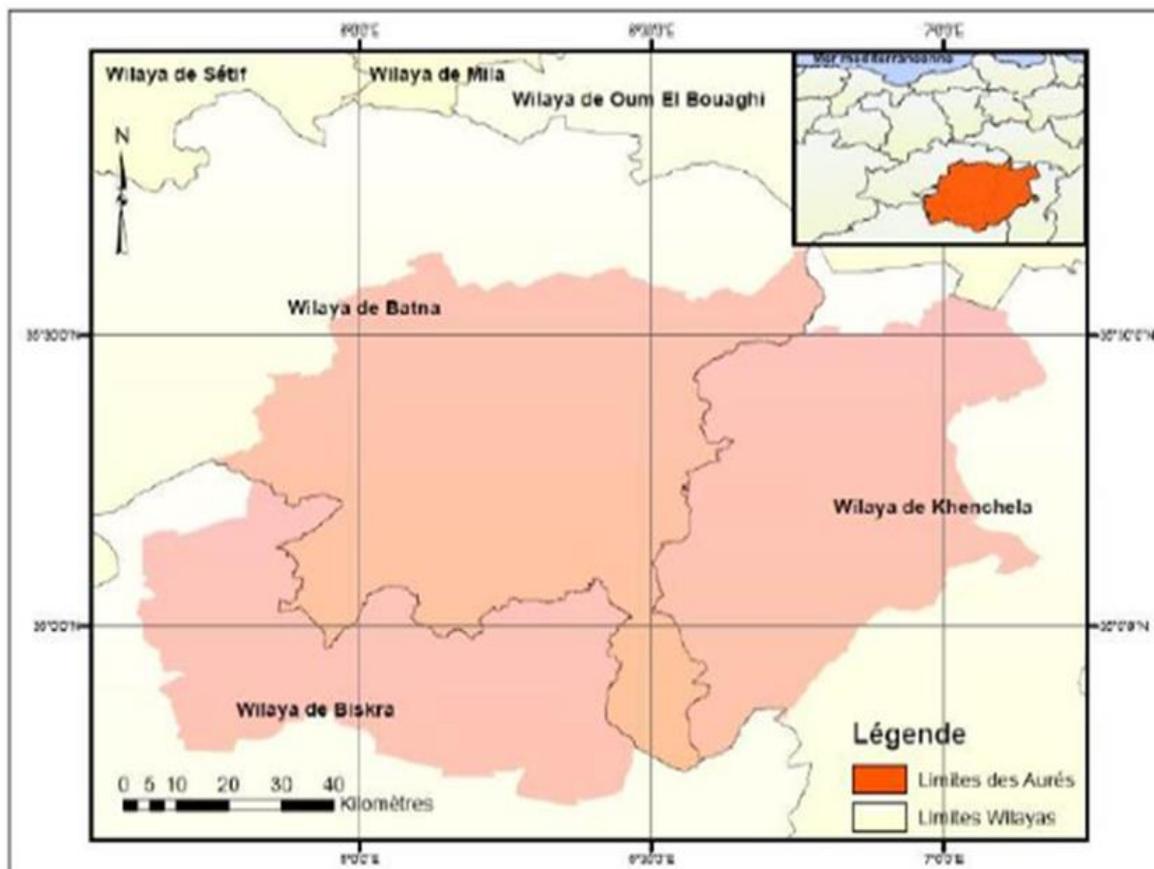


Figure 1: Situation de la région des Aurès (Benmassoud, 2010)

Les Aurès, bourrelet transverse d'environ 7000 km², s'étendent entre la latitude 34°45'N et 35°30 'N, et la longitude 5°45'E et 7°00 'E (**Maghni, 2017**). Sa largeur d'ouest en est d'environ 150 km et son épaisseur du nord au sud de 80 km. Il s'agit moins d'un massif unique et compact que tout un ensemble de hautes chaînes entre lesquelles se creusent des vallées profondes (**Beghami, 2012**).

Il est limité :

- A l'ouest par le couloir synclinal de Batna qui le sépare du massif de Belezma
- Au nord par la plaine de Timgad
- A l'est par les monts de Nememchas
- Au sud par la plaine de Biskra. (**Kharchouche, 2013**)

2.1.2 Géologie

La totalité des terrains des Aurès s'étendent des faciès qui remontent au mésozoïque subdivisé principalement en trias jurassique et crétacé et selon **laffitte 1939 (in Kherchouch, 2013, Beghami, 2012)**, on distingue :

2.1.2.1 Le trias

Cet étage affleure sous forme de gypse et de sel gemme accompagné des marnes vertes bariolées rouge, est se situe sur les flancs des anticlinaux portant du cèdre. On le trouve à Maafa, Khenchla, Mena Médina Tarzout à Rioul Ain- Taga (**Abdessemed 1981**).

2.1.2.2 Le jurassique

Il Est constitué par une succession des faciès de calcaire, de calcaréo-marneux et de dolomies, il affleure notamment au Djbel Azreg, Kef Taghdaet à Taghit Sidi Bel Kheir

2.1.2.3 Le crétacé

Représente l'étage le plus développé, Il est constitué par deux séries. Le crétacé inférieur atteint 2000m d'épaisseur constitué essentiellement par les grès couronnés par l'albien il comporte aussi des marnes et parfois des calcaires mais en lentilles Le crétacé supérieur est marno-calcaire de 3000 m environ qui va du céno-manien au danien

➤ **Le crétacé inférieur**

• **Le Valanginien**

Cet étage affleure uniquement dans l'anticlinal du Dj Lazreg ou il forme une ellipse allongée autour de l'affleurement jurassique

• **Le Hauterivien**

Limité au cœur de l'anticlinal du Djbel lazreg cet étage dessine une auréole régulière formant autour des dépressions marneuses du Valanginien des escarpements calcaires ou gréseux

• **Le Barrémien**

Le faciès est bien développé dans le centre et le nord du massif, les affleurements de antérieurs de cet étage était limités au cœur de l'anticlinal de Djebel Lazreg a Tizi Ahmar le faciès est gréseux avec des marnes bariolées qui deviennent plus en plus nombreuses vers le sommet le Barrémien existe non seulement dans cet anticlinal mais aussi dans les anticlinaux du Chelia et du Khenchla.

Dans l'anticlinal d'Ichemoul - Chelia. Le Barrémien apparaît sous forme de quartzites sur le versant est du djebel Ichemoul et sous forme de grès dans les ravins du versant sud du Chelia

Dans l'anticlinal de Khenchela le Barrémien affleure au Djebel Feraoun et Djebel Aidel sous forme de grès

• **L'Alpien**

Localisé juste au-dessus du Barrémien et sans limites précises observable sur le versant nord et sud sur une épaisseur considérable varie de 300 à 450m : il est constitué essentiellement par un faciès gréseux très fin, l'Alpien existe dans tous les anticlinaux de l'Aurès

• **L'Albien**

Il existe dans tous les anticlinaux des Aurès ou il couronne régulièrement les assises du crétacé inférieur, dans le massif de Chelia le faciès Flisch envahi ici à peu près tout l'étage

il se caractérise par une rapide variation de faciès les calcaires ne subissent que dans la partie nord-ouest de la montagne dans le reste ils sont réduits à de minces intercalations parmi des grès et des marnes

➤ **Le crétacé supérieur**

• **Cénomaniens**

Il se rencontre dans tous les anticlinaux de l'Aurès aussi bien sur les versants sud que sur les versants nord, cet étage se présente sous forme d'auréoles autour des massifs formés par le crétacé inférieur, dans sa partie inférieure il affleure sous un faciès marneux alors que dans sa partie supérieure il présente plutôt un faciès marno-calcaires

• **Le Turonien**

Dans l'Aurès cet étage rencontre aussi partout avec des affleurements qui occupent des surfaces très considérables il est caractérisé par un faciès marneux dans sa partie inférieure et par un faciès calcaréo-marno dans sa partie supérieure ; il affleure notamment dans l'anticlinal du djebel Ich Ali sur lequel s'étend la forêt de Ouled Fedhala, il apparaît aussi au sud de massif de CHELIA couvrant par la presque totalité du forêt de pin de Beni Imloul

• **Le Sénonien et Daniens**

Le Sénonien existe dans tous les synclinaux de l'Aurès la partie supérieure de l'étage est formée généralement de calcaires massifs, les calcaires maestrichtiens forment le djebel mahmel. Cet étage affleure au centre du synclinal d'Ain-Touta et autour des anticlinaux d'Iggenlène du Djebel Azreg, de l'Ahmar-Khaddou et du Djebel Chechar

2.1.3 Le climat

Le climat joue un rôle majeur dans la croissance, l'individualisation et la répartition des êtres vivants (**Ramade, 1984**). C'est un déterminant important de la diversité biologique au vu de son influence sur les organismes vivants, plus particulièrement sur leurs traits d'histoire de vie, démographie, physiologie et comportement (**Qian, 2010**)

Le climat est représenté par un ensemble de facteurs dont les plus importants sont la pluviométrie et la température. D'autres facteurs entre autres, l'humidité, l'insolation et le vent présentent une importance relative permettant d'expliquer certaines situations qui en

dépendent (bioclimatiques, comportement des êtres vivants animaux et végétaux, etc....) locales ou régionales (**Ramade, 1991**).

La région des Aurès est située au nord-est de l'Algérie. C'est le carrefour des influences du climat continental, de la steppe, de la mer et de la Méditerranée (**Beghami, 2012**), Et il est caractérisé par un climat varié, allant du Semi- aride au nord à l'aride au Sud, et du subhumide aux sommets au semi- aride dans les vallées (**COTE, 1974 cité par Berkane et Yehiaoui, 2007**).

Dans cette région Les hivers sont très rudes; les étés sont chauds et secs. Les sols bioclimatiques répartis de semi-arides (**Bouzekri, 2014**).

2.1.3.1 Précipitations

L'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique. En effet, les précipitations varient en fonction de l'altitude de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition (**Seltzer, 1946**) et (**Meharazi, 1994**). De ce fait les versants nord et nord-ouest reçoivent plus de précipitations que les autres expositions. Ainsi les quantités de pluies augmentent de bas en haut selon un gradient pluviométrique altitudinal (**Seltzer, 1946 ; Kadik, 1987**).

Et par rapport à ses environs immédiats et à sa situation méridionale, le massif de l'Aurès est bien arrosé puisque certains sommets enregistrent plus de 1000 mm/an. C'est le cas du Djebel Chélia et du Djebel Aidel qui arrivent à 1200 mm/an (**M. Chaumont et C. Paquin, 1971**).

Mais ce massif de 7000 km² connaît une diversité de climats (si on prend uniquement en considération les précipitations) assez abondante puisqu'on constate que le total des précipitations d'une station à l'autre varie de 1 à 4 et ce sur une distance très courte. L'autre originalité du massif de l'Aurès, est qu'une partie des précipitations tombe sous forme neigeuse, due essentiellement au froid hivernal. La durée annuelle d'enneigement croît très vite en altitude : 20 jours à 1300 m, 64 jours à S'GAG probablement 3 mois au sommet du Mahmel et du Chélia.

D'une manière générale, l'Aurès connaît une grande concentration des précipitations au cours des périodes printanières (mars, avril et mai) et automnales (septembre, octobre

et novembre). Notons que le mois le moins arrosé coïncide généralement avec le mois de juillet avec un été sec (**Meharzi, 1994**).

2.1.3.2 Température

C'est le facteur le plus important parmi le reste des facteurs climatiques (**Dreux, 1980**). Elle contrôle, en effet, l'ensemble des phénomènes métabolique et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Lacoste et Salanon, 1969 ; Ozenda, 1982 ; Ramade, 1984**).

La température moyenne annuelle de la région est de l'ordre de 13.7°. La moyenne des minima du mois le plus froid (janvier) est de 0.06 C°. Ces températures sont cependant susceptibles d'atteindre des valeurs extrêmes de l'ordre de -11 C° pour le mois de janvier 1954 et 43.8C° pour le mois de juillet, 2005. Ces écarts importants entre les basses et les hautes températures sont susceptibles d'être extrêmement nocifs aux végétaux. (**Kharchouch, 2013**).

2.1.4 Végétation

Le massif de l'Aurès est essentiellement constitué par un ensemble de chaînons parallèles, dirigés Sud-Ouest- Nord Est. (**Busson, 1900**). Et caractérisée par une multitude de paysages et une grande variété d'écosystèmes allant de l'étage bioclimatique humide à l'aride (**STEWART, 1969**).

La structure de la végétation qu'on rencontre dans les Aurès est relativement simple, selon **SCHOENEMBERGER (1970)**, et les principales essences de ce massif sont indépendamment du *Cedrus atlantica*, *Pinus halepensis* Mill et *Quercus ilex* occupant chacune 80.000 ha. Les forêts de *Pinus halepensis* Mill, en fait, sont mélangées avec *Quercus ilex*. Elles constituent d'ailleurs les boisements les plus importants à Beni Imloul (58000 ha); à Beni- Oudjana (44000 ha) et de Ouled Yakoub. (**BOUDY, 1952 cités par LAAMARI, 2004**). Et on peut distinguer deux types de couvert végétal dans les Aurès

- Le couvert forestier au nord, (**Bouzekri, 2014**). Englobe :

Les forêts de *Cedrus atlantica*; les plus vastes en Algérie. En effet, celles ci-couvrent 17000 ha, réparties en grandes tâches, mêlées au chêne vert (*Quercus ilex*). Dans les forêts de

Belezma (8.000 ha); de Beni- oudjana (Djebel chelia); de L'Aurès, de ouled- Yakoub (Djebel Aidel) et sur une moindre étendue à Zgag et au Djebel Lazreg

Les forêts de chêne vert *Quercus ilex* poussent beaucoup plus sur les sols bruns du versant nord des Aurès entre 1400 et 1600m d'altitude principalement sur Djebel Chenntgouma à la base de Djebel Chelia et Djebel Mahmel.

Les maquis : c'est une formation végétale peu représenté dans les Aurès et se trouve uniquement dans la partie nord du massif ou elle se substitue à la forêt de chênes verts

➤ Au sud, la végétation est formée par :

Des routes des steppes ou ils constituent la plus vaste formation végétale naturelle couvrant l'essentiel du versant sud du massif d'Aurès de 800 à 1.100 m. ha steppe à *Stippa tenacissima* occupe les sols secs et les formations caillouteuses comme sur Malou Chergui et sur Djebel Metelili alors que la steppe à *Artemisia herba-alba* colonise les sols limoneux et argileux comme par exemple à Ain Zaatout (**Bouam. 2017**), et du Sahara.

Les essences forestières essentielles dans la région méridionale des Aurès sont *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* et *Pinus halpensis*, Dans la forêt de Mezbel, d'autres essences à grande valeur patrimoniale sont bien représentées comme *Abies numudica*, *Cedrus atlantica*. En effet 5 espèces forestières se partagent l'espace de la forêt, en peuplement pur ou en mélange. Il s'agit du cèdre *Cedrus atlantica* du chêne vert, *Quercus ilex*, Pin d'Alep, *Pinus helpensis*, d'eucalyptus, *Eucalyptus camaldulensis*, Deux autres espèces forestières jouent un rôle secondaire : *Quercus afares* et *Pinus pinea*. (**TARAI, 2012**)

2.1.5 Sol

Les sols sont pauvres et moins profonds sauf dans le nord où le sol est relativement plus profond, ainsi que dans les affleurements rocheux de la mer (**Bouzekri, 2014**), Il est formé le plus souvent de calcaires datant du crustacé et de l'Eocène. Il n'est donc pas surprenant de constater que dans la plupart des sites le sol soit argileux avec des blocs rocheux constitués de calcaire il peut s'agit d'un calcaire homogène ou coquiller ou même d'un poudingue à gros blocs dont la désagrégation aboutit à un sol argileux avec graviers (**Gouat et Gouat, 1983**).

2.1.6 La faune

Concernant la faune, la région des Aurès regorge d'une faune très riche (**Laamari, 1986 et Laamari, 1991**),

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, l'hyène rayé et le chat sauvage. (**BELOULA, 2008**),

En ce qui concerne les reptiles 41 taxons sont identifiés dont deux espèces de tortues ,28 sauriens et 11 amphibiens (**Chirio et Blan, 1997**)

Pour la faune aviaire (**LAABED ,2002**), a mentionné la présence de 106 oiseaux dont 35 sont les espèces protégées en Algérie, sur ces 35 espèces, il existe 21 rapaces diurnes et nocturnes.

Une synthèse récente de (**Chenchouni, 2010**), montre que la région des Aurès abrite un peuplement aviaire composé de 207 espèces réparties dans 20 ordres, 50 familles et 123 genres différents. L'ordre des Passeriformes est le mieux représenté avec 88 espèces et 18 familles, suivi des ordres des Charadriiformes avec 29 espèces et 5 familles, puis viennent les Falconiformes avec 20 espèces et 3 familles. Les familles les plus représentées en espèces sont les Turdidés, les Scolopacidés et les Sylviidés avec respectivement 17, 18 et 20 espèces

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

La classe des insectes occupe une place très importante dans la communauté des invertébrés, en particulier celles des arthropodes des Aurès par la présence des Diptères, Hyménoptères, Ephéméroptères, Coléoptères, Hémiptères, Lépidoptères et Orthoptères,

Un inventaire récent des Ephéméroptères révèle la présence de 4 familles réparties en 6 genres et 10 espèces , une autre sur les Diptères a permis de voir la famille des Simuliidae figurée par 6 espèces : *Metacnephia blanci*, *Simulium velutinum*, *S. ruficorne*, *Simulium gr. Ornatum*, *S. pseudequinum* et *S. sergenti* . (**Bebba et al. 2015, Arigue et al, 2016 in Bitina**

2018). Pour les Hyménoptères, ont inventorié 33 espèces dont 6 sont nouvelles pour l'Algérie, appartenant à la tribu des Anthophorini, famille des Apidae (**Maghnie et al, 2017**)

2.2 Présentation de la région d'étude (Chelia) :

2.2.1 Localisation géographique

La cédraie de Chelia Située au sud-est de la ville de Batna (**Abdessemed, 1981**), à (lat : 35° 23'-35° 17' N ; long : 06°33'- 6° 45'E) (Nord-Est des Aurès, Algérie), au nord du massif de Beni Imloul.

Il est limité au nord par des parcelles forestières et la ferme limitrophe de l'Oued Tahla, au sud par l'Oued El Asker et la route reliant Bouhmama à la Médina, à l'ouest par de hautes pelouses et à l'est par la série Kantina. (**Belloula et Beghami, 2018**) (Fig 2),

Cette cédraie couvre près de 7000 ha, c'est ici que culmine le plus haut sommet des Aurès à 2328m d'altitude (**Abdessemed, 1981**) représentant non seulement le plus haut sommet de cette montagne, mais aussi de tout le nord de l'Algérie (**Bouam, 2017**).

Le massif montagneux de Chelia a un relief très accidenté cerne toutefois un grand nombre de vallées et d'oueds ou s'est agglomérée une population pratiquant une agriculture de subsistance (**Belloula, 2020**).

2.2.2 Géologie :

Au plan géologique, on y rencontre principalement des substrats siliceux (grès et quartzites). Les peuplements sont, généralement, en bon état et de très beaux phénotypes (hauteur et forme) peuvent s'observer, notamment en altitude (INRF, 2003). Plus au Nord, se trouve l'anticlinal Ichmoul (chelia) qui est coupé en deux par deux cassures qui encadrent la plaine de Médina. Ces deux Djebel qui culminent respectivement à 2066m et 2326m sont occupés progressivement du sud-ouest vers le nord-est par l'Albien, l'Aptien puis le Barrémien c'est-à-dire essentiellement de grès mélangés avec les marnes rouges et vertes ainsi que de calcaires, calcaires gréseux et dolomies. (**Meharzi, 2010**).

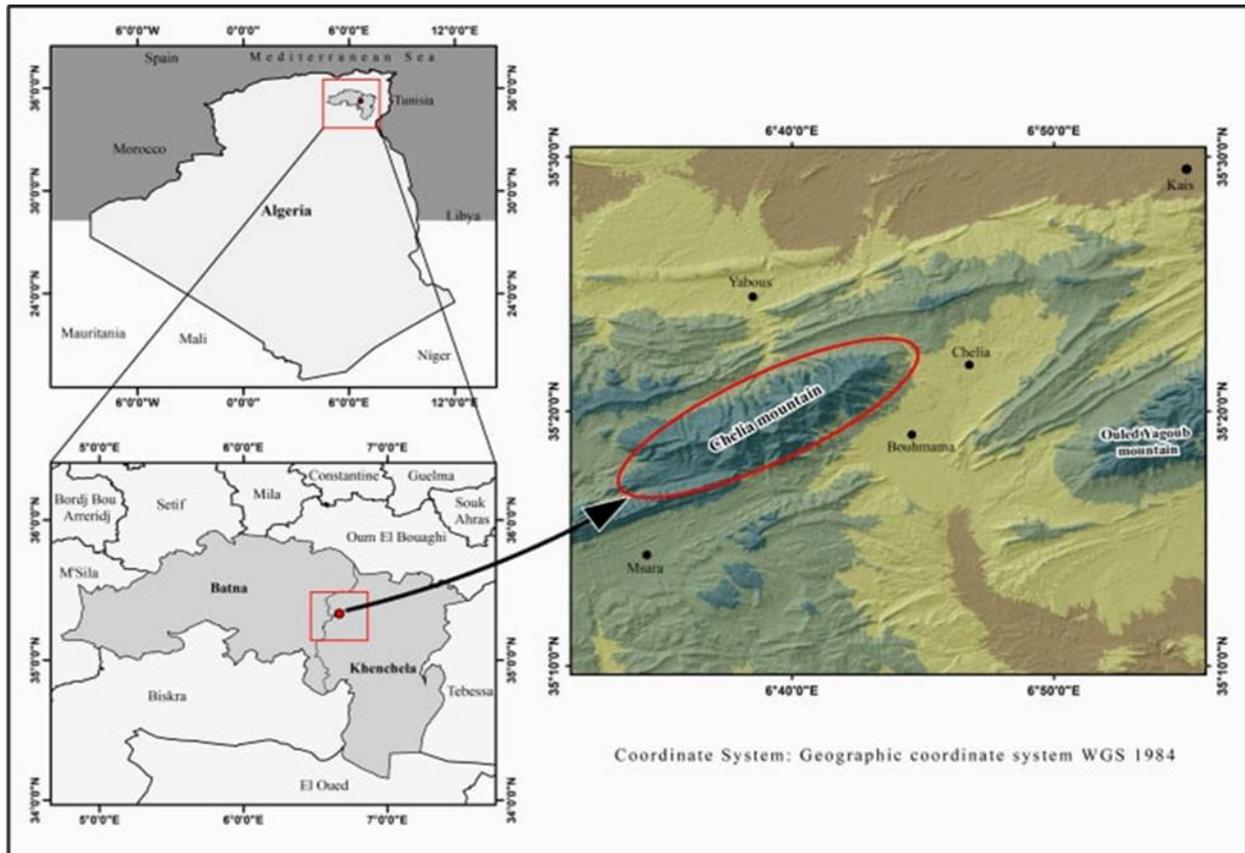


Figure 2: Localisation de la région d'étude (Photo originale)

2.2.3 Sol

Selon **GTZ (1982)** le mont du Chelia est caractérisé par des sols de faible profondeur et faible évolution non lessivés, caractérisés par l'humus de type mull calcique avec horizon A° très mince. La texture est limino-argilo-sableuse à pH légèrement neutre, l'absence d'un véritable horizon B peut s'expliquer par la localisation des sols sur les forêts pentes subissant une forte activité érosive favorisée surtout par la dégradation du tapis végétal.

2.2.4 Le climat :

Le climat est méditerranéen semi-aride, caractérisé par un été chaud et sec et un hiver froid et humide. Le mois le plus froid est Janvier avec une température minimale moyenne de -1°C ; Juillet est le mois le plus chaud avec une température maximale moyenne de $+35^{\circ}\text{C}$. En basse ou moyenne altitude, (**Kherchouche, 2019**) .On enregistre une température moyenne mensuelle de $16,6^{\circ}\text{C}$. L'humidité relative moyenne enregistrée est de 56 % avec, cependant des fluctuations considérables durant l'année (40 % à 80 %) (**Alileche, 2012**).

2.2.4.1 Les précipitations

Les précipitations annuelles moyennes sont irrégulières et sont d'environ 463 à 543 mm/an, augmentant avec l'altitude (Saoudi, 2017) et selon (Kherchouche, 2019). Les précipitations annuelles peuvent atteindre 800 mm dans la haute altitude dans la limite supérieure de distribution du cèdre de l'Atlas.

La période d'enneigement, avec 10 et 15 jours de neige par an, dure de janvier à mars (Bensid, 1996 in Belloula, 2011), considérant que la période de gel, avec une fréquence moyenne de 38 jours de gel par an, est plus longue et dure de novembre à avril (Belloula, 2011).(Fig. 3)

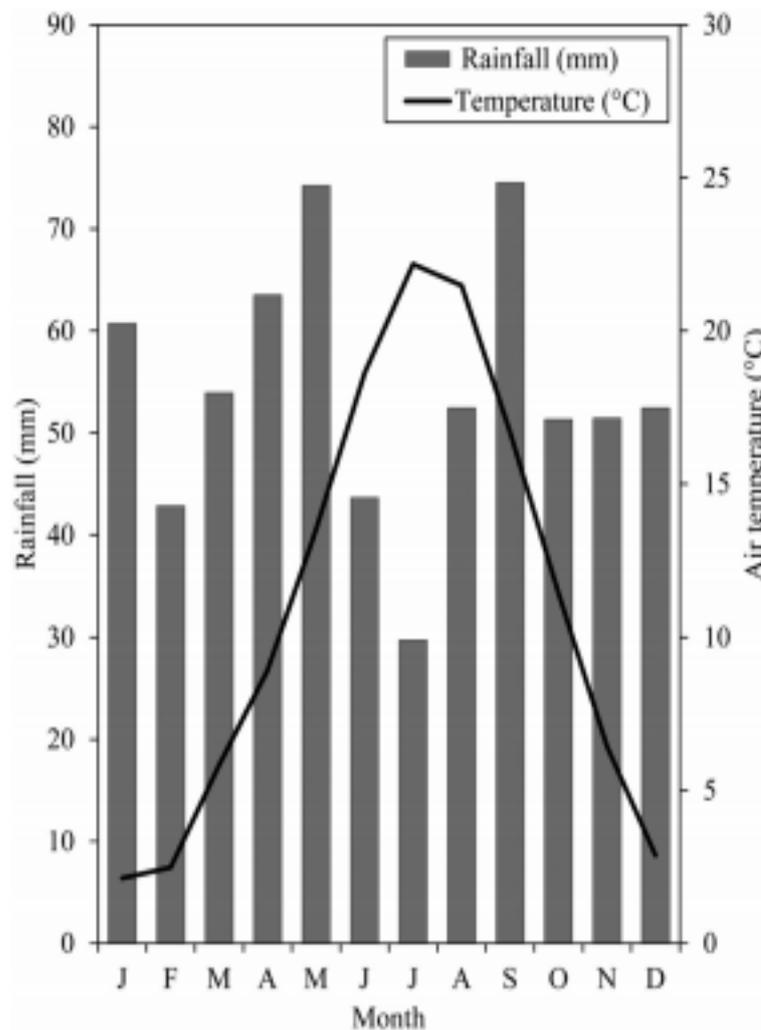


Figure 3: Température mensuelle moyenne (°C) et précipitations (mm) dans région de Chelia

2.2.5 Végétation :

La région d'étude est une forêt ouverte, où le couvert végétal est dominé par les arbres *Cedrus atlantica manetti* et *Juniperus oxycedrus* (Bentouati ,2008). Ou la superficie de la végétation a été estimée à 3986 ha, Cèdre de l'atlas (2040ha), pin d'Alep (757ha), chêne vert (98ha), parcours (1960ha) et enclaves (82ha) (Office national des forêts 'ONF', 1990 in Belloula 2020), avec une présence mineure de *Fraxinus dimorpha* et des arbres plantés de *Cupressus sempervirens* (Fig 4).

Le gradient altitudinal détermine un étagement végétal constitué successivement par des pelouses de hautes montagnes à plus de 2000 m d'altitude. A ce niveau, le froid et le vent limitent le développement du cèdre. Vient ensuite la cédraie pure entre 1800 et 2000 m d'altitude qui se caractérise tantôt par des peuplements bien venants par endroits conduisant à une densité assez importante des tiges, tantôt par des arbres âgés et dépérissant, localisés surtout dans les escarpements du relief à forte pente où le taux de régénération est quasiment nul. Dans les bas-fonds, des individus isolés de cèdre côtoient le pin d'Alep (Fig. 5) (Bentouati ,2008).



Figure 4: Cédraie de Chelia avec sa structure jardinée

Tandis que le sous-bois est principalement constitué d'herbes et d'arbustes, par ex. *Ampelodesma mauritanica*, *Asphodelus ramosus*, *Berberis hispanica*, *Bupleurum spinosum*, *Calycotome spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Erinacea anthyllis*, *Genista pseudopilosa* et *Cytisus balancae*

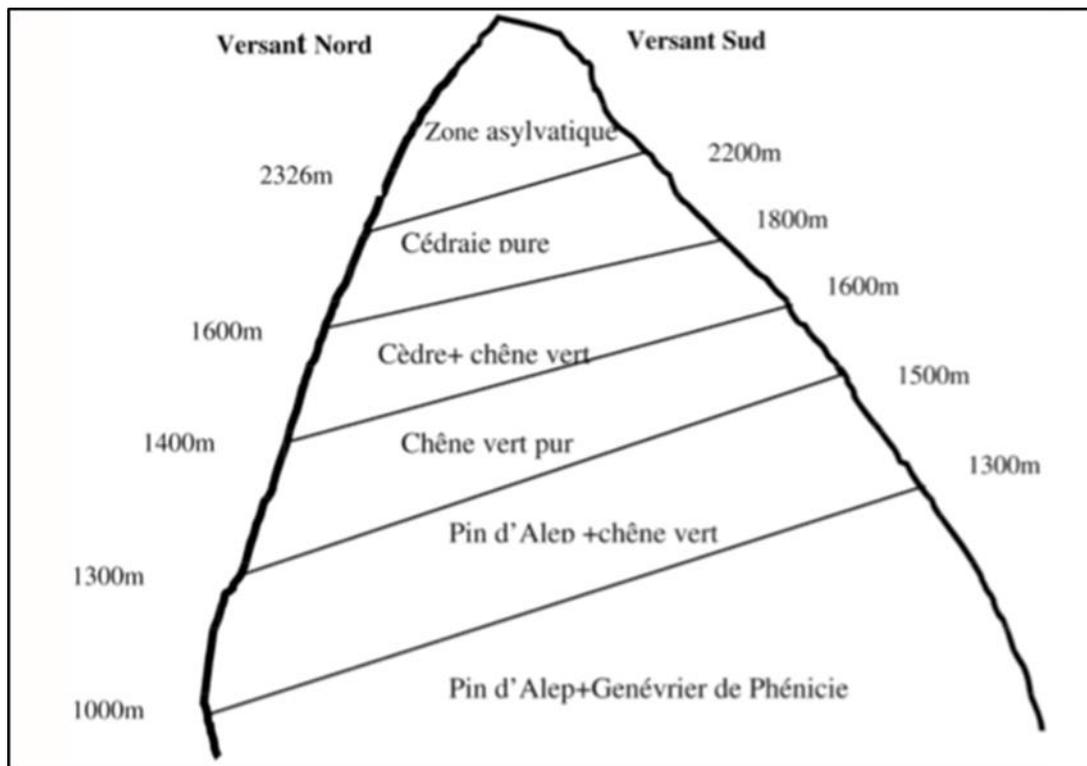


Figure 5: Etagement de la végétation dans le massif de Chelia

D'après (Schonenberger 1970 in BENTOUATI, 2008)

2.3 Choix des sites

Le choix des sites repose sur deux critères essentiels :

- **L'altitude :**

Les sites sont sélectionnés au long d'un transect et devraient varier selon le facteur d'altitude afin de créer une déférence qui nous va permettre d'évaluer l'effet de ce dernier sur la distribution des espèces Blattoptères

• **L'essence végétale :**

Les sites d'étude doivent être composés du même peuplement végétal afin d'éviter l'influence de la végétation sur la distribution des blattes. Les sites sont composés de cèdre de l'Atlas comme essence principale avec la présence de quelques spécimens de *Juniperus oxycèdrus*, *Quercus ilex*, *Juniperus thurifera* avec un sous-étage bas couvert d'herbes, d'arbustes tels que (*Bupleurum spinosum*, *Cytisus balansae*, *Teucrium chamaedrys*, *Ampelodesma mauritanica*, *Thymus munbyanus*, *Genista pseudopilosa*) et de jeunes arbres

D'après les critères cités ci-dessus. Trois sites sont sélectionnés pour la présente étude, et le (Tab. 1) montre une description générale des caractéristiques géographiques des sites sélectionnés.

Tableau 1: Les caractéristiques géographiques des sites étudiés

Site	Latitude	Longitude	Altitude	Essence végétale principale	Exposition
Site 1	35°18'54.1'' N	6°37'40.5'' E	2020 m	<i>Cedrus atlantica</i>	Nord-ouest
Site 2	35°18'36.3'' N	6°37'37'.2'' E	1920 m	<i>Cedrus atlantica</i>	Sud-ouest
Site3	35°18'15.3'' N	6°37'28.2'' E	1820 m	<i>Cedrus atlantica</i>	Nord/Ouest



Figure 6: Photo de site 1



Figure 7:Photo de site 2

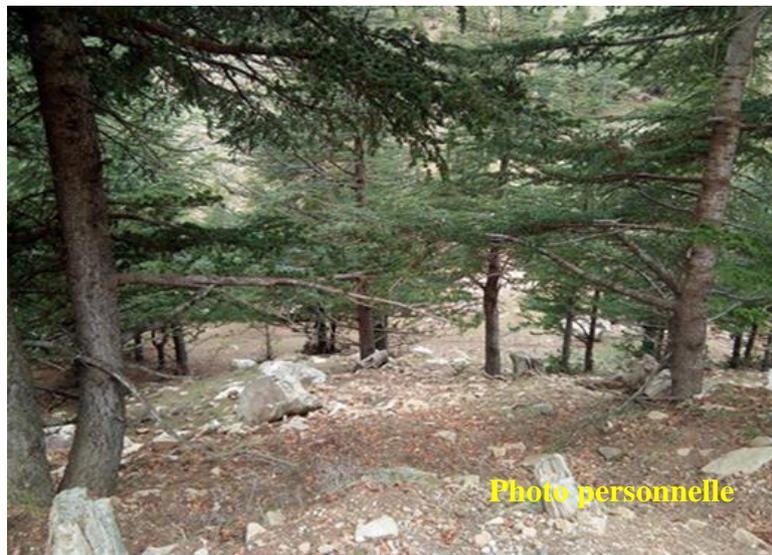


Figure 8: Photo de site3

2.4 Inventaire des blattes forestières

2.4.1 Récolte et identification :

➤ Récolte

La collecte ou la récolte des individus Blattoptères a été faite par la chasse à vue dans la litière et l'humus, sous les pierres et les troncs, à la main

Les captures ont été conduites au cours de la période allant d'aout 2017 à mars 2020 pendant la matinée avec une fréquence de prélèvement mensuelle dans trois sites au niveau de la cédraie de Chelia. (Fig9)



Figure 9: Collecte des individus Blattoptère

Les espèces récoltées ont été conservées dans des boites en plastique étiquetées contiennent d'alcool éthylique 70 % afin d'être identifiées. (Fig10)



Figure 10: Conservation des espèces Blattoptère récoltées

➤ **L'identification**

L'identification des différentes espèces Blattoptères récoltées a été faite à l'aide d'une loupe binoculaire et a base des clés d'identification de **Chopard (1936, 1943,1951)** au niveau de laboratoire avant d'être confirmées par Horst Bohn (Muséum de Collection zoologique, Munich, Allemagne)

2.5 Etude de comportement alimentaire de *L. angulata* :

2.5.1 Description de *Loboptera angulata*

L.angulata cette espèce est de petite taille mesurant 7-10 mm de couleur noir brillant, dont les élytres latéraux squamiformes; ailes nulles (Fig. 11). 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, dans l'humus et dans les endroits un peu humides. (**Chopard, 1943**).

Tableau 2: Position systématiques de *Loboptera angulata*

Embranchement	Arthropodes
Sous Embranchement	Mandibulates
Classe	Insectes
Superordre	Blattopteroiidae
Ordre	Dictyoptera
Sous-Ordre	Blattaria
Superfamille	Blaberoidae
Famille	Blattellidae
Sous-Famille	Ectobiinae
Genre	<i>Loboptera</i>
Espèce	<i>Angulata</i>



Figure 11: *Lobopecta angulata* (Photo personnelle, 2018)

2.5.2 Mode de vie de *L. angulata* dans la forêt

Afin de mieux connaître la répartition de la population de *L. angulata* dans la litière de la forêt de Chelia, on note le nombre d'individus capturés, ainsi que leur stade de développement. Et puis on les répartit selon ce dernier dans différentes boîtes d'élevage

Les prélèvements que nous avons effectués pour l'élevage se sont étalés d'aout 2017 à mars 2020.

2.5.3 Technique d'élevage

- Les Blattes sont placées dans des boîtes en plastiques portant des orifices grillagées et contenant des emballages alvéolés d'œufs servant d'abris.
- Les Blattes sont nourries avec des croquettes pour chiens et des pelures de carottes et abreuvées grâce à du coton imbibé d'eau qui assure aussi l'humification du milieu. (Fig 12)
- 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 12: Elevage de masse de *L. angulata*

Pour cette étude nous avons préparé trois extraits de feuilles des arbres de (Chêne vert, Cèdre et Pin d'Alep), Afin de démontrer l'attractivité sensorielle de la blatte *L. angulata*, ce test ce fait à l'aide d'un olfactomètre pour vingt larves appartiennent au stade de développement (L3, L4) et vingt adultes

2.5.4 Préparation des extraits :

Les extraits végétaux sont des préparations obtenues par l'action extractive d'un solvant approprié sur une plante ou une partie de plante, le plus souvent sèche et broyée ou fraîche. Ils contiennent les composés de la plante solubilisés par le solvant utilisé.

Dans notre test on utilise des feuilles fraîches dont :

Les feuilles fraîches de chêne vert, pin d'Alep et cèdre sont extraites par de l'hexane, solvants organiques apolaire. Cinquante grammes de feuilles fraîches des plantes précédentes, coupées en petits morceaux, sont plongées dans 40ml de solvant et agitées sur un agitateur magnétique pendant 30 minutes avant d'être filtré sur laine de verre. Les différents extraits sont conservés dans des erlenmeyers étiquetés et stockés au congélateur (-20°C) jusqu'à utilisation.

2.5.5 Tests en olfactomètre (tube en Y) :

On utilise un olfactomètre bidirectionnel en verre (2 cm de diamètre) en forme de Y (branche principale A de 30 cm ; branches secondaires B et C de 20 cm de long (Fig 13) L'olfactomètre est traversé par un faible courant d'air pur filtré sur une cartouche de charbon activé. La vitesse du courant d'air arrivant en amont des branches secondaires est contrôlée par un débitmètre et fixée à 10 ml / min afin d'éviter toute réponse anémotactique de l'insecte. Les tests se déroulent en période de nuit (période d'activité de la majorité des blattes) à une température de 25 à 27 °C et à une hygrométrie de 70 à 80%.

Une lampe rouge de faible intensité (non visible par les blattes) afin de pouvoir observer le comportement des individus.

Les jeunes larves et les adultes à tester sont placés dans une petite cage munie d'une porte grillagée en aval de la branche principale de l'olfactomètre; le papier filtre (1 cm²) imprégné d'extrait (10 µl) est placé en amont dans l'une des branches secondaires 5 à 1 minutes avant le début du test.

Le début du test correspond au moment de la libération de la blatte. Grâce à un chronomètre, on note le "temps de choix" qui correspond au moment de l'introduction de la blatte jusqu'au moment où, arrivée à l'intersection des deux branches secondaires, elle remonte dans l'une des branches; le choix de l'insecte et le temps qu'il met pour arriver à la source odorante (papier filtre) est également noté.

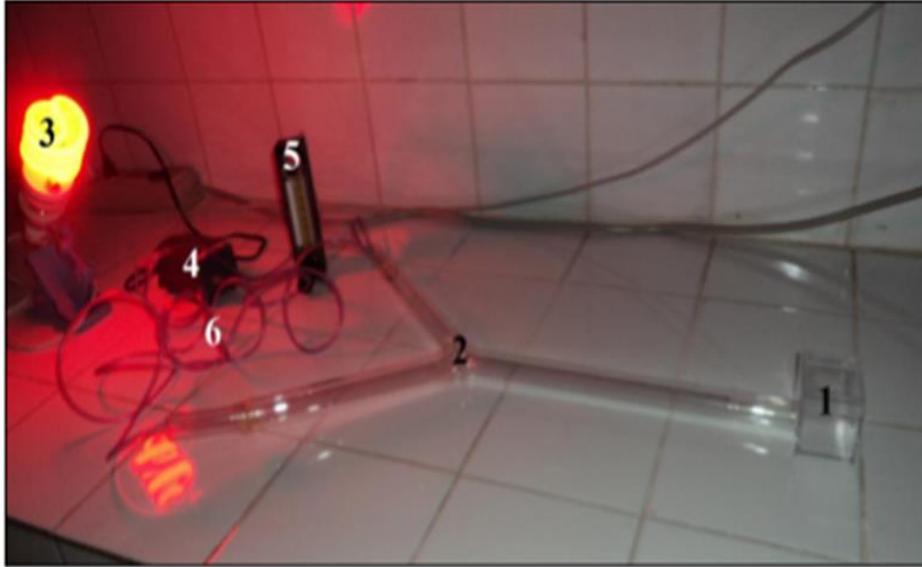


Figure 13: Olfactomètre Bidirectionnel en Y. 1, Boîte de départ; 2, Olfactomètre; 3, Lampe rouge; 4, Compresseur; 5, Débitmètre; 6, Tuyaux d'arrivée d'air (**Habbachi, 2013**)

2.6 Traitement des données

2.6.1 Les indices écologiques:

Afin d'exploiter les résultats relatifs aux espèces d'insectes inventoriées, nous avons utilisés des indices écologiques de composition et de structure pour interpréter l'importance des espèces récoltées et justifier leur répartition dans les trois sites choisies durant la période d'étude.

2.6.1.1 Les indices écologiques de composition:

- La Richesse spécifique:

Selon **Ramade (1984)** la richesse totale (S) est le nombre total des espèces recensées dans un peuplement considéré, c'est le nombre total d'espèces (S) trouvées au moins une fois au terme de R relevés

- la richesse moyenne (**S_m**) :

C'est le nombre moyen d'espèces trouvées à chaque relevé. Ce paramètre exprime le nombre d'espèces les plus représentatives du milieu au sens de la fréquence de leur présence.

➤ 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 confondues (**DAJOZ, 1971**). La formule est donnée comme suit :

$$F \% = n_i \times 100 / N$$

- 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.

➤ Constance (C%) ou la fréquence d'occurrence ou centésimal :

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:

$$C \% = P_i \times 100 / P$$

- 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 $C \leq 10 \%$.

➤ 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 :

$$D = N/P$$

- 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.

2.6.1.2 Les indices écologiques de structure:

Ils expriment le mode de distribution des espèces qui composent le peuplement.

- **Indice de diversité de Shannon (H) :**

L'indice de diversité de Shannon (H'), parfois incorrectement appelé indice de shannon et weaver (Krebs, 1999), dérive d'une fonction établie par Shannon et Wiener. Cet indice fait appel à la théorie de l'information, et est fondé sur l'idée que la mesure de la diversité est en fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus (Magurran, 2004).

L'indice de diversité de Shannon permet d'évaluer la diversité d'un peuplement dans un biotope. Il est calculé comme suit:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

- **P_i** : Fréquence relative des espèces (PIELOU, 1975).
- **Indice d'équitabilité.**

L'indice d'équitabilité correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H' max). Il est calculé par la formule suivante:

$$E = H' / H' \text{ max}$$

- H' max = log₂ S.

- H' max = Diversité totale. (WEESI et BELEMSOBGO, 1997)

L'équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance (Barbault, 1981 ; Benyacoub, 1993).

2.6.2 Phénogramme des espèces étudiées :

Une bonne connaissance de la biologie et de la phénologie des espèces est nécessaire pour estimer le nombre de générations annuelles, les périodes de présence des espèces et de pics de populations, etc...La phénologie est l'étude des évènements saisonniers. Dans cette étude nous avons établi le phénogramme de la répartition annuelle de différentes espèces de blattes récoltées dans les deux forêts citées précédemment.

2.6.3 Analyses statistiques :

2.6.3.1 Analyse d'IBM SPSS statistics 22

Pour analyser l'effet de l'altitude et les saisons sur la répartition et la composition de la faune Blattoptère recensées dans la cédraie de Chelia nous avons utilisé les tests de (Trace de Pillai, Lambda de Wilks, Trace de Hotelling et Plus grande racine de Roy) qui sont pratiqués à l'aide de logiciel IBM SPSS statistics 22

2.6.3.2 Analyses de Monte-Carlo

Concernant les résultats de comportement alimentaire (tests en olfactomètre), ces derniers ont été comparés en utilisant les simulations de Monte-Carlo, basées sur un test Chi² au seuil p : 0.05 (Vaillant & Derrij, 1992). Les résultats obtenus pour ces tests ont également fait l'objet d'une comparaison de variances (test de Fisher) au seuil de significativité $\alpha = 0.05$ grâce au logiciel XLStat 2009



Résultat

3 RESULTATS

3.1 Inventaire des blattes forestières

L'inventaire effectué sur la faune blattoptère durant une période de 30 mois allant de l'année 2017 à l'année 2020 dans les trois sites étudiés au niveau de la forêt de de Chelia a permis de compter un total de 2583 individus appartenant essentiellement aux trois genres différents *Dziriblatta*, *Phyllodromica*, *Loboptera* et sept espèces, le genre *Phyllodromica* est le plus diversifié avec trois espèces comme indiqué ci-dessous :

Genre : *Dziriblatta*,

- *Dziriblatta stenoptera*,
- *Dziriblatta nigrivintris*,

Genre : *Phyllodromica*,

- *Phyllodromica zebra*
- *Phyllodromica trivittata*
- *Phyllodromica sp*

Genre : *Loboptera*

- *Loboptera angulata*,
- *Loboptera alluaudi*.

L'espèce *Dziriblatta nigrivintris* est la plus abondante en termes d'individus avec un total de 1399 individus (Tab. 4), les caractéristiques des espèces inventoriées dans le milieu d'étude sont bien décrites dans le (Tab. 3).

Tableau 3: Description des espèces inventoriées (photos originales)

Espèce	Description
	<p><i>Dziriblatte nigriventris</i> (Chopard, 1936): Couleur de corps : Jaune testacé avec nombreux petits points et taches brunes. Pronotum : Jaunâtre avec des côté translucides. Élytres : Étroits apex subaigüe. Abdomen : Noirâtre avec une bande latérale jaunâtre. Taille : 8 mm. Distribution : Maroc.</p>
	<p><i>Dziriblatte stenoptera</i> Elle mesure entre 6 et 7 mm de long, caractérisée par une couleur noirâtre avec des tâches grises, des élytres lobiformes, une tête et un pronotum noirs et des pattes brunes.</p>
	<p><i>Phyllodromica zebra</i> Elle est de couleur noire brillante rayée en blanc. Chez le mâle, l'abdomen présente des tergites striés par des lignes blanches longitudinales et une fossette glandulaire. La femelle présente des stries sur le pronotum alors que le mésotum et le monotum sont colorés en blanc. Les pattes sont de couleur noire ainsi que des élytres courts et lobiformes.</p>



***Phyllodromica trivittata* (Serville 1839) :**

Couleur de corps : Jaunâtre, brillant, avec trois bandes longitudinales brunes.

Tête : Jaune avec une bande brune entre les antennes.

Élytres : -Chez le mâle presque rectangulaire, allongés, n'atteignant pas l'extrémité.

-Chez la femelle sont courts, tronqués, ne dépassent pas le 2ème segment.

Pronotum : comporte trois bandes longitudinales brunes.

Taille : Mâle 5,5 mm ; Femelle 6-7 mm.

Distribution : Algérie, Maroc.



***Phyllodromica sp* :**

C'est une espèce de petite taille elle mesurant entre 5-6 mm

Abdomen : Noirâtre avec une bande latérale jaunâtre.

Pronotum : comporte trois bandes

Transversales brunes entourées par une couleur jaune

Les pattes sont de couleur jaune



***Loboptera angulata* :**

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)



***Loboptera alluoudi* :**

Assez grand, D'une couleur roux clair uniforme, luisant, presque glabre
Tête : rousse ; face convexe, lisse, Antennes et palpes testacés
Pronotum : un peu plus large que long, très largement arrondi en avant, dégageant la tête ; disque peu convexe roux luisant portant quelques longues soies éparses
Abdomen : étroit de même couleur que le thorax
Elytres étroits, triangulaires, a apex arrondi
Distribution : Maroc, Algérie, Tunisie, Palestine (Chopard 1936)

Tableau 4: Liste des espèces Blattoptères inventoriées dans les sites d'étude (S= Site)

Sub-famille	Ordre	Genre	Espèce	S1 (2020m)	S2 (1920m)	S3 (1820m)
Ectobiinae	Dictyoptera	Dziriblatta	<i>D.nigrivintris</i>	264	726	409
			<i>D.stenoptera</i>	79	254	216
		Phyllodromia	<i>P. zebra</i>	61	146	100
			<i>P. trivittata</i>	4	65	20
			<i>P.sp</i>	19	27	25
		bLooptera	<i>L.angulata</i>	16	108	38
			<i>L. alluaudi</i>	3	3	—

Lors de l'échantillonnage de la faune blattoptère au niveau de la forêt Chelia nous avons récolté essentiellement des blattes de différents stades (adultes, larves âgées et larves jeunes). Et comme le montre la (Fig. 14) les larves sont les plus abondantes dans les trois sites (S1, S2 et S3) avec des taux respectivement 54.93%, 52,54% et 48.88% et leur répartition varie selon les espèces, suivit par les adultes qui sont actives principalement au printemps et en été

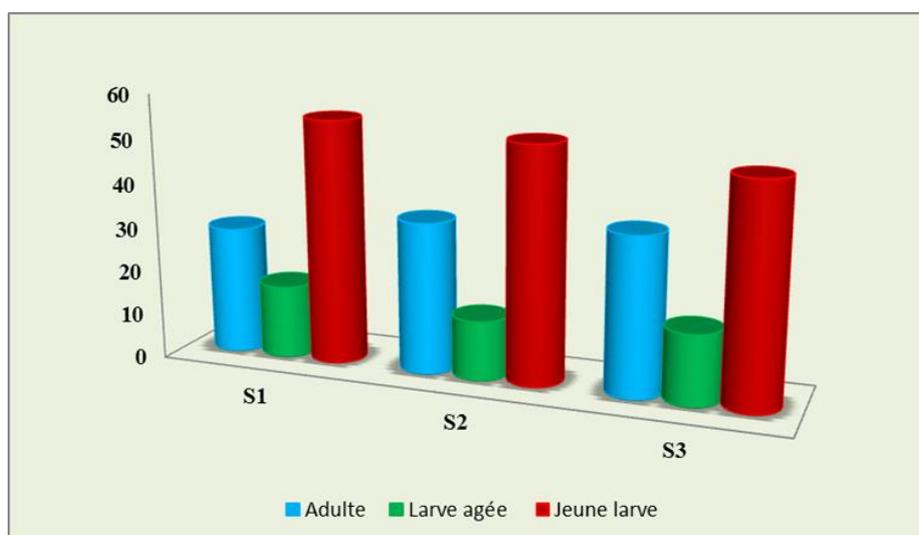


Figure 14: Répartition des blattes selon leur stade de développement dans les sites d'étude

Les résultats obtenus durant la période d'étude dans les sites d'étude ou dans la cédraie de Chelia en général montrent que la densité des femelles capturées est plus élevée que la densité des mâles dont, le taux des femelles est 60% face au 40% des mâles (Fig.15)

Ces résultats sont confirmés pour toutes les espèces de blattes récoltées à l'exception de *Dziriblatta stenoptera* ou le nombre des mâles est supérieur à celui des femelles dans le S1 et le S2 tandis qu'elle est inférieure de nombre des femelles dans le site3 (Fig.16)

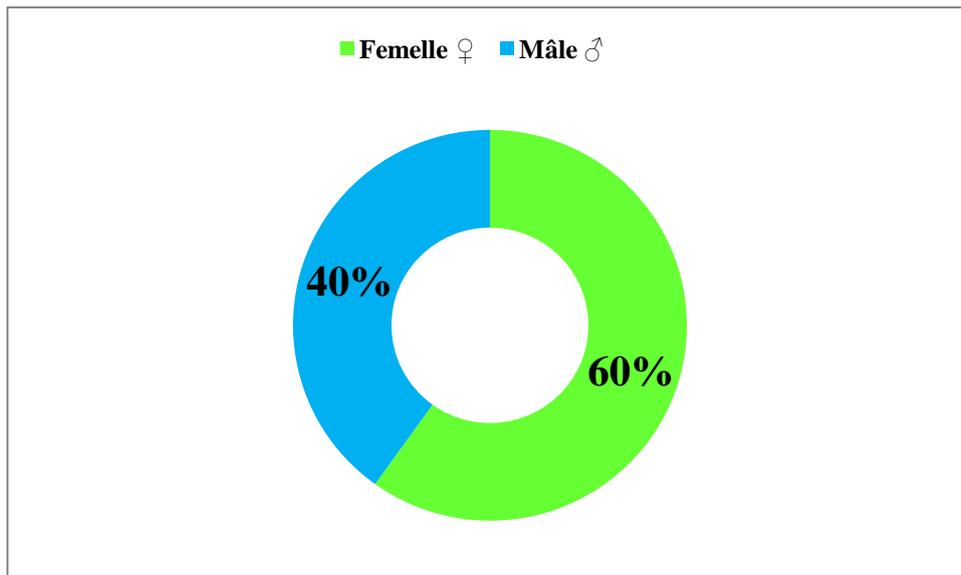


Figure 15: Densité des mâles et des femelles capturées durant la période d'étude

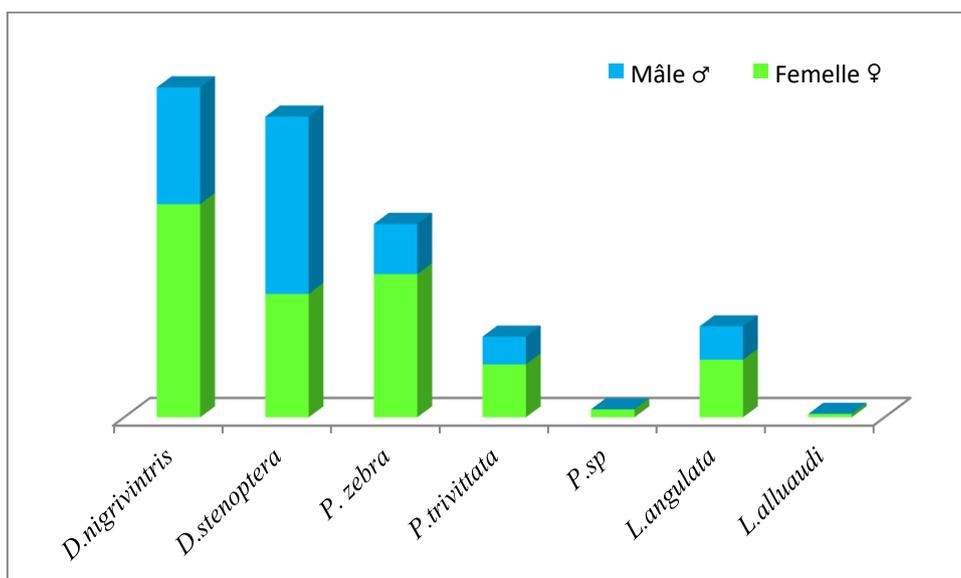


Figure 16: densité des mâles et des femelles de chaque espèce de blattes récoltées dans la région d'étude

3.1.1 Dynamique mensuelle de la population des blattes :

L'augmentation du nombre de blattes dans les trois sites au niveau de la forêt de Chelia varie selon les espèces, (Fig. 17)

Dont (*D. nigrivintris*, *D. stenoptera*) commencent leur augmentation à partir d'automne précisément au mois de septembre et octobre et ça ce qu'on a remarqué bien dans S2 et S3, cette augmentation atteint son pic au printemps,

Par contre les espèces (*Ph. zebra* et *L.angulata*) leurs générations commencent à apparaître à la fin de l'automne et au début d'hiver notamment à fin de novembre et au début de décembre, le pic de leurs générations commence en mars et se termine en juin pour *Ph.zebra* et au mois d'août pour *L. angulatta* où la plupart des femelles pondent des oothèques pour les relâches pour qu'une nouvelle génération commence à apparaître.

Concernant *Ph. trivitatta* sa dynamique mensuelle a indiqué une seule génération qui démarre à la fin du printemps et se termine au début d'automne (environ 5 mois d'activité) et ça ce qu'il apparaît bien au niveau du S2 où le nombre des espèces était considérable,

Tandis que *Ph. sp* cette espèce a un cycle mensuel irrégulier qui commence au mois de décembre et dure jusqu'à le début d'été, comme le montre dans le S1,

L. alluaudi a représenté une activité rare et mal connu à cause de leur nombre faible dans tous les stades (adulte, larve âgée et larves jeunes)

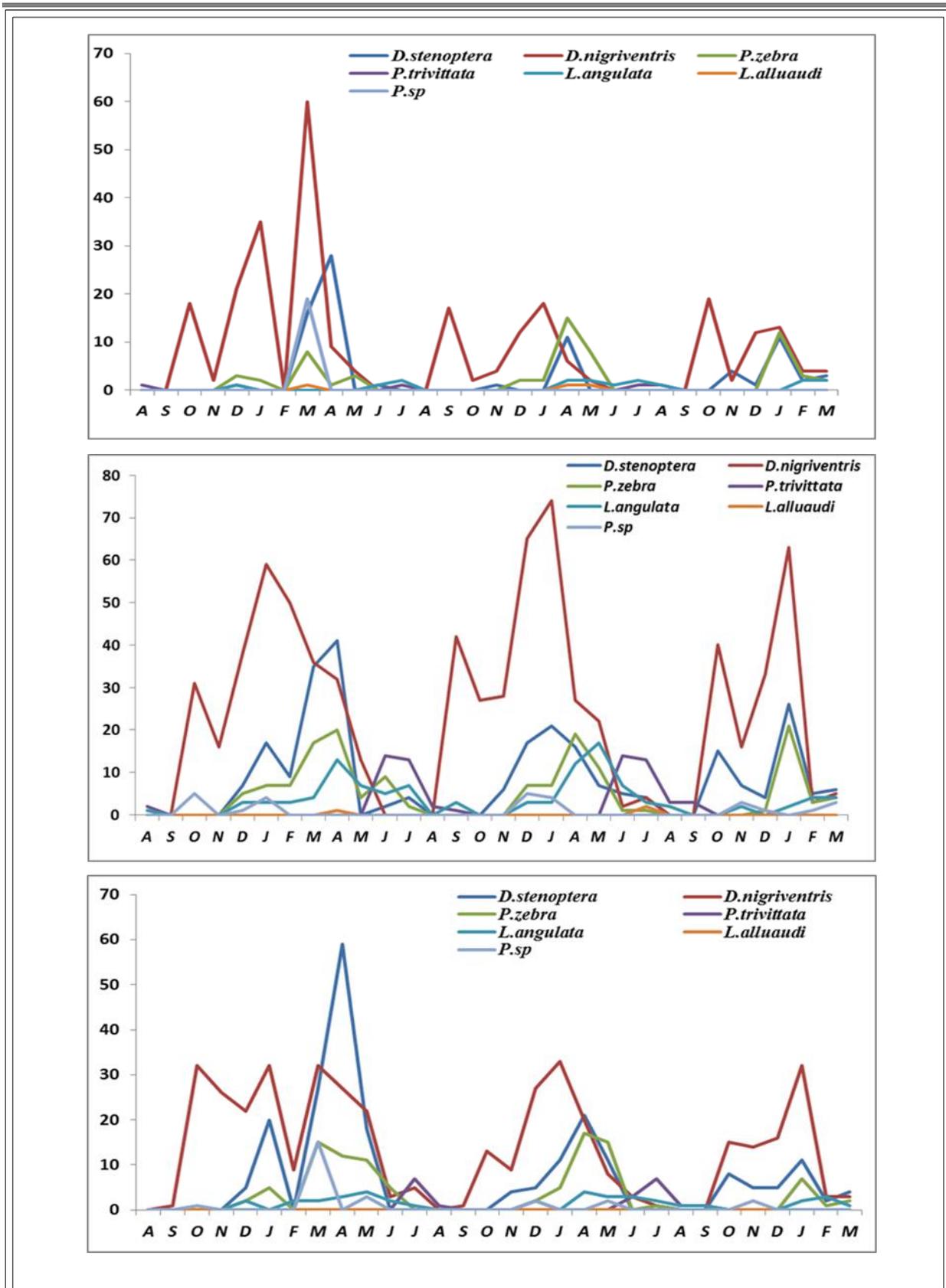


Figure 17: Evolution mensuelle des effectifs des espèces Blattoptères récoltées dans les différents sites étudiés au niveau de la Cédraie de Chelia durant la période d'étude

3.1.2 Les indices écologiques

Pour mieux caractériser et interpréter l'importance des espèces récoltées dans la cédraie de Chelia durant la période d'étude. On utilise Des indices écologiques de composition (La Richesse spécifique et moyenne, Abondance relative (F%), la Constance (C%) et la densité (D%), et des indices de structure (Indice de diversité de Shannon (H). Indice d'équitabilité)

3.1.2.1 Les indices écologiques de composition

La richesse totale est approximativement égale dans les trois sites étudiés bien qu'elle est la même dans le S1 et S2 avec sept espèces et six espèces dans le S3 (Fig.18).

Le S2 possède aussi le grand nombre d'individus 1329 individus

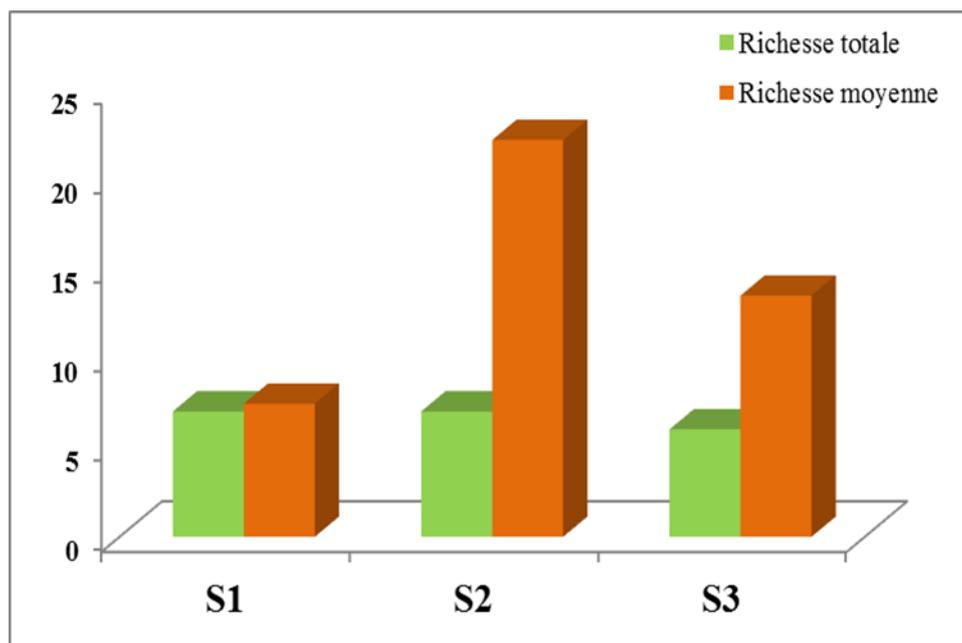


Figure 18: Richesse totale et moyenne dans les trois sites d'étude

Dans les trois sites d'étude *Dziriblatia* est le genre le plus abondant avec 76.9% dans S 1, 73.73% dans le S2 et 77.34% dans le S3.

Ce genre est représenté par deux espèces (*Dziriblatia nigrivintris* et *Dziriblatia stenoptera*) dont l'espèce *D.nigrivintris* représente l'espèce de la première classe dans les trois sites avec des taux respectivement de (59.19% ,54.62% et 50.61%),

Le genre *Phyllodromica* est représenté par trois espèces (*Ph.zebra*, *Ph.trivittata* et *Ph.sp*) et occupe la deuxième classe d'abondance après *Dziriblatia* avec un taux de 18.86% dans le S1, 19.9% dans le S2 et 17.93% dans le S3). (Fig.19).

Tandis que le genre *Loboptera* est le genre le moins abondant dans les trois sites avec des taux de : 4.25% dans le S1, 8.34% dans le S2 et 4.7% dans le S3

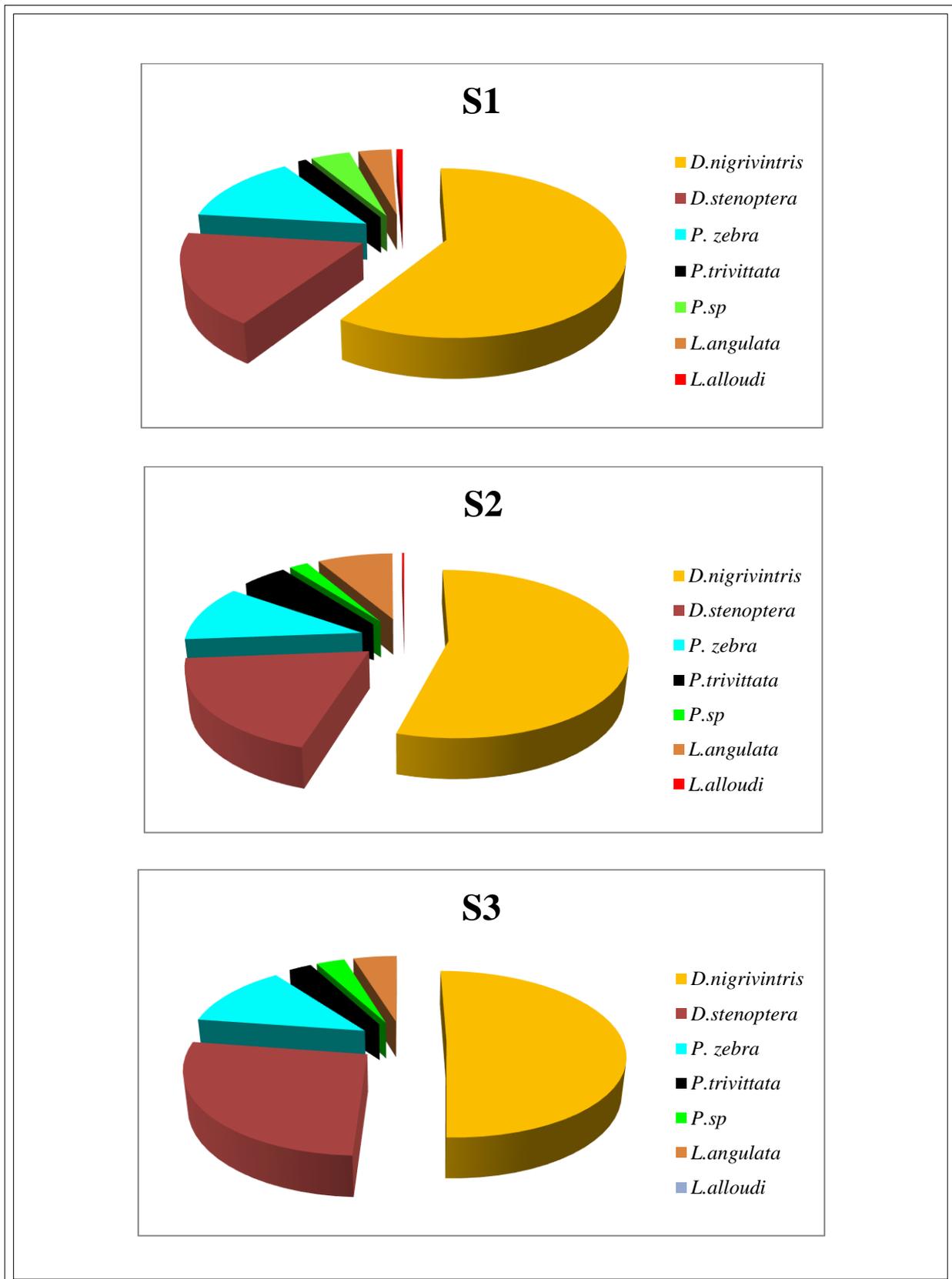


Figure 19: L'importance relative (F%) des espèces collectées dans les sites étudiés (S1, S2, S3)

Dans les trois sites d'étude l'espèce de *Dziriblatia nigrivintris* est considérée comme une espèce constante dont : S1 (C%=53.33%), S2 (C%= 61.66%) et S3 (C%= 73.33%), tandis que *D.stenoptera* est constante dans le S2 et accessoire dans les S1 et S3

L'espèce *Ph. zebra* est accessoire dans les trois sites,

En ce qui concerne *Ph.trivittata* et *Ph.sp* représente une activité identique ou elles sont des espèces accidentelles dans les sites S2 et S3 et très accidentelles ou rares dans S1,

L'activité de *loboptera angulata* est constante dans S2, accessoire dans le S3 et accidentel dans le S1

Concernant *loboptera alluaudi* est classée dans la catégorie des espèces très accidentelle ou rare ou on a récolté que quelques individus au niveau de S1 et S3 avec une densité de 0.05% individu par relevé tandis qu'elle est complètement absente dans le troisième

Tableau 5: la constance (C%) et la densité (D%) des espèces Blattoptères récoltées au niveau des trois sites étudiés

Les espèces Blattoptères	Les sites d'étude					
	S1		S2		S3	
	C%	D%	C%	D%	C%	D%
<i>D.nigrivintris</i>	53,33	4,4	61,66	12,1	73,33	6,81
<i>D.stenoptera</i>	30	1,31	55	4,23	45	3,6
<i>P. zebra</i>	28,33	1,01	45	2,43	36,66	1,66
<i>P.trivittata</i>	5	0,06	18,33	1,08	13,33	0,33
<i>P.sp</i>	1,66	0,31	21,66	0,45	13,33	0,41
<i>L.angulata</i>	18,33	0,26	53,33	1,8	38,33	0,63
<i>L. alluaudi</i>	5	0,05	3,33	0,05	–	–

3.1.2.2 Les indices écologiques de structure :

Nous avons utilisé l'indice de biodiversité de Shannon (H) et d'équitabilité pour évaluer la diversité de la population des blattes récoltées.

Tableau 6: Paramètres structuraux des populations de blattes dans les trois sites étudiés

	S1	S2	S3
Indice de Shanon	H'=1,21	H'=1,33	H'=1,29
Equitabilité	E=0,62	E=0,68	E=0,72

L'indice de la diversité de Shannon dans les sites d'étude durant la période d'étude est proche avec une préférence de site 2 qui possède la valeur de la diversité la plus élevée (H'=1.33), cela indique que ce site est un peu plus diversifié que les deux autres sites. Suivit par le S3 (1.29) et enfin le S1 (1.21). (Tab.6)

Tandis que l'équitabilité montre que S3(E=0.72) est le plus équilibré suivit par le S2 et enfin le S1

Donc le site 1 est le moins diversifié et équilibré

Il est important de noter que ces deux indices (Indice de Shanon, Equitabilité) restent dépendants de la taille des échantillons et sont sensibles aux espèces rares. (Tab.6)

3.1.3 Phénogramme des espèces des blattes dans les trois sites d'étude :

Le phénogramme des espèces récoltées au niveau de la forêt de Chelia dans les trois sites (S1, S2 et S3) est montré dans les (Tab.7, 8 et 9)

Les espèces recensées dans le site (1) ne sont pas toutes abondantes comme le cas de D, *D.nigrivintris* qui disparue seulement durant la saison estivale, l'espèce de *D.stenoptera* est disparue à la fin d'été et au début de l'automne, leur activité ressemble celle de *Ph.zebra*

qui présente une activité remarquable durant l’hiver et le printemps et disparue la fin d’été et absente complètement durant l’automne.

Concernant *L. angulata* elle est présente durant la saison hivernale, printanière et estivale est absente durant l’automne

Ph. trivittata est présente seulement dans l’été précisément les mois de (juillet et aout), par contre *L.alluaudi* est apparue à la saison printanière et absente dans les restes des saisons, *Ph. sp* apparue à un seul mois durant le printemps comme le montre le (Tab. 7).

Tableau 7: Phénogramme des espèces recensées au niveau de site 1

Mois/Esp	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>D.nigriventris</i>	+	+	+	+	+				+	+	+	+
<i>D.stenoptera</i>		+	+	+		+					+	+
<i>P.zebra</i>	+	+	+	+	+	+	+					+
<i>P.trivittata</i>							+	+				
<i>P.sp</i>			+									
<i>L.angulata</i>		+	+	+	+	+	+	+				+
<i>L.alluaudi</i>			+	+	+							

+

Existe

Non existe

Le phénogramme des espèces recensées dans S2 au niveau de la forêt de Chelia (Tab. 8) révèle que les espèces ont une activité annuelle comme le cas de (*D. nigriventris*, *D.stenoptera*) et la plupart de ces espèces disparaissent à la fin d’été et le début d’automne,

Tandis que *Ph. zebra* présente presque la même activité qu’elle a présenté déjà dans le S1 où elle est inactive à la fin d’été et durant l’automne.

L.angulata est apparue comme une espèce active durant l’année ou elle est absente seulement au mois d’octobre

Par contre l'espèce de *Ph. trivittata* est présente toujours durant la saison estivale dont les températures sont élevées et au début de la saison d'automne et disparue dans les restes des saisons. L'activité de *Ph.sp* est reste confiné entre l'hiver et l'automne.

Pour l'activité de *L. alliaudi* reste mal connue surtout elle n'apparaît qu'aux mois d'avril et juillet et toujours elle est présentée par son stade adulte.

Tableau 8: Phénogramme des espèces Blattoptères recensées au niveau de site 2

Mois/Esp	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>D.nigrivintris</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>D.stenoptera</i>	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
<i>P,zebra</i>	+	+	+	+	+	+	+					+
<i>P,trivittata</i>						+	+	+	+			
<i>P,sp</i>	+	+	+							+	+	
<i>L.angulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>L.alliaudi</i>				+			+					

Comparativement au premier et deuxième site les espèces inventoriées dans le site (3). (Tab. 9) présentent la même activité presque au site 2 cas de *D. nigriventr*, *L.angulata*, *Ph. zebra* et *Ph.trivittata*.

Pour *D. stenoptera*, elle apparait au long d'année est disparue dans les deux derniers mois de l'été et les premiers mois de l'automne

Dans ce site on note une absence totale de *L. alliaudi*.

Tableau 9:Phénogramme des espèces recensées au niveau de site 3

Mois/Esp	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>D.nigrivintris</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<i>D.stenoptera</i>	+	+	+	+	+					+	+	+
<i>P,zebra</i>	+	+	+	+	+	+	+					+
<i>P,trivittata</i>						+	+	+	+			
<i>P,sp</i>			+		+					+	+	+
<i>L.angulata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
<i>L.alliaudi</i>												

3.1.3 Impact des facteurs écologiques sur la Biodiversité

3.1.3.1 L'effet d'altitude et saison sur la composition des espèces blattoptères recensées dans la cédraie de Chelia

➤ Effet altitude

Nous avons étudié l'effet d'altitude et l'effet des saisons sur la composition de la faune blattoptère récoltés dans la forêt de Chelia

L'analyse multivariée (Tab. 10) a montré l'effet d'altitude sur la composition des blattes, dont on a enregistré des différences très hautement significatives pour les quatre tests utilisés Trace de Pillai, Lambda de Wilks, Trace de Hotelling, Plus grande racine de Roy.

Tableau 10: L'effet de l'altitude sur la composition des espèces Blattoptères

	Effet	F	Signification
Effet altitude	Trace de Pillai	4,886	0,000***
	Lambda de Wilks	5,579 ^b	0,000***
	Trace de Hotelling	6,289	0,000***
	Plus grande racine de Roy	11,631 ^c	0,000***

➤ Effet saison

Le facteur saisonnier agit aussi sur la composition de la faune blattoptère, où on a remarqué des différences très hautement significatives (Tab. 11) selon les quatres tests utilisés

Tableau 11: L'effet de la saison sur la composition des espèces Blattoptères

	Effet	F	Signification
	Trace de Pillai	9,830	0,000***
	Lambda de Wilks	12,025	0,000***

Effet saison	Trace de Hotelling	13,719	0,000***
	Plus grande racine de Roy	26,705 ^c	0,000***

➤ **Effet altitude * saison**

En ce qui concerne l'effet de l'intersection des deux paramètres (Altitude * Saison) sur la composition de la faune blattoptère, les analyses multivariées présentées dans le (Tab. 12) montrent que cette dernière est affecté par ces deux paramètres dont on a enregistré des différences très hautement significatives dans les tests utilisés : Trace de Pillai (F=2,687 p =0,000***), Lambda de Wilks (F=3,074 p =0,000***), Trace de Hotelling (F=3,361 p = 0,000***), et Plus grande racine de Roy (F= 12,311c p = 0,000***).

Tableau 12: L'effet de l'altitude*saison sur la composition des espèces Blattoptères

	Effet	F	Signification
Effet Altitude * Saison	Trace de Pillai	2,687	0,000***
	Lambda de Wilks	3,074	0,000***
	Trace de Hotelling	3,361	0,000***
	Plus grande racine de Roy	12,311 ^c	0,000***

3.1.3.2 L'effet d'altitude et saison sur la répartition des espèces Blattoptères recensées dans la cédraie de Chelia

➤ **Effet Altitude**

Pour les tests multivariés que nous avons réalisés sur l'effet d'altitude sur la répartition des sept espèces de blattes recensées montrent que ce dernier a un effet bien remarquable sur la répartition des Cinq espèces (*D.nigriventris*, *p.trivittata* *L.angulata*, *P.zebra*, *D.stenoptera*) avec des seuils de Signification respectivement (0,000***, 0,000***, 0,000***, 0,007**, 0,012*)

Par contre pour les deux espèces *L.alluaudi* *P.sp* nous n'avons enregistré aucun effet d'altitude sur leur répartition (Tab. 13).

Tableau 13: L'effet de l'altitude sur la répartition des espèces Blattoptères

	Source	F	Signification
Altitude	<i>D.stenoptera</i>	4,674	0,012
	<i>D.nigriventris</i>	9,845	0,000***
	<i>P.zebra</i>	5,356	0,007
	<i>p.trivittata</i>	9,989	0,000***
	<i>L.angulata</i>	30,367	0,000***
	<i>L.alluaudi</i>	1,889	0,158
	<i>P.sp</i>	0,039	0,962

➤ **Effet Saison**

Concernant l'effet de la saison sur la répartition de sept espèces testées nous avons observé selon les résultats montrés dans le (Tab. 14) que toutes les espèces dépendent de l'effet de ce facteur saisonnier dans leur répartition ou nous avons enregistré un effet très hautement significatif pour les espèces (*D.stenoptera* *D.nigriventris* *P.zebra* *P.trivittata* *L.angulata*) et moins pour les *L.alluaudi* et *P.sp*.

Tableau 14: L'effet de la saison sur la répartition des espèces Blattoptères

	Source	F	Signification
Saison	<i>D.stenoptera</i>	16,508	0,000***
	<i>D.nigriventris</i>	17,408	0,000***
	<i>P.zebra</i>	32,757	0,000***
	<i>P.trivittata</i>	22,813	0,000***

<i>L.angulata</i>	20,570	0,000***
<i>L.alluaudi</i>	3,066	0,033
<i>P.sp</i>	2,877	0,041

➤ **Effet Altitude * Saison**

Tandis que l'analyse multivariée sur l'influence de l'intersection altitude *saison sur la répartition des espèces étudiées nous a permis d'enregistrer un effet très hautement significatif pour les deux espèces *P.trivittata* (F=8,418 p= 0,000***), *L.angulata* (F=7,120 p=0,000***) (Tab. 15), Par contre il n'y a pas un effet significative sur la répartition des espèces, *D.nigriventris* (F=2,648, p= 0,02), *L.alluaudi* (F=2,163, p=0,055).

Pour les restes des espèces les résultats montrent que ne sont pas influencées par l'intersection des deux facteurs testés.

Tableau 15: L'effet de l'altitude*saison sur la répartition des espèces Blattoptères

	Source	F	Signification
Altitude* Saison	<i>D.stenoptera</i>	1,459	0,203
	<i>D.nigriventris</i>	2,648	0,022
	<i>P.zebra</i>	1,793	0,111
	<i>p.trivittata</i>	8,418	0,000***
	<i>L.angulata</i>	7,120	0,000***
	<i>L.alluaudi</i>	2,163	0,05
	<i>P.sp</i>	1,242	0,294

3.2 Comportement alimentaire de *L. angulata*

3.2.1 Cycle de vie de *Loboptera angulata*

3.2.1.1 Structure de population de *Loboptera angulata*

➤ Le site1 (2020m)

Durant l'automne on note une absence totale de *L.angulata*, Tandis qu'on récolte quelque spécimen d'adultes (8%) au début d'hiver, à la fin de cette saison notamment le mois de février on voit une augmentation des jeunes larves Jusqu'à 49%

Au début du printemps, on remarque une forte présence des larves âgées (L4, L5) plus de 65%, cette présence importante diminue au mois d'avril en parallèle avec l'apparition des premiers adultes avec un taux de 9%, Le nombre d'adultes s'accroît dès le mois de mai pour atteint un maximum de 36% au mois de juillet. (Fig. 20)

A la fin de l'été (moi d'aout). Période à laquelle la totalité des larves disparaît. C'est aussi à cette période on peut voir des cas d'accouplement, des femelles portant des oothèques ainsi que des échantillons d'oothèques libres dans la litière.

➤ Le site2 (1920m)

Le site2 représente le site le plus nombreux avec 108 individus. Dont on voit que l'apparition des jeunes larves (L2) commence au début d'automne (septembre) et dure jusqu'au début du printemps (mois de mars) ou elle connue sa forte présence durant l'hiver (janvier et février) avec des taux respectivement de 38% et 23%,

Le mois de mars marque l'apparition des larves âgées (19.88%) et l'on voit s'accroître plus en plus pour atteint son maximum au mois d'avril 49.8% et durant ce même mois, on note l'apparition des adultes, le nombre de ces derniers augmente beaucoup plus au mois de mai et durant l'été (juin et juillet) et moins en mois d'aout ou il y a toujours une absence total des larves (Fig. 21)

➤ **Le site 3 (1820m):**

Dans le site 3 et comme le montre la figure 19 le nombre des jeunes larves récoltées est très important en hiver (décembre, janvier, février) et moins au début du printemps (mars) tandis que la population des larves âgées commence à apparaître dans le mois de mars et continue à augmenter plus en plus pour atteindre un maximum de 60% en mois d'avril, et qu'à la fin de ce mois qu'on marque la première présence des adultes 9.7%. Avec une diminution remarquable de la population des larves âgées.

La présence des adultes devient importante au mois de mai juin et juillet ou on récolte le plus grand nombre au mois de juin 32%, cette période de l'été représente la période d'accouplement pour donner une nouvelle génération

Et comme dans les sites précédents le nombre des adultes diminue à la fin de l'été (fin d'août) (Fig. 22)

Le suivi de la structure de population de *L.angulata* dans les trois sites précédents montre que les jeunes larves apparaissent d'une manière ralentissant à la fin de l'automne et s'accélèrent durant la saison d'hiver et moins au début du printemps, Tandis que les larves âgées sont beaucoup plus récoltées durant le printemps. Alors que les adultes marquent leur première présence au début du printemps et l'effectif le plus grand des adultes on l'enregistre durant la saison d'été qui représente la saison de reproduction pour cette espèce dans la forêt. Et cela a été confirmé par les cas d'accouplements observés durant cette période. La saison de l'automne représente le début de l'éclosion de oothèques pour qu'une nouvelle génération apparaisse

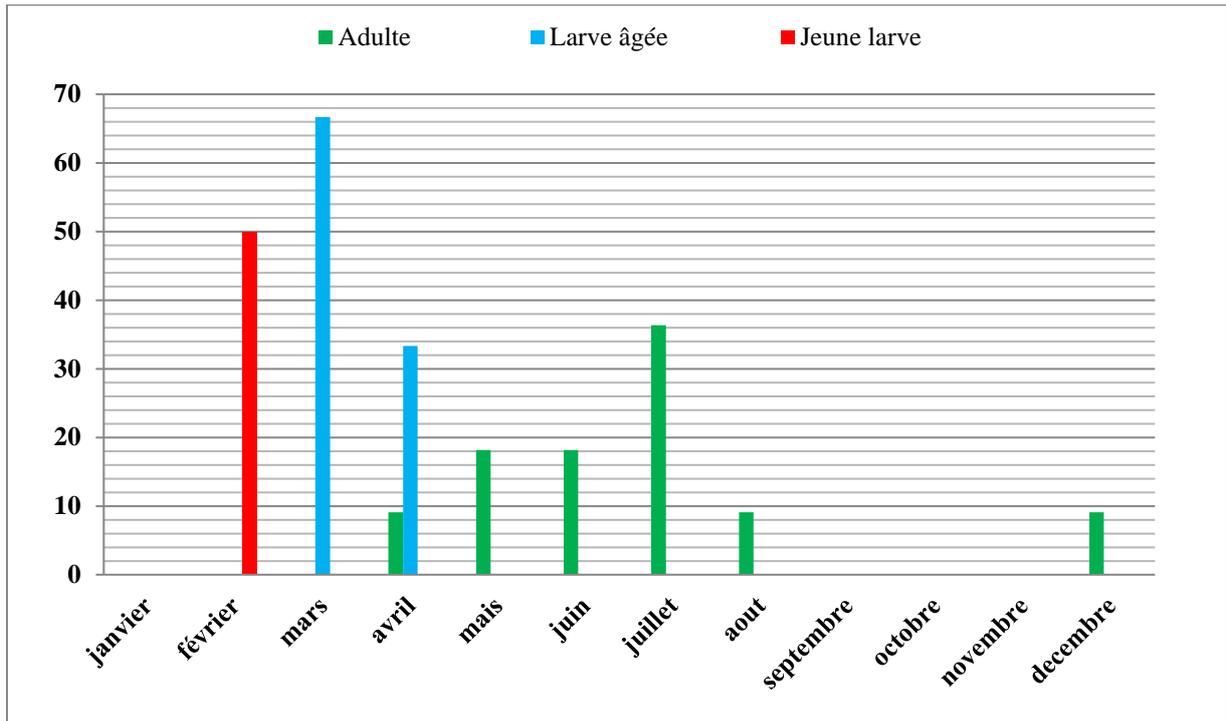


Figure 20: Structure de la population de *L.angulata* dans le site (1)

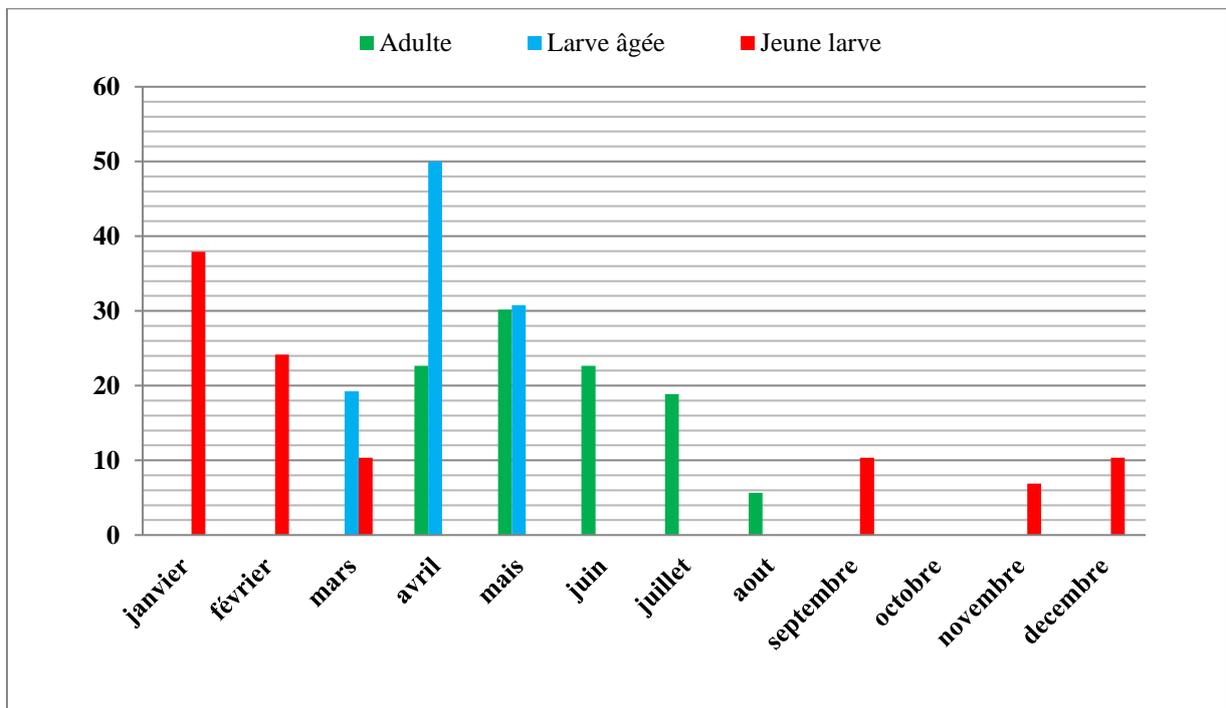


Figure 21: Structure de la population de *L.angulata* dans le site (2)

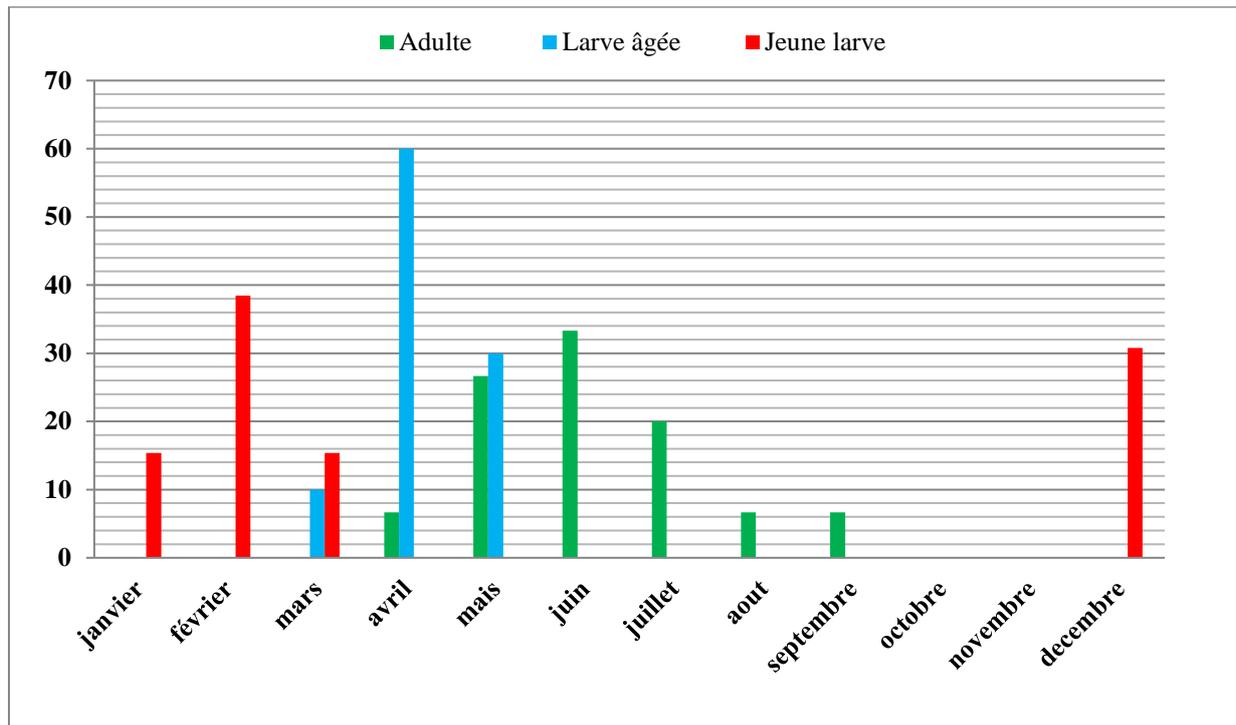


Figure 22: Structure de la population de *L.angulata* dans le site (3)

3.2.2 Mode de reproduction de *L.angulata* :

L.angulata c'est une espèce ovipare quelques jours après l'accouplement (fécondation) on voit que l'extrémité de l'abdomen de la femelle dilate pour donner une oothèque de couleur marron clair qui devient marron foncé après quelques heures, la femelle reste portée l'oothèque quelques jours afin de le libérer dans la litière dans un endroit humide. Comme chez la majorité des espèces de blattes, l'éclosion a lieu à l'air libre après quelques semaines d'incubation (Fig.23)

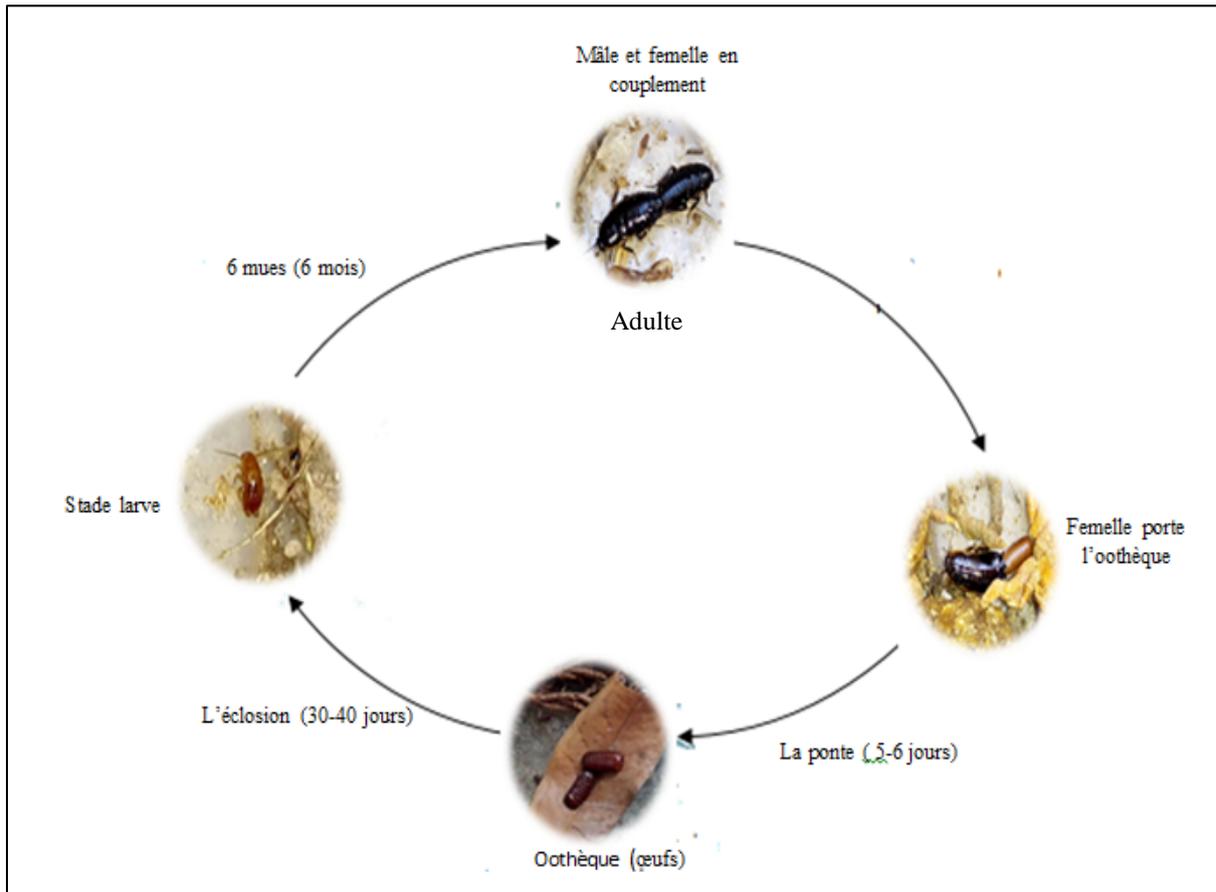


Figure 23: Cycle de reproduction de *Loboptera angulata* (Photos personnelles)

3.2.2.1 Les caractéristiques des différents stades de développement de *L.angulata*

➤ **Stade larvaire (L1) :**

Il est petit, difficile à voir, et surtout à manipuler, mais il a la même forme que les adultes. Il est mou et de couleur blanche à sa sortie de l'oothèque. Au fur et à mesure que les heures passent, la cuticule se tanne et se colore rapidement pour prendre une couleur marron claire brillante (Fig. 24). Les L1 sont très fragiles et sensibles aux facteurs extérieurs (température, humidité, etc...) ce qui explique les forts taux de mortalité généralement observés. Il est très difficile d'observer l'exuvie de ces individus.



Figure 24: Larve de *L.angulata* stade L1

➤ **Stade larvaire (L2) :**

Les larves de deuxième stade sont très actives et plus foncées (brun vif brillant) que les L1. Leur développement dure environ en deux semaines (Fig. 25)



Figure 25: Larve de *L.angulata* stade L2

➤ **Stade larvaire (L3):**

Les larves de ce stade prennent une couleur (noirâtre) (Fig. 26) elles sont très actives et leur taille un peu plus grande que les stades précédents et taux de mortalité observé à ces stades est moins élevé que ceux des deux premier stades, elles vivent environ deux semaines,



Figure 26: Larve de *L.angulata* stade L3

➤ **Stade larvaire (L4) :**

Les larves de ce stade sont plus grandes par rapport aux autres stades précédents (L1, L2, L3) elles sont caractérisées par une couleur noire brillante avec des bords rougeâtres autour de la tête et (Fig. 27).



Figure 27: Larve de *L.angulata* stade L4

➤ **Stade larvaire (L5 et L6) :**

C'est incontestablement les plus gros de tous les stades larvaires et qui présentent des caractères apparents similaires aux adultes sauf qu'ils sont dépourvus des ailes. Leur couleur est noir comme pour les stades précédents ressemblants à *L.ovoblatia*. (Fig. 28).



Figure 28: Larve de *L.angulata* stade L5 et L6

➤ **Stade adulte :**

Après la dernière mue larvaire (mue imaginale), l'adulte se différencie des larves par l'apparition de deux bandes blanches latérales. Les adultes sont d'une couleur noir brillant. L'absence d'ailes chez cette espèce complique l'identification entre les deux sexes (Fig. 29). Cependant, l'observation des plaques sous-génitales permet de différencier les mâles des femelles. Les adultes vivent environ 122 jours dans les conditions contrôlées de température et d'humidité au niveau du laboratoire.



Figure 29: Stade adulte de *L.angulata*

3.2.3 Les tests olfactométriques

Les tests olfactométriques que nous avons réalisés sur les larves et les adultes de *L.angulata* montrent que les adultes sont significativement plus attirés par les extraits hexaniques odorants provenant de feuilles fraîches de Cèdre et de Pin d'Alep et non significatives pour l'extrait provenant de feuilles de chêne vert dans le cas d'extrait / air (Tab. 16).

Par contre les larves ne sont significativement attirées par aucun extrait odorant de feuilles utilisées

Dans ce cas les extraits hexaniques de feuilles fraîche utilisées sont inactifs pour les jeunes larves de *L. angulata* et actifs pour les adultes à l'exception d'extrait de chêne vert.

Tableau 16: Pourcentage d'attrctivité des jeunes lrvs et des adultes par l'odeur d'extraits de feuilles de Pin d'Alep, Cèdre,Chêne vert (Extrait/air) olfactomètre en Y

(A : Attiré ; NA : Non Attiré ; S : Significative ; NS : Non Significative)

Extrait des feuilles fraîches par hexane						
	Pin d'Alep		Cèdre		Chêne vert	
	Jeune larve	Adulte	Jeune larve	Adulte	Jeune larve	Adulte
A	11	15	12	17	9	12
NA	9	5	8	3	11	8
P	NS	0.968 S	<0.930 NS	1.000 S	NS	NS

On ce qui concerne les tests olfactométrique en cas d'extrait / extrait réalisés sur un nombre de vingt adultes et vingt jeunes larves de *Loboptera angulata* montrent que les adultes sont tous attirés par les odeurs de différents extraits utilisés (Pin d'Alep, Cèdre, Chêne vert), avec une préférence au l'extrait de cèdre Quelle que soit l'extrait placé à l'extrémité de l'autre branche de l'olfactomètre, dont le taux des adultes choisissant l'extrait de cèdre avec le pin sont 55% et 65% avec le Chêne vert (Tab. 17).

Le test face aux extrait de Pin d'Alep/Chêne vert, on note un taux de 60% des adultes préfèrent l'extrait de Pin d'Alep face au 40 % préfèrent l'extrait de chêne vert

Tandis que les nymphes ne sont pas tous attirées par les extraits odorants de feuilles et pour celles qui sont attirées on remarque toujours qu'il y a une préférence pour l'extrait de cèdre suivit par l'extrait de Pin d'Alep et en fin le chêne vert

Tableau 17: Pourcentage d'attractivité des jeunes larves et des adultes par les odeurs d'extrait de feuilles de Pin d'Alep, Cèdre, Chêne vert (Extrait/Extrait) (olfactomètre en Y)

Extrait des feuilles fraîches par hexan												
Jeune Larve						Adulte						
		Chêne vert	Pin d'Alep	Chêne vert	Cèdre	Cèdre	Pin d'Alep	Chêne vert	Chêne vert	Cèdre	Cèdre	Pin d'Alep
A	30%	50%	30%	55%	45%	35%	40%	60%	35%	65%	55%	45%
Nulle	20%	15%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

A : Attiré ; **Nul :** Non attiré

En se référant aux tableaux (18,19) on remarque que les adultes mettent moins de temps à détecter l'odeur quel que soit le type d'extrait (Pin d'Alep, Cèdre ou Chêne vert) par rapport aux larves qui prennent hautement significative beaucoup plus de temps à localiser la source odorante provenant des extraits , lorsque les individus sont testés en cas d' extrait/air ou en cas d'extrait/ extrait

Tableau 18: Temps de latence extrait/air en minute, par les larves et les adultes de *L. angulata* des odeurs provenant d'extraits de feuilles de pin d'Alep, cèdre et chêne vert (olfactomètres en Y ; Moyenne ± SEM)

Tableau 18: Temps de latence extrait/air en minute, par les larves et les adultes de *L.angulata* des odeurs provenant d'extrait de feuilles de Pin d'Alep, cèdre et chêne vert (Olfactomètre en Y ; Moyenne± SEM)

	Chêne vert	Cèdre	Pin d'Alep	F	P
Larve	1.908±1.415	1.447±1.529	1.820±0.922	1.057	0.357
Adulte	1.264±1.094	0.989±1.105	1.480±0.920	0.012	0.988

Tableau 19: Temps de latence extrait/extrait en minute par les larves et les adultes de *L.angulata* des odeurs provenant d'extrait de feuilles de Pin d'Alep, cèdre et de chêne vert (Olfactomètre en Y; Moyenne ± SEM)

	Chêne vert	Cèdre	Pin d'Alep	F	P
Larve	3.236 ±3.146	1.604±0.963	2.478±1.376	5.773	0.006
Adulte	2.818±1.106	1.223±0.984	2.036±1.411	1.662	0.199

Concernant le temps d'arrivé les résultats montrent que tous les adultes témoins sont toujours plus rapides, ils mettent moins de temps à arriver à la source d'odeur d'extrait et surtout à l'extrait de feuilles de cèdre lorsque ils ont testés par (extrait /air) ou (extrait /extrait) alors que les larves sont lents ils prennent beaucoup de temps à arriver à la source d'extrait (Tab. 20,21).

Tableau 20:Temps d'arrivé extrait air en minute par les larves et les adultes de *L. angulata* des odeurs provenant d'extraits de feuilles de Pin d'Alep, cèdre et chêne vert (Olfactomètre en Y. Moyenne ± SEM)

	Chêne vert	Cèdre	Pin d'Alep	F	P
Larve	4.872±2.044	3.094±1.885	3.759±1.594	0.341	0.714
Adulte	1.908±1.415	1.447±1.529	1.820±0.922	1.057	0.357

Tableau 21: Temps d'arrivé extrait/ extrait en minute par les larves et les adultes de *L. angulata* des odeurs provenant d'extrait de feuilles de pin d'Alep, cèdre et chêne vert (Olfactomètre en Y ; Moyenne ± SEM)

	Chêne vert	Cèdre	Pin d'Alep	F	P
Larve	4.689±3.504	2.559±1.497	3.372±1.916	5.424	0.008
Adulte	2.879±1.135	1.432±1.008	2.371±1.435	1.695	0.193



Discussion

4 DISCUSSION

4.1 Inventaire des blattes forestières

L'entomologie est une science difficile de par le nombre d'espèces existantes et les difficultés d'identification, d'autant que les insectes ont la particularité d'avoir une phase larvaire et une phase imaginale. Bien qu'un certain nombre d'insectes soit déterminable sur des critères morpho-anatomiques, pendant longtemps, et même encore de nos jours pour certains groupes, l'absence de collections de référence, de publications scientifiques en taxonomie ou d'ouvrages d'aide à l'identification n'a pas permis une fiabilité constante dans la détermination des espèces observées ou collectées (**D'AGOSTINO, et al ,2021**)

Les blattes existent depuis plus de 350 millions d'années (depuis Denovian) et ont très peu changé au fil des ans. Les blattes fossilisées d'il y a 250 millions d'années ressemblent beaucoup aux cafards d'aujourd'hui (**Jirage, 2018**). Les blattes et leurs parents se retrouvent souvent en abondance et sont des insectes familiers (**Bechly, 2007**). C'est un ordre d'insectes distribué dans le monde entier avec la plus grande diversité dans les régions tropicales. (**Princis1962-1971**), mais à chaque nouvelle région explorée plus de 80% des espèces sont nouvelles, ce qui suggère que le nombre total d'espèces de blattes existantes est jusqu'à 20.000 dans le monde (**Evangelista, 2008**)

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

En raison de la diversité étonnamment élevée des cafards, la plupart d'entre elles sont des insectes utiles pour leurs écosystèmes. Certaines cafards agissent comme des charognards pour consommer les plantes mortes, les feuilles mortes et autres matières organiques dans les forêts et autres (**Liang, 2019**)

Selon les différents critères de classification, les blattes se répartissent en plusieurs familles dont celle des Blattellidae qui regroupe les blattes de petite taille telle que *B. germanica*, *Supella longipalpa*, *Blattella asahinai*, *L. decipiens*, etc... (**Guillaumin et al. 1969 ; Gordon, 1996**).

Les blattes de la famille des Blattellidae (Ectobiidae) sont, en général, de petite taille avec des pattes grêles, les bords inférieurs des fémurs munis d'épines, mais l'armature souvent assez faible. Élytres atteignant en général l'extrémité de l'abdomen, parfois raccourcis ou même lobi formes, chez les femelles surtout. Souvent les mâles ont des fossettes glandulaires sur l'abdomen, leur plaque sous-génitale est asymétrique, à un seul style ou deux styles très inégaux. (**Chopard, 1951**)

Notre travail au cours d'une période de deux ans et demi (Aout 2017 à Mars 2020) au niveau de la forêt de Chelia qui est encore considéré comme un environnement vierge pour l'étude de l'entomofaune (peu d'inventaires sont effectués sur la diversité entomologique) a montré l'existence de sept espèces (*Dziriblatta nigrivintris*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Loboptera angulata*, *Loboptera alluaudi* et *Phyllodromica .sp*) qui appartiennent à une même famille (Ectobiidae) et au trois genres différents (*Loboptera*, *Dziriblatta* et *Phyllodromica*), des genres sont déjà bien connus au niveau de l'Afrique du nord (**Chopard, 1943 ; 1951**)

Cinq espèces parmi les espèces inventoriées cas de *Dziriblatta nigrivintris*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata* et, *Loboptera angulata* sont déjà signalées et notées par différents chercheurs au niveau des forêts algériennes qui sont connues déjà par une richesse totale de onze espèces . Deux espèces sont inventoriées de la première fois dans notre forêt c'est le cas de (*Loboptera alluaudi* et *Phyllodromica .sp*)

Le genre *Phyllodromica* se répartit sur trois continents : l'Europe, l'Asie et l'Afrique dans sa partie nord (**PRINCIS ,1971**), il regroupe les espèces de petite taille aux élytres réduites et coriaces chez les deux sexes, les mâles se caractérisent par la présence d'une fossette glandulaire sur le septième segment abdominal et par une plaque sous- génitale plus ou moins asymétrique (**MAUREL, 2012**). Il est représenté en Afrique du nord par quelques espèces bien caractérisées

Le genre *phyllodromica* en Algérie a été signalé par deux espèces (*Ph.zebra*, *Ph.trivittata*) dans les pinèdes de Laghouat et Djelfa (**Masna, 2016**) et quatre espèces (*Ph.zebra*, *Ph.trivittata*, *Ph.cincticollis*. *Ph.subaptera*) dans la région e Batna notamment dans le parc national de Belzema (**Azoui. 2017**)

Dans notre inventaire le genre *Phyllodromica* est représenté par trois espèces (*Ph.zebra*, *Ph.trivittata*, *Ph.sp*) dont la plus abondante est *Ph. zebra*, Elle est de couleur noire brillante rayée en blanc de petite taille mesure entre (4 à 4,5 mm de long) (Tab. 3).

Ph.trivittata représente la deuxième espèce de genre *Phyllodromica* que nous avons inventorié, elle est caractérisée par une couleur jaunâtre, brillante, avec trois bandes longitudinales noires (Tab 3). Notre étude a confirmé les recherches précédentes que cette espèce caractérisée par une seule génération qui active seulement dans la saison estivale

Le genre *Dziriblatia* (**Chopard, 1937**) se trouve dans les régions arides, sous les pierres. Il répartit au nord de l'Afrique (au Maroc surtout), en Espagne et au Portugal, Il est caractérisé par des élytres latéraux et lobi formes dans les deux sexes. (**Chopard, 1943**). Ce genre en Algérie connue par une fortes différences de coloration entre le mâle (foncé) et la femelle (clair), de plus bien caractérisé par la structure unique de la glande T7 mâle.(**Bohn,2019**), Il représente le genre le plus abondant dans notre forêt en termes d'individu, il est représenté par deux espèces *Dziriblatia nigriventris*, *Dziriblatia stenoptera* et sont les deux espèces de ce genre qui sont inventoriées en Algérie notamment dans les pinèdes semi-arides El-Khnegue à Aflou et Sénalba-Chergui de la région de Laghouat, Djelfa et dans la région de Batna (Parc national de Belezma) (**Masna,2016 ;Hadjouli,2022 ;Azoui,2017**) mais avec une abondance moins que dans notre forêt.

Dziriblatia nigriventris mesure 8 mm de long (**Chopard, 1936,1943**) la coloration. Semblable chez les deux sexes; couleur de fond jaunâtre, nota thoracique avec des tailles et des formes variées taches sombres, souvent fusionnées à des marques allongées plus grandes, sur le pronotum en une sorte de motif lyrique, sur méso- et metanotum à bandes longitudinales de forme irrégulière ; abdomen relativement sombre, tergites en avant de la transversale crête généralement complètement sombre, zone sombre s'étendant jusqu'à sept positions dans le champ postérieur comme plus ou moins taches largement triangulaires, surface restante avec des taches similaires à celles de la nota thoracique ; sternites plutôt sombres, avec marges latérales jaunâtres (**Bohn, 2019**). Elytres de 1.2 mm presque entièrement jaunâtres translucides, présentant seulement quelques veines blanchâtres près du bord interne ; bord externe droit, bord interne légèrement convexe, apex subaigu (**Chopard, 1936**)

Dziriblatia stenoptera mesure entre 6 et 7 mm, à coloration noirâtre avec des taches grises, des élytres lobi formes et une tête noire (Tab. 3).

En ce qui concerne le troisième genre inventorié: Le genre *Loboptera* se rencontre principalement en Afrique, en Australie, en Amérique du Sud et dans la région méditerranéenne. (**Chopard, 1951**). Il est cosmopolite et appartient aux Pseudomopinae, il vit dans les feuilles mortes, sous les pierres et dans les endroits un peu humides. Il se distingue par la présence des élytres latéraux et lobi formes dans les deux sexes. La plaque sur anale, presque toujours, triangulaire et elle est courte chez les femelles, alors que la plaque sous-génitale du mâle est transverse sans style (**Chopard, 1943 ; 1951**).

En Algérie ce genre est représenté par trois espèces *L.decipiens* (**Bonett & Finot, 1885**) qui se retrouve presque partout, surtout dans les régions côtières (Oran, Tlemcen, Saïda, Hammam Meskhoutine, Blida, Biskra et l'Edough à Annaba). L'espèce a été signalée, aussi, dans les travaux de (**Cherairia ,2004 et Bouachria, 2005**), (**Benia, 2010 et Habbachi ,2013**). On la trouve aussi au niveau des pinèdes de la région aride de Djelfa (**Masna, 2016**). Elle est caractérisée par un corps noir brillant avec une bande blanche ou jaunâtre sur les côtés. Les pattes et les cerques sont bruns roux et les élytres sont latéraux lobiformes et étroits, la région de Djelfa a connue aussi la présence de la deuxième espèce de ce genre, c'est l'espèce *Loboptera ovolobata* (**Masna et al. 2014**). Elle est caractérisée par un corps noir brillant dépourvu de la bordure blanche et par des élytres courts, lobi formes et de couleur noire, Cette espèce est connue comme une espèce endémique du Maroc (**Boht ,1991**)

Alors que la troisième espèce *Loboptera angulata* a été signalée dans différentes forêts du parc national de Belzema dans la région de Batna (**Azoui ,2017**). C'est une espèce de petite taille mesurant 7-10 mm de couleur noir brillant, dont les élytres latéraux squamiformes; ailes nulles. Fémurs très épineux (Tab 3) et elle est aussi parmi les deux espèces de *loboptera* que nous avons identifié dans notre inventaire mais avec une dominance moindre par rapport au parc national de Belzema

Dans notre inventaire une nouvelle espèce de genre *Loboptera* a été identifiée il s'agit de *Loboptera alluaudi* elle a la même taille avec *Loboptera angulata* de couleur roux clair uniforme (Tab. 3), Cette espèce et comme *Loboptera ovolobata*, elle est endémique du Maroc (**Boht ,1991**).

Retour aux travaux précédents sur la répartition des blattes forestières nous concluons que ces derniers peuvent coloniser des différents types de forêts (Pinèdes, Cédraies, chênaies, Subéraies, forêts d'Eucalyptus...etc.). Mais cette distribution varie d'une forêt à l'autre. Ceci est contrôlé par plusieurs facteurs comme 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) ainsi que Cette différence d'abondance peut être liée à l'état des forêts et la nature de climat surtout (Masna,2016)

La composition de la faune Blattoptère peut varier d'une région à une autre du globe et la convenance de l'habitat dépend de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (Rust et al. 1995). 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), et les travaux de (Azoui, 2017) a confirmé que L'humidité et le pH de la litière ces deux facteurs déterminant la distribution des abondances des blattes dans les forêts.

Dans notre inventaire le facteur principal déterminant la distribution des espèces est l'altitude. On voit que l'abondance de espèces et varie d'un site à l'autre, ou elle est élevée dans le site ou l'altitude était (1920m) et elle est diminué quand on monte ou on descend de ce niveau sans oublier le facteur saisonnier qui joue aussi un rôle important dans la répartition des espèces

Une étude de la dynamique mensuelle des blattes recensées dans nos parcelles d'étude montre que chaque espèce a sa propre activité durant l'année ou on remarque une activité annuelle pour certaines espèces cas de (*D.nigrivintris*, *D.stenopera*, *L. angulata* *P.zebra*), tandis que certaine n'apparaissent que pendant la saison d'été et quelques fois le début de l'automne il s'agit de *Ph. trivittata* comme nous avons confirmé dans le site 2 ou elle supporte les températures élevées, Ce qui confirme que les températures basses et élevée sont parmi les facteurs limitant chez ces insectes, et d'autres leur activité reste instable et difficile à déterminer cas de *L. alluaudi* et *Ph.sp* en raison de de leur effectif réduit.

Les femelles de la plupart des espèces d'insectes sont beaucoup plus élevées que les mâles (Blanckenhorn, 2005) et notre inventaire a confirmé ça ou le nombre des femelles récoltées est plus élevé par rapport aux mâles avec un taux de 60% face aux 40% des mâles

En ce qui concerne les indices écologiques de composition et de structure calculées pour étudier la structure de la population Blattoptère récoltée a montré que l'espèce *Dziriblatia nigrivintris* est la plus dominante, où elle représente des fréquences centésimales maximales plus de 50% au niveau des trois sites étudiés cela peut confirmer que cette espèce à trouver les conditions favorables comme les caractéristiques de la végétation, les attributs de la litière et les paramètres climatiques (Schal et al. 2008) pour survivre et se reproduire dans ce milieu, tandis que *loboptera alluaudi* représente la fréquence centésimale la moins faible ou elle moins de 1% dans les trois sites, La fréquence des autres espèce varie d'une espèce à l'autre. Les calculs de la constance nous a permis aussi de signaler que l'activité de *Dziriblatia nigrivintris* est constante au niveau de la forêt de *Chelia*, par contre les restes des espèces présentent des activités varient selon les parcelles étudiées à l'exception de *loboptera alluaudi* qui reste une espèce avec une activité rare , 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) ainsi que la disponibilité en eau, c'est-à-dire l'humidité du biotope, stimule la croissance des populations de blattes (Boyer, 2004). L'indice de shannon calculée montre que les trois sites possèdent des valeurs de diversité proches avec une préférence de site 2 avec $H'=1.33$ tandis que le site 3 est le site le plus équilibré avec $E=0.72$, l'équitabilité dépend à la fois de la richesse spécifique S et de la répartition des effectifs entre les diverses espèces (Barbault, 1981) tandis que, l'indice de diversité est grand si les espèces sont représentées par un nombre comparable des individus (Favet, 1981).

4.2 Comportement alimentaire de *L. angulata*

Les insectes forestiers sont les principaux agents de mortalité et de changement des écosystèmes dans les forêts du monde entier, le climat a été attribué comme un moteur important des changements des régimes de perturbation médiés par les insectes forestiers. La mortalité des arbres à grande échelle résultant de la sécheresse, des incendies et/ou des épidémies d'insectes peut entraîner une perte de puits de carbone et avoir des répercussions sur le changement climatique, avec de graves conséquences pour la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes (Pureswaran, et al , A. 2018)

La nourriture est une source essentielle de nutriments et un facteur externe important dans la survie des insectes. (Chang, 2015; Yang et al. 2016) Elle joue un rôle important dans

le cycle biologique des insectes, d'autant plus que la reproduction est influencée par la qualité et la quantité de nourriture (**Fischer et al. 2004**). Le manque de cette dernière pendant de longues périodes affecte la croissance et la reproduction des insectes et peut même entraîner la mort (**Chang, 2015; Yang et al. 2016**). Les situations difficiles sur le plan nutritionnel dans les environnements ont fait évoluer les insectes avec diverses réponses adaptatives pour résister aux périodes de pénurie alimentaire. (**Zhang, D. W., Xiao, Z. et al. 2019**)

Les plantes, les insectes et leurs interactions écologiques ont été des éléments clés des écosystèmes terrestres mondiaux tout au long des temps géologiques. (**McCoy, V. E., Gee, C. et al. 2022**). Et la décomposition des plantes est une composante essentielle des écosystèmes forestiers. Les cafards mangeurs de bois sont responsables de la décomposition des bûches pourries (**Osaki, 2022**).

Certains aspects comportementaux sont communs chez les mammifères et les insectes qui sont médiés par des signaux chimiques tels que le marquage du territoire de la vie en famille et la reconnaissance des individus des membres du groupe (**Shafi, 2022**).

Les insectes ont développé un système olfactif extraordinairement sophistiqué pour accomplir de nombreux comportements essentiels, tels que trouver des partenaires, chercher de la nourriture, et éviter les prédateurs (**He, Peng, et al. 2021**), et l'odeur reste l'un des signaux les plus importants pour la recherche de nourriture (**Zjadic, et al, 2022**). L'odeur indique non seulement la direction vers une source de nourriture, mais aussi sa qualité et son type, conduisant à une exploitation plus efficace d'aliments de grande valeur ou comblant une lacune nutritionnelle, lorsque l'animal a le choix. (**Zjadic, et al, 2022**).

Chez les insectes, la stimulation chimiosensorielle se produit dans divers organes récepteurs via un bombardement constant de signaux chimiques, qui déclenche la capacité des insectes à détecter, discriminer et distinguer d'innombrables molécules comme dodes. Les organes récepteurs des insectes comprennent les antennes, les pièces buccales et les ovipositeurs. Ces récepteurs chimiosensoriels sont sensibles même à quelques molécules de substances sémiochimiques spécifiques (**Rivault C, et al 1998**).

Le processus olfactif général se produit dans les sensilles et se déroule comme suit : premièrement, lorsque les molécules odorantes pénètrent dans la sensille type dans la lumière des sensilles par les pores de la supportticulesé auxines de certains auxiliaires / la liaison aux

protéines odorantes (PBP/ OBP) s'y lie, et le complexe signal-PBP/OBP est alors soit passé ou transporté vers le neurone chimiosensoriel correspondant, où il se lie à un protéines réceptricesiques OR sits olféfés (dans la membrane neuronale. **(He, Peng, et al. 2021)**)

Cependant, lorsque les molécules odorantes activent avec succès les récepteurs, elles doivent être inactivées et rapidement éliminées par les enzymes dégradant les odeurs (ODE), permettant la récupération de la sensibilité du système olfactif et le démarrage des prochaines nouvelles réponses potentielles. **(Leal, 2013; Younus et al. 2014)**

Les blattes sont des insectes omnivores qui peuvent manger de tout; toutefois elles semblent préférer les hydrates de carbone (amidon et sucre) aux protéines et au gras. Dans la nature, les blattes forestières jouent un important rôle de décomposeurs. Elles participent au recyclage rapide de la matière organique en se nourrissant de végétaux, mais elles ne causent habituellement pas de dommages **(Gordon, 1996)**. Et la sélection des plantes par les insectes polyphages consiste en une séquence comportementale en réponse à un ou plusieurs stimuli associés à une plante hôte ou à une plante non hôte **(Staedler, 1976)**.

Dans notre laboratoire on a essayé d'étudier le comportement alimentaire chez la blatte forestière *Loboptera angulatta* face aux trois différents extraits de feuilles fraîches extraites par l'hexane (solvants organiques apolaire) de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), cèdre (*Cedrus atlantica*) et chêne vert (*Quercus ilex*)

Le cèdre est un arbre emblématique de la forêt méditerranéenne **(Karam, M. J., Aouad, et al. 2019)**. Il est de grand taille il est susceptible de dépasser le 50 m de hauteur et atteindre les 3 m de circonférence **(Gaussen 1967)**, Les aiguilles longues de 1 à 2 cm rigides à apex aigu persistantes et en rosette sont isolées sur les jeunes rameaux longs et sur les pousses de l'année **(Boudy, 1950 ; Toth, 1971)**.

Le pin d'Alep est une espèce du genre *Pinus* (sous-groupe *halepensis*). C'est un arbre à feuillage persistant, environ 20 à 30 m de haut, souvent penché et peu droit, avec une cime pâle, écrasée et irrégulière. Plusieurs études ont révélé des vitamines, des traces éléments, métabolites primaires et secondaires doté d'activités biologiques intéressantes dans les différentes parties de *Pinus halepensis* **(Masna ., et al . 2021)**

Chêne vert : (*Quercus ilex*) est un arbre de moyenne dimension, de 5 à 10 mètres de haut, mais qui peut atteindre 20 mètres en milieu humide. Il est micro à mésophanérophyte. Il

présente un tronc unique, trapu, tortueux et robuste, à écorce finement fissurée, de couleur brun grisâtre et qui apparaît sous forme de petits carrés. Les feuilles sont alternes, coriaces, petites (3 à 8 cm de long, 1 à 3 cm de large), de forme variable. Elles peuvent être entières, dentées ou épineuses, elliptiques, lancéolées, arrondies. (**Benia, 2018**).

Nos résultats montrent que tous les extraits sont attractifs pour les individus de *Loboptera angulata* quelle que soit le stade phyllogénétique de l'espèce (Larve ou adulte). Mais cette attractivité varie selon le type de l'extrait (Pin d'Alep, cèdre ou chêne vert) ainsi que le stade de développement, dont les adultes sont les plus attirés par rapport aux larves en termes de nombre et de temps de détection de l'odeur et le temps exploité pour arriver à la source d'extrait de feuille de l'espèce utilisée, le comportement de recherche alimentaire varie en fonction du stade des larves chez les Lépidoptères, comme les chenilles de *Lymantria dispar* (**Ouakid, 2006 ; Fraval, 1989**).

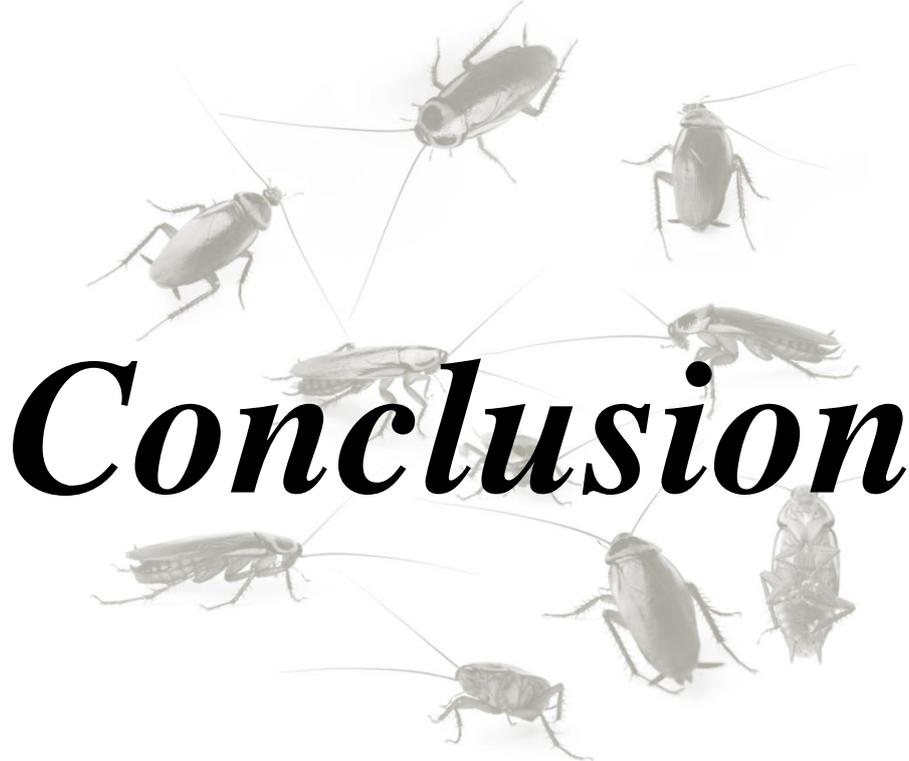
Ceci pourrait s'expliquer que les organes sensoriels des adultes sont plus développés par rapport aux larves,

Dans l'étude faite par (**Habbachi, 2013**) sur le comportement de *L. decipiens* la détection des odeurs des extraits des feuilles d'eucalyptus se fait également en fonction du stade de développement de *L. decipiens* et de l'état des feuilles extraites. Ainsi, les adultes sont plus attirés que les jeunes larves par des extraits de feuilles fraîches. L'attraction lointaine des individus par extraits de feuilles d'hexane suggère que l'actif les molécules doit être plus ou moins apolaire. Nos résultats montrent aussi que les adultes sont significativement plus attirés par l'extrait de cèdre suivi par l'extrait de pin d'Alep et enfin de chêne vert.

Ceci pourrait s'expliquer aussi que les récepteurs chimiosensoriels chez l'espèce *Loboptera angulata* sont sensibles aux molécules de substances semi-chimiques de cèdre.

Tandis que l'étude menée par (**Masna et al. 2021**) sur le comportement alimentaire de deux espèces *L. decipiens* et *L. ovobolata* montre que la concentration des extraits ou le temps a conduit à la l'extraction d'autres substances ont un effet sur l'attractivité dont les individus des deux espèces testés étaient significativement plus attirés aux extraits hexaniques 30 min des feuilles du Pin d'Alep comparé à l'extrait de 15 min et ceci s'applique aux larves et aux adultes, une autre étude a confirmé l'étude précédente a mené par (**Halfaoui, 2010**) qui rapporte que les différentes étapes de *L. decipiens* sont plus attirés par l'hexane extrait.

d'aliments (pomme fraîche, pomme pourrie, biscuit à la vanille, etc.) et extraits du 30 min glands de chêne-liège. L'attraction lointaine de particuliers par les extraits hexaniques de chêne-liège laisse supposer que les molécules actives doit être plus ou moins apolaire.



Conclusion

5 CONCLUSION

L'inventaire effectuée sur la faune Blattoptère dans la cédraie de Chelia (Aurès-est algérien) au niveau des trois sites sélectionnés en fonction d'altitude durant une période de deux ans et demi par la technique de la chasse à vue, nous a permis d'identifier sept espèces de blattes forestières : *Loboptera angulata*, *Loboptera alluaudi*, *Dziriblatta.nigrivintris*, *Dziriblatta stenoptera*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Phyllodromica.sp*, qui sont toutes récoltées sous les feuilles et dans l'humus des sites étudiés.

Dont les espèces de genre *Dziriblatta* sont les plus dominantes en termes d'individus notamment *Dziriblatta.nigrivintris*, qui enregistre le taux le plus élevé où elle dépasse le seuil de 70%, et elle est classée comme une espèce constante dans les trois sites

La composition et la répartition des espèces dans les trois sites étudiés varient en fonction d'altitude et selon le facteur saisonnier, ou la richesse totale était similaire dans les S1 et S2 ou elle est présentée par sept espèces tandis qu'elle était de six espèces dans le S3

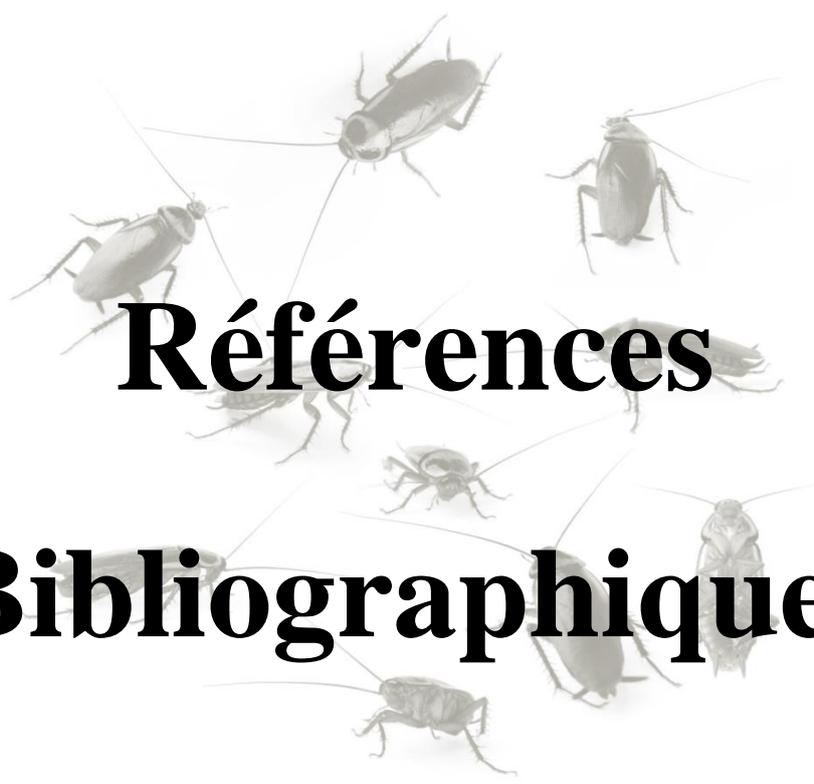
Les espèces *Dziriblatta.nigrivintris*, *Dziriblatta stenoptera*, *Loboptera angulata*, *Phyllodromica zebra* ont une activité annuelle par rapport à l'espèce *Phyllodromica trivittata* qui n'apparaît que dans la saison estival et des fois le début de l'automne, tandis que les deux espèces *Loboptera alluaudi* et *Phyllodromic sp* montrent une activité mal connu en raison de leur effectif réduit

L'étude a mené sur le comportement alimentaire chez vingt larves de stade (L3 ,L4) et vingt adultes de l'espèce *Loboptera angulata* face aux extraits hexaniques (extrait aqueux apolaire) de feuilles de pin d'Alep (*Pinus alpeensis*), cèdre (*Cedrus atlantica*) et chêne vert (*Quercus ilex*) a l'aide d' un olfactomètres bidirectionnels a montré que les trois extraits utilisés sont attractifs pour les individus testés quelle que soit leur stade de développement

L'attractivité des différents individus testés varie selon le stade de développement et selon le type d'extrait utilisé dont les adultes sont les plus attractifs par rapport aux larves

Les adultes sont plus significatifs à l'extrait de cèdre puis du pin d'Alep et moins pour l'extrait de chêne vert

Ceci peut s'expliquer que les organes sensoriels des adultes sont plus développés que ceux des larves et les récepteurs chimiosensoriels chez l'espèce *Loboptera angulata* sont sensibles aux molécules de substances sémio chimiques de cèdre.

A collection of approximately ten cockroaches of various sizes and orientations is scattered across the page, primarily behind the main title. They are rendered in a light, semi-transparent grey color, making them subtle background elements.

Références Bibliographiques

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

« A »

Abdessemed, K. (1981). The Atlas cedar (*Cedrus atlantica*. Manetti) in the massifs of Aurès and Belezma - Phytosociological study – Problems of conservation and management. Thesis of Doctor - Engineer, University of Law of Economy and Sciences of Aix-Marseille., 201 p.

Appel, A. (1991). Water relations and thermal sensitivity of several cockroach species (Dictyoptera: Blattidae and Blaberidae). Comparative biochemistry and physiology: A:Comparative physiology, 353.

Arigue, S. F., Adler, P. H., Belqat, B., Bebba, N., & Arab, A. (2016) - Biodiversité des mouches noires (Diptera: Simuliidae) et qualité physicochimique des eaux du bassin versant de l'oued El Haï (Aurès-Algérie) [Biodiversity of the Black Flies (Diptera: Simuliidae) and physicochemical quality of watercourses of the oued El Haï basin (Aures-Algeria)]. J. Mater. Environ. Sci. 7 (12) 4839-4849

AZOU, I. (2017). Inventaire de la faune blattoptère urbaine et forestière dans la région de Batna avec caractérisation des principales espèces d'intérêt et essais de lutte (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).

« B »

Barbault, R. (1981). Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris. 200 p.

Bebba, N., El Alami, M., Arigue, S. F., & Arab, A., 2015 - Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algerie). J. Mater.Environ. Sci. 6 (4) 1164-1177

Bechly, G. (2007). 11.8 'Blattaria': cockroaches and roachoids. The Crato fossil beds of Brazil: Window into an ancient world, 239-249.)

- Beghami, Y., Kalla, M., Thinon, M., & Benmessaoud, H. (2012).** Spatiotemporal Dynamics of Forest and Mountain Formations in Aurès Area, Algeria. *Journal of Life Sciences*, 6(6), 663.
- Baghami, Y. (2013).** Écologie et dynamique de la végétation de l'Aurès [Thèse de doctorat en Sciences agronomiques]. Biskra: Université Mohammed Khider pp77.
- Beloula, A. (2008).** Inventaire floristique et Faunistique au niveau des Falaises (Escarpement Rocheux)- Parc National de Belezma.
- Belloula, N. (2011).** Etude expérimentale de l'influence de la typologie des cédraies sur la distribution des formes d'azotes dans certains sols du massif forestier du chelia (W. de Khenchela) (magister dissertation). Université Hadj Lakhdar. Batna
- Belloula, S., & Beghami, Y. (2018).** Assessment of the Dynamics of Atlas Cedar Decline (*Cedrus atlantica* Manetti) by Remote Sensing in the Aurès area, Algeria. *Arab World Geogr*, 21(2-3), 154-167.
- Belloula, S. (2020).** Caractérisation des facteurs écologiques influents sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (Doctoral dissertation, UB1).
- Benia, F. (2010).** Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex L.*) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus Représentatives. Thèse de doctorat d'état es- sciences en biologie animale. Univ. Ferhat abbas Sétif. 229 p
- Benia, F. (2018).** Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex L.*) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives (Doctoral dissertation).
- Benmessaoud, H., Kalla, M., & Dridi, H. (2009).** Evaluation de l'occupation des sols et désertification dans le Sud des Aurès (Algérie). M@ ppemonde 94.
- BENTOUATI, A. (2005) :** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis M.*) du massif d'Ouled Yakoub (Khenchela-Aurès). Thèse de Doctorat d'Etat. Faculté des Sciences Université de Batna. 131 pages

- BENTOUATI, A. (2008).** La situation du cèdre de l'Atlas en Algérie. Forêt méditerranéenne. Tome XIX, n03)
- Bentouati, A. (2008).** La situation du cèdre de l'Atlas en Algérie. Forêt Méditerranéenne, 29 (2) : 203208.
- Benyacoub, S. (1993).** Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord Est Algérien). Thèse de Doctorat. Université de Bourgogne, Dijon. 273 p.
- BERKANE, A., et YEHIAOUI, A. (2007).** L'érosion dans les Aurès. Article scientifique: Sécheresse18 (3): 213- 216
- Blanckenhorn, W.U. (2005).** Behavioral causes and consequences of sexual sizedimorphism. Ethology, 111: 977–1016.
- Bohn, H. (1991).** Revision of the *Loboptera* species of Morocco (Blattaria: Blattellidae: Blattellinae). Insect Systematics & Evolution, 22(3), 251-295.
- Bohn, H. (2019).** Revision of the genus *Dziriblatta* Chopard, 1936 (Blattodea, Ectobiidae, Ectobiinae) from North Africa, Spain, and the Macaronesian islands. I. The nine subgenera of the genus. Zootaxa, 4610(1), zootaxa-4610.
- Bonett, E.D., & Finot, A. (1885).** Catalogue raisonné des Orthoptères de la régence de Tunis. Rev. Sc. Nat. Montpellier, pl. VII et XVI, VI: 193-232 et 333-367.
- Betina, S. I., & Harrat, A. (2018).** Analyse systématique et étude bio-écologique de la faune des acridiens (Orthoptera, Acridomorpha) de la région des Aurès, Batna, Algérie (Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- Bouachria, O. (2005).** Etude du cycle de développement de *Loboptera decipiens* (Dictyoptera : Blattellidae) dans les conditions contrôlées. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba (Algérie). 55 pp.
- Bouam, I., Necer, A., & Saoudi, M. (2017).** Highest altitudinal record of the ocellated lizard *Timon pater* (Lataste, 1880) (Squamata: Lacertidae). Herpetology notes, 10, 101-102.
- Boudy, P. (1950).** Economie forestière Nord-africaine : monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, T2.Pp : 529-619.

- Bouzekri, A., & Benmessaoud, H. (2014).** Study and diachronic analysis of changes of ground occupation in area of oriental Aures Algeria. *Analele Universitatii din Oradea-Seria Geografie*, Year XXIV, (2).
- Boyer, S. (2004).** Sélection de l'habitat chez les blattes introduites/ endémiques (Insectes : Dictyoptères). Exemple de Mayotte et La Réunion. PhD thesis, Rennes 1 University, Rennes, France.
- Brenner, R. J., & Kramer, R. D. (2019).** Cockroaches (Blattaria). In *Medical and Veterinary Entomology* (pp. 61-77). Academic Press.
- Brenner, R. J. (2019).** Cockroaches (Blattaria). In *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press., (pp. 61-77).
- Brossut, R. (1996).** Phéromones : La communication chimique chez les animaux. Ed. CNRS. Paris. 137 pp.
- Busson, H. (1900, January).** Les vallées de l'Aurès. In *Annales de Géographie* (Vol. 9, No. 43, pp. 43-55). Armand Colin.

« C »

- Calisto, V., & Piñeiro, G. (2019).** A large cockroach from the mesosaur-bearing Konservat-Lagerstätte (Mangrullo Formation), Late Paleozoic of Uruguay. *PeerJ*, 7, e6289.
- Chang, J. H. (2015).** Calculation and comparison of evaluation indexes of insect hunger resistance ability—Taking the calculation of hunger resistance of *Nilaparvata lugens* at different ages as an example. *Jiangsu Agric. Sci.* 43, 129–131. doi: 10.15889/j.issn.1002-1302.2015.04.046
- Chaumont & Paquin. (1971)** -Carte pluviométrique de l'Algérie, (moyenne 1913-1963), 1/500 000, 4 planches, Alger.
- Chenchouni, H. (2010).** Statuts de protection et de conservation des oiseaux recensés dans les Aurès et ses alentours (nord-est Algérien). *Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides*, Ouargla University, Algeria, 56-75.IV, (2).

- Cherairia, M. (2004).** Les blattes dans l'est algérien (Guelma) inventaire, biométrie et biotypologie. Mémoire de Magistère. Université de Annaba (Algérie). 139 p
- Chirio, L., & Blanc, C.P.(1997).** Statut et distribution des reptiles dans le massif de l'Aurès (Algérie), *Journal of African Zoology*, 111(3), pp.205-233.
- Chopard, L. (1936).** b. Contribution à l'étude de la faune des Orthoptères du Maroc. *Bull. Soc. Hist. Nat. Maroc*, XVI, p 151-179.
- Chopard, L. (1937).** Les Dermaptères et Orthoptères de Madère. 20 p.
- Chopard, L. (1940).** Contribution à l'étude de la faune des Orthoptères du Nord de l'Arique. *Ann. Soc. Ent. Fr.* CIX, 155-169.
- 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. (1951).** Orthoptéroïdes. Faune de France 56. Office central de faunistique. 358 pp.

« **D** »

- Dajoz, R. (1971).** Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 434 p.
- Dajoz, R. (1985).** Précis d'écologie. 5eme édition Dunod Université, Paris, 505 p.
- Dajoz, R. (2006).** Précis d'Ecologie. 8e ed. Paris : Dunod. DeFoliart GR. 1997. An overview of the role of edible insects in preserving biodiversity. *Ecology of Food Nutrition*. 36:109– 132.
- D'AGOSTINO, R., JACOB, J. C., & LUX, T. (2021).** Les criquets" à ailes rouges"(Insecta, Orthoptera, Acrididae) en Alsace: statut, répartition et écologie.
- Dreux.1980.** Précis d'écologie. Ed. Presses universitaire de France, paris.231p.

« **E** »

- Evangelista, D., Sormani, C., Estrada, J. C., & van der Wart, F.** Catalogue of Blattaria (Insecta) from Brazil.

« F »

- Fatiha, M., Siham, B., Saliha, B., Zakaria, H., Yagoub, A. A., Sara, H., & Wafa, H. (2021).** STUDY OF FEEDING AND GREGARIOUS BEHAVIOR OF TWO SPECIES OF ECTOBIIDAE; *Loboptera decipiens* AND *Loboptera ovolobata* (BLATTODEA).
- Favet, C. (1981).** Communauté ripicole de la basse Durance. Thèse de zooécologie. Université Aix-Marseille III, 377 p.
- Fischer, K., O'Brien, D. M., and Boggs, C. L. (2004).** Allocation of larval and adult resources to reproduction in a fruit-feeding butterfly. *Funct. Ecol.* 18, 656–663. doi: 10.1111/j.0269-8463.2004.00892.x
- Fraival, A. (1989).** *Lymantria dispar*. Actes Editions, Rabat, Maroc, 220 pp.

« G »

- Gaussen, H., Legris, P., Blasco, F., & Barry, J.P. (1967).** Bioclimats du sud-est asiatique. Éditeur non identifié
- Grandcolas, P., Deleporte P. (1996).** The origin of Protistan symbionts in termites and cockroaches: à phylogenetic analysis. *Cladistics* 12:93-98
- 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.
- Gouat, P., et Gouat, J. (1983).** L'habitat du goundi (*Ctenodactylus gundi*) dans le massif de l'aures (algérie). *Mammalia* ; t. 47n° 4 ,227-238.
- Grandcolas, P. (1998).** The evolutionary interplay of social behaviour, resource use and antipredator behavior in Zetoborinae, Blaberinae, Gyninae and Diplopterinae cockroaches: à phylogenetic analysis. *Cladistics*, 14 : 117-127.
- Grandcolas, P. (1999).** Reconstructing the past of *Cryptocercus* (Blattaria: Polyphagidae): Phylogenetic histories and stories. *Annals of the Entomological Society of America* 92:303-7

GRIMALDI, D.; ENGEL, M.S. (2005). Evolution of the Insects. New York, Cambridge University Press, 755 p. (Cambridge Evolution Series No. 1).

Guillaumin, M., Renoux J., Stockman R. (1969). La blatte : *Blabera fusca* Br. Edition Doin 1. Paris. Vol I : 67 pp.

GTZ. (1982). Bureau d'étude allemand

« **H** »

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.

Hanski I., 1991. The dung insect community. In: Hanski, I., Cambefort, Y. (Eds.), *Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 481pp

Hedjouli, Z., Habbachi, W., Masna, F., Benhissen, S., Habbachi, S., Asloum, A. Y., & Tahraoui, A. (2021). Abundance and distribution of the forest cockroaches in different algerian ecosystems. *Journal of Bioresource Management*, 8(3), 7.

Halfaoui, ZN. (2010). Study of two species of Blattellidae *Loboptera decipiens* and *Blattella germanica* (L.): Development cycle and feeding behavior. Memory of the Ministry. University of Annaba (Algeria). 72.

He, P., Ma, Y. F., Wang, M. M., Wang, H., Dewar, Y., Abd El-Ghany, N. M., ... & He, M. (2021). Silencing the odorant coreceptor (Orco) disrupts sex pheromonal communication and feeding responses in *Blattella germanica*: Toward an alternative target for controlling insect-transmitted human diseases. *Pest Management Science*, 77(4), 1674-1682.

Hiba, D. A. A. S., Adjami, Y., Ghanem, R., Viñolas, A., Ouakid, M., & Tahraoui, A. (2016). Coleoptera inventory in cork oak stands of North-Eastern Algeria. *Turkish Journal of Forestry*, 17, 11-17.

« **I** »

INRF, A. D. B. (2003). Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbres plus. Revue forestière française.

« **J** »

Jirage, R. (2018). What-do-cockroaches-eat. Available from:
<http://www.buzzle.com/articles/what-do-cockroacheseat.html>. Assessed 23 April, 2018.

Jolivet, P., Krishna KV. (2005). Fascinating Insects some aspects of insect life. Sofia : Pensoft.

« **K** »

Kambhampati, S. (2008). Cockroaches: Ecology, Behavior, and Natural History. William J. Bell, Louis M. Roth, and Christine A. Nalepa.

Karam, M. J., Aouad, M., Roig, A., Bile, A., Dagher-Kharrat, M. B., Klein, E. K., ... & Lefèvre, F. (2019). Characterizing the genetic diversity of Atlas cedar and phylogeny of Mediterranean Cedrus species with a new multiplex of 16 SSR markers. Tree Genetics & Genomes, 15(4), 1-12.

Kherchouche, D. (2013). Approches sylvicole et paléoécologique pour l'étude des facteurs de dépérissement et la répartition spatio-temporelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Man.) de l'Aurès (Doctoral dissertation, UB1).

Krebs, C. J. (1999). Ecology Methodology. 2nd ed. Californie : Addison-Wesley Educational Publishers.

Kumssa, B.D., Van Aarde R.J., Wassenaar T.D. (2004). The regeneration of soil microarthropod assemblages in 465 a rehabilitating coastal dune forest at RichardsBay, South Africa. African Journal of Ecology 42, 346–354.

« L »

- LAABED, A. (2002).** La gestion intégrée des aires protégées. L'exemple du parc national de Belezma. Thèse. 112 p.
- Laamari, M. (1986).** Aperçue sur la la faune à Oued El Biod dans la regions d'Arris en milieux agricoles et naturels. Mémoire d'ingénieur. Institut National Agronomique, El-harrach.
- Laamari, M. (1991).** Bioécologie de la faune de la forêt domaniale des Aurès. Mémoire de magistère. Institut National Agronomique. El-harrach.
- Laamari, M. (2004).** Etude éco-biologique des pucerons dans quelques localités de l'estAlgérien. Thèse de doctorat d'état en sciences agronomiques. I. N. A. EL-Harrach- Alger, 204 p.
- Lacoste, A., Salanon R. (1969).** Eléments de biogéographie et d'écologie. Paris, Nathan, coll. Fac. Géographie, 189 p
- Landin, B.O. (1961).** Ecological Studies on Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). Berlingska Boktryckeriet, Lund
- Liang, J. S. (2019).** Blattaria–Cockroaches. Rhythms of Insect Evolution: Evidence from the Jurassic and Cretaceous in Northern China, 91.92.

« M »

- Magurran, A.E. (2004).** Measuring Biological Diversity. Londres : Blackwell Publishing.
- Maiza, A., Kilani-Morakchi S., Rehamnia F., Bensbaa F., Aribi N. (2011).** Activité d'un biopesticide, le spinosad, chez *Blattella germanica* : effets sur divers biomarqueurs (LDH, GSH, MDA). Bull. Soc. Zool. Fr, 136 (1-4) : 189-204.
- 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 (Doctoral dissertation, Doctoral thesis. University of Annaba (Algeria). 153p).

MAUREL, J. P. (2012). Une nouvelle espèce de blatte découverte en France: *Phyllodromica danflousi* nov. sp. REVUE DE L'ASSOCIATION ROUSSILLONNAISE D'ENTOMOLOGIE, 14.

McCoy, V. E., Gee, C. T., Michalski, J. M., & Wings, O. (2022). Oldest fossil evidence of latex sabotaging behavior by herbivorous insects. Review of Palaeobotany and Palynology, 104631.

Meharzi, M. K. E. (2010). Forêts, géosystèmes et dynamique du milieu: le cas de l'Aurès. Thèse de doctorat d'État en Aménagement du Territoire, Option Géographie Physique, 258.

« N »

Noudjoud, M., Kamel, L., Francisco Javier, O & Pierre, R. (2017). Les Anthophores de la région des Aurès (nord-est de l'Algérie) (Hymenoptera : Apidae : Anthophorini). In Annales de la Société entomologique de France (N.S.) International Journal of Entomology ,2p.

« O »

Odibo, E.O., Egwunyenga, A.O. & Ojianwuna, C.C. (2019) Seasonal distribution of cockroaches' species in abraha, delta state, nigeria.

Osaki, H. (2022). Observable and efficient rearing system for wood-feeding cockroaches. Entomological Science, 25(1), e12495.

Ouakid, M.L. (2006). Bioécologie de *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) dans les subéraies d'El Tarf : comportement alimentaire et essais insecticides. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles. Université de Annaba (Algérie). 150 pp.

« P »

Princis, K. (1971). Orthopterorum Catalogus. Pars 14. Blattaria subordo Epilamproidea fam. Ectobiidae. Beier éditeur. 's-Gravenhage : 1040-1225.

Pureswaran, D. S., Roques, A., & Battisti, A. (2018). Forest insects and climate change. Current Forestry Reports, 4(2), 35-50.

« Q »

Qian, H. 2010. Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Paris : Lechevalier.

« R »

Ramade, F. (1984). Elément d'écologie (écologie fondamentale). Ed. McGraw-Hill. Paris. 397p.

Roth, L.M. (1985). A taxonomic revision of the genus *Blattella* Caudell (Dictyoptera, Blattaria: Blattellidae). Entomologica Scandinavica, Supplement. 22 : 1-221.

Rivault, C., Cloarec, A., Sreng, L. Cuticular extracts inducing aggregation in the German cockroach *Blattella germanica* (L.). J. Insect. Physiol. 1998;44:909-918

Rust, M.K., Owens, J.M., Reiersen, D.A. (1995). Understanding and Controlling the German Cocroache. New York Oxford. Oxford University Press., 430 pp.

« S »

Saoudi, M., Necer, A., Bouam, I., Khelfaoui, F., & Saadi, O. (2017). Daily activity, biometry and diet of the North African ocellated lizard *Timon pater* in Mount Chélia, north-eastern Algeria. African journal of herpetology, 66(1), 1-11.

Schal, C., Gautier, J. Y. et Bell, W. J. (2008). Behavioural ecology of cockroaches. Biol Rev., 59: 209– 254.

Schapheer, C., Lopez-Urbe, M. M., Vera, A., & Villagra, C. A. (2017). Distribution, habitat use and plant associations of *Moluchia brevipennis* (Saussure, 1864)

(Blattodea: Ectobiidae): an endemic cockroach from Chilean Mediterranean Matorral biome. *Revista Brasileira d'Entomologia*, 61(2), 114-122.

SCHNEIDER, J. (1983). Die Blattodea (Insecta) des Paläozoikums, Teil 1: Systematik, Ökologie und Biostratigraphie. *Freiberger Forschungshefte*, C382:106-145.

Serville, J.G.A. (1839). Histoire naturelle des insectes Orthoptères. Collection des suites a Buffon, Paris, xvii, 776p.

Shafi, T. A., Siddiqui, M. F., & Wani, A. A. (2022). Chemical Signaling in Bovines: Understanding the Behavior and Way of Communication. In *Bovine Science-Challenges and Advances*. IntechOpen.

Staedler. (1976). Sensory aspects of insect plant interactions. *Proc. XV Int. Congr. Entomol.* Washington D.C, 228-48

STEWART, P. (1969). Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique : Quelques réflexions. *Bull. doc. Ins. Nati. Agro, El-Harrach*. 111p.

Swift, M.J., Heal O.W., Anderson J.M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. University of California Press, Berkeley, California.

« **T** »

Tafer, M., Slimani, S., Kherchouche, D., Bekdouche, F., & Messaoudene, M. (2021) Extrêmes et croissance radiale de *Cedrus atlantica* (Manetti) dans les massifs du Belezma et du Chélia (Algérie).

TARAI, N. 2012. Etude de la faune entomologique de la région sud des Aurès (Doctoral dissertation).

TCHIBozo, S., & Braet, Y. (2004). Note préliminaire sur les insectes terrestres. *Bulletin S RBE/KB VE*, 140, 157-162.

Toht, J. (1971). Le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* en France). *Bulletin de la vulgarisation forestière*. N° 4.Pp : 5-19.

« V »

Vaillant, J., Derridj S. (1992). Statistic analysis of insect preference in tow-choiseJournal. Insect Behav. 5:773-781.

Vazirianzaden, B., Mehdinejad, M & Dehghani, R. (2009). Identification of bacteria which possible transmitted by *P. aegyptica* (Blattela: Blattideoa) in the region of Ahwaz, South Western, Iran, Jundispu. Journal of Microbiology, 2(1): 36-40

VRŠANSKÝ, P. (2002). Origin and evolution of mantises. AMBA projekty, 6(1):1-16.

« W »

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.

Wilson, F.O. (1987). The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates). Conservation Biology, 1(4), pp.344-346.

« Y »

Yekwayo, I., Pryke, J. S., Roets, F., & Samways, M. J. (2016). Surrounding vegetation matters for arthropods of small, natural patches of indigenous forest. Insect Conservation and Diversity, 9(3), 224-235..

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.

Younus, F., Chertemps, T., Pearce, SL., Pandey,G., Bozzolan, F., Coppin, CW., Russell, RJ., Maïbèche-Coisne, M., Oakeshott, JG. (2014) Insect Biochem Mol Biol. Oct; 53():30-43.

« **Z** »

- Zhang, D. W., Xiao, Z. J., Zeng, B. P., Li, K., & Tang, Y. L. (2019).** Insect behavior and physiological adaptation mechanisms under starvation stress. *Frontiers in physiology*, 10, 163.
- Zjadic, N., & Scholz, M. (2022).** The role of food odor in invertebrate foraging. *Genes, Brain and Behavior*, e12793.



Tableau des tests multi variés

Effet		Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Signification
Altitude	Trace de Pillai	,638	4,886	14,000	146,000	,000
	Lambda de Wilks	,420	5,579 ^b	14,000	144,000	,000
	Trace de Hotelling	1,240	6,289	14,000	142,000	,000
	Plus grande racine de Roy	1,115	11,631 ^c	7,000	73,000	,000
Saison	Trace de Pillai	1,446	9,830	21,000	222,000	,000
	Lambda de Wilks	,102	12,025	21,000	207,295	,000
	Trace de Hotelling	4,077	13,719	21,000	212,000	,000
	Plus grande racine de Roy	2,526	26,705 ^c	7,000	74,000	,000
Altitude * Saison	Trace de Pillai	1,178	2,687	42,000	462,000	,000
	Lambda de Wilks	,222	3,074	42,000	341,162	,000
	Trace de Hotelling	2,007	3,361	42,000	422,000	,000
	Plus grande racine de Roy	1,119	12,311 ^c	7,000	77,000	,000

Tableau des effets inter sujets

Source		Somme des carrés de type III	Ddl	Carré moyen	F	Signification
Altitude	<i>D.stenoptera</i>	605,253	2	302,627	4,674	,012
	<i>D.nigriventris</i>	3215,608	2	1607,804	9,845	,000
	<i>P.zebra</i>	141,881	2	70,940	5,356	,007
	<i>p.trivittata</i>	72,657	2	36,329	9,989	,000
	<i>L.angulata</i>	193,267	2	96,633	30,367	,000
	<i>L.alluaudi</i>	,279	2	,140	1,889	,158
	<i>P.sp</i>	,544	2	,272	,039	,962
Saison	<i>D.stenoptera</i>	3206,383	3	1068,794	16,508	,000
	<i>D.nigriventris</i>	8528,806	3	2842,935	17,408	,000
	<i>P.zebra</i>	1301,535	3	433,845	32,757	,000
	<i>p.trivittata</i>	248,915	3	82,972	22,813	,000
	<i>L.angulata</i>	196,378	3	65,459	20,570	,000
	<i>L.alluaudi</i>	,679	3	,226	3,066	,033
	<i>P.sp</i>	59,970	3	19,990	2,877	,041
Altitude * Saison	<i>D.stenoptera</i>	566,719	6	94,453	1,459	,203
	<i>D.nigriventris</i>	2595,113	6	432,519	2,648	,022
	<i>P.zebra</i>	142,517	6	23,753	1,793	,111
	<i>p.trivittata</i>	183,703	6	30,617	8,418	,000
	<i>L.angulata</i>	135,943	6	22,657	7,120	,000
	<i>L.alluaudi</i>	,959	6	,160	2,163	,055
	<i>P.sp</i>	51,807	6	8,635	1,242	,294

Comparaison multiples

Variable dépendante			Différence moyenne (I-J)	Erreur std.	Signification	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
<i>D.stenoptera</i>	2020m	1920m	-5,8333*	2,07758	,017	-10,7972	-,8694
		1820m	-4,5667	2,07758	,078	-9,5306	,3972
	1920m	2020m	5,8333*	2,07758	,017	,8694	10,7972
		1820m	1,2667	2,07758	,815	-3,6972	6,2306
	1820m	2020m	4,5667	2,07758	,078	-,3972	9,5306
		1920m	-1,2667	2,07758	,815	-6,2306	3,6972
<i>D.nigriventris</i>	2020m	1920m	-15,4000*	3,29966	,000	-23,2837	-7,5163
		1820m	-4,8333	3,29966	,313	-12,7171	3,0504
	1920m	2020m	15,4000*	3,29966	,000	7,5163	23,2837
		1820m	10,5667*	3,29966	,006	2,6829	18,4504
	1820m	2020m	4,8333	3,29966	,313	-3,0504	12,7171
		1920m	-10,5667*	3,29966	,006	-18,4504	-2,6829
<i>P.zebra</i>	2020m	1920m	-2,8333*	,93965	,010	-5,0784	-,5883
		1820m	-1,3000	,93965	,354	-3,5451	,9451
	1920m	2020m	2,8333*	,93965	,010	,5883	5,0784
		1820m	1,5333	,93965	,238	-,7117	3,7784
	1820m	2020m	1,3000	,93965	,354	-,9451	3,5451
		1920m	-1,5333	,93965	,238	-3,7784	,7117
<i>p.trivittata</i>	2020m	1920m	-2,0333*	,49241	,000	-3,2098	-,8568
		1820m	-,5333	,49241	,527	-1,7098	,6432
	1920m	2020m	2,0333*	,49241	,000	,8568	3,2098
		1820m	1,5000*	,49241	,009	,3235	2,6765
	1820m	2020m	,5333	,49241	,527	-,6432	1,7098
		1920m	-1,5000*	,49241	,009	-2,6765	-,3235
<i>L.angulata</i>	2020m	1920m	-3,0667*	,46059	,000	-4,1671	-1,9662
		1820m	-,7333	,46059	,255	-1,8338	,3671
	1920m	2020m	3,0667*	,46059	,000	1,9662	4,1671
		1820m	2,3333*	,46059	,000	1,2329	3,4338
	1820m	2020m	,7333	,46059	,255	-,3671	1,8338
		1920m	-2,3333*	,46059	,000	-3,4338	-1,2329
<i>L.alluaudi</i>	2020m	1920m	0,0000	,07018	1,000	-,1677	,1677
		1820m	,1000	,07018	,333	-,0677	,2677
	1920m	2020m	0,0000	,07018	1,000	-,1677	,1677
		1820m	,1000	,07018	,333	-,0677	,2677
	1820m	2020m	-,1000	,07018	,333	-,2677	,0677
		1920m	-,1000	,07018	,333	-,2677	,0677
P.sp	2020m	1920m	-,2667	,68066	,919	-1,8929	1,3596
		1820m	-,2000	,68066	,954	-1,8263	1,4263
	1920m	2020m	,2667	,68066	,919	-1,3596	1,8929
		1820m	,0667	,68066	,995	-1,5596	1,6929
	1820m	2020m	,2000	,68066	,954	-1,4263	1,8263
		1920m	-,0667	,68066	,995	-1,6929	1,5596

Comparaison multiples

Variable dépendante			Différence moyenne (I-J)	Erreur std.	Signification	Intervalle de confiance à 95 %		
						Borne inférieure	Borne supérieure	
<i>D.stenoptera</i>	hiver	Printemps	-9,3333 [*]	2,50892	,002	-15,9200	-2,7467	
		Eté	6,7381 [*]	2,40434	,032	,4260	13,0502	
		Automne	5,6481	2,25736	,067	-,2781	11,5744	
	printemps	Hiver	9,3333 [*]	2,50892	,002	2,7467	15,9200	
		Eté	16,0714 [*]	2,58458	,000	9,2861	22,8567	
		Automne	14,9815 [*]	2,44846	,000	8,5536	21,4094	
	été	Hiver	-6,7381 [*]	2,40434	,032	-13,0502	-,4260	
		Printemps	-16,0714 [*]	2,58458	,000	-22,8567	-9,2861	
		Automne	-1,0899	2,34117	,966	-7,2362	5,0563	
	automne	Hiver	-5,6481	2,25736	,067	-11,5744	,2781	
		Printemps	-14,9815 [*]	2,44846	,000	-21,4094	-8,5536	
		Eté	1,0899	2,34117	,966	-5,0563	7,2362	
	<i>D.nigriventris</i>	hiver	Printemps	9,6389	3,98471	,082	-,8221	20,0999
			Eté	27,2262 [*]	3,81861	,000	17,2012	37,2512
			Automne	14,1944 [*]	3,58519	,001	4,7823	23,6066
printemps		Hiver	-9,6389	3,98471	,082	-20,0999	,8221	
		Eté	17,5873 [*]	4,10488	,000	6,8108	28,3638	
		Automne	4,5556	3,88868	,647	-5,6534	14,7645	
été		Hiver	-27,2262 [*]	3,81861	,000	-37,2512	-17,2012	
		Printemps	-17,5873 [*]	4,10488	,000	-28,3638	-6,8108	
		Automne	-13,0317 [*]	3,71829	,004	-22,7933	-3,2701	
automne		Hiver	-14,1944 [*]	3,58519	,001	-23,6066	-4,7823	
		Printemps	-4,5556	3,88868	,647	-14,7645	5,6534	
		Eté	13,0317 [*]	3,71829	,004	3,2701	22,7933	
<i>P.zebra</i>		hiver	Printemps	-5,8889 [*]	1,13474	,000	-8,8679	-2,9099
			Eté	3,4286 [*]	1,08744	,012	,5737	6,2834
			Automne	4,3333 [*]	1,02096	,000	1,6530	7,0137
	printemps	Hiver	5,8889 [*]	1,13474	,000	2,9099	8,8679	
		été	9,3175 [*]	1,16896	,000	6,2486	12,3863	
		automne	10,2222 [*]	1,10739	,000	7,3150	13,1294	
	été	hiver	-3,4286 [*]	1,08744	,012	-6,2834	-,5737	
		printemps	-9,3175 [*]	1,16896	,000	-12,3863	-6,2486	
		automne	,9048	1,05887	,828	-1,8751	3,6846	
	automne	hiver	-4,3333 [*]	1,02096	,000	-7,0137	-1,6530	
		printemps	-10,2222 [*]	1,10739	,000	-13,1294	-7,3150	
		été	-,9048	1,05887	,828	-3,6846	1,8751	

p.trivittata	hiver	printemps	0,0000	,59464	1,000	-1,5611	1,5611
		été	-4,0000 [*]	,56985	,000	-5,4960	-2,5040
		automne	-,1852	,53502	,986	-1,5898	1,2194
	printemps	hiver	0,0000	,59464	1,000	-1,5611	1,5611
		été	-4,0000 [*]	,61257	,000	-5,6082	-2,3918
		automne	-,1852	,58031	,989	-1,7087	1,3383
	été	hiver	4,0000 [*]	,56985	,000	2,5040	5,4960
		printemps	4,0000 [*]	,61257	,000	2,3918	5,6082
		automne	3,8148 [*]	,55488	,000	2,3581	5,2715
	automne	hiver	,1852	,53502	,986	-1,2194	1,5898
		printemps	,1852	,58031	,989	-1,3383	1,7087
		été	-3,8148 [*]	,55488	,000	-5,2715	-2,3581
L.angulata	hiver	printemps	-2,9861 [*]	,55622	,000	-4,4464	-1,5259
		été	-,4940	,53303	,791	-1,8934	,9053
		automne	1,2361	,50045	,073	-,0777	2,5499
	printemps	hiver	2,9861 [*]	,55622	,000	1,5259	4,4464
		été	2,4921 [*]	,57299	,000	,9878	3,9963
		automne	4,2222 [*]	,54282	,000	2,7972	5,6473
	été	hiver	,4940	,53303	,791	-,9053	1,8934
		printemps	-2,4921 [*]	,57299	,000	-3,9963	-,9878
		automne	1,7302 [*]	,51903	,007	,3676	3,0928
	automne	hiver	-1,2361	,50045	,073	-2,5499	,0777
		printemps	-4,2222 [*]	,54282	,000	-5,6473	-2,7972
		été	-1,7302 [*]	,51903	,007	-3,0928	-,3676
L.alluaudi	hiver	printemps	-,2222	,08475	,050	-,4447	,0003
		été	-,0952	,08121	,646	-,3084	,1180
		automne	0,0000	,07625	1,000	-,2002	,2002
	printemps	hiver	,2222	,08475	,050	-,0003	,4447
		été	,1270	,08730	,470	-,1022	,3562
		automne	,2222 [*]	,08270	,043	,0051	,4393
	été	hiver	,0952	,08121	,646	-,1180	,3084
		printemps	-,1270	,08730	,470	-,3562	,1022
		automne	,0952	,07908	,626	-,1124	,3028
	automne	hiver	0,0000	,07625	1,000	-,2002	,2002
		printemps	-,2222 [*]	,08270	,043	-,4393	-,0051
		été	-,0952	,07908	,626	-,3028	,1124
P.sp	hiver	printemps	-1,5833	,82197	,226	-3,7413	,5746
		été	,7500	,78771	,777	-1,3180	2,8180
		automne	,3426	,73956	,967	-1,5990	2,2841
	printemps	hiver	1,5833	,82197	,226	-,5746	3,7413
		été	2,3333 [*]	,84676	,036	,1103	4,5563
		automne	1,9259	,80216	,085	-,1800	4,0318
	été	hiver	-,7500	,78771	,777	-2,8180	1,3180
		printemps	-2,3333 [*]	,84676	,036	-4,5563	-,1103
		automne	-,4074	,76701	,951	-2,4210	1,6062
	automne	hiver	-,3426	,73956	,967	-2,2841	1,5990
		printemps	-1,9259	,80216	,085	-4,0318	,1800
		été	,4074	,76701	,951	-1,6062	2,4210

Biodiversity of the Blattopteran Fauna in the Chelia Cedar Forest (the Aures - Eastern Algeria)

Nadia Aberkane

Laboratory of Improvement of Agricultural Productions and Protection of Resources in Arid Zones. University of Batna 1, Algeria., nadiabio@hotmail.com

Sarra Habbachi

Laboratory of Applied Neuroendocrinology. Department of Biology, Faculty of Sciences, University Badji Mokhtar Annaba 23000, Algeria., sarrahabbachi@yahoo.com

Wafa Habbachi

Laboratory of Applied Neuroendocrinology. Department of Biology, Faculty of Sciences, University Badji Mokhtar Annaba 23000, Algeria, habbachi.waffa@yahoo.fr

Nora Belkhiri

Laboratory of Improvement of Agricultural Productions and Protection of Resources in Arid Zones. University of Batna 1, Algeria., belkhirinora88@gmail.com

Naama Frah

Laboratory of Improvement of Agricultural Productions and Protection of Resources in Arid Zones. University of Batna 1, Algeria., naama08.f@gmail.com

Follow this and additional works at: <https://corescholar.libraries.wright.edu/jbm>



Part of the [Biodiversity Commons](#)

Recommended Citation

Aberkane, N., Habbachi, S., Habbachi, W., Belkhiri, N., & Frah, N. (2021). Biodiversity of the Blattopteran Fauna in the Chelia Cedar Forest (the Aures - Eastern Algeria), *Journal of Bioresource Management*, 8 (4). ISSN: 2309-3854 online

(Received: Jun 19, 2021; Accepted: Aug 6, 2021; Published: Dec 31, 2021)

This Article is brought to you for free and open access by CORE Scholar. It has been accepted for inclusion in Journal of Bioresource Management by an authorized editor of CORE Scholar. For more information, please contact library-corescholar@wright.edu.

Biodiversity of the Blattopteran Fauna in the Chelia Cedar Forest (the Aures - Eastern Algeria)

© Copyrights of all the papers published in Journal of Bioresource Management are with its publisher, Center for Bioresource Research (CBR) Islamabad, Pakistan. This permits anyone to copy, redistribute, remix, transmit and adapt the work for non-commercial purposes provided the original work and source is appropriately cited. Journal of Bioresource Management does not grant you any other rights in relation to this website or the material on this website. In other words, all other rights are reserved. For the avoidance of doubt, you must not adapt, edit, change, transform, publish, republish, distribute, redistribute, broadcast, rebroadcast or show or play in public this website or the material on this website (in any form or media) without appropriately and conspicuously citing the original work and source or Journal of Bioresource Management's prior written permission.

BIODIVERSITY OF THE BLATTOPTERAN FAUNA IN THE CHELIA CEDAR FOREST (THE AURES - EASTERN ALGERIA)

NADIA ABERKANE¹, SARRA HABBACHI², Wafa HABBACHI², NORA BELKHIRI¹ AND NAAMA FRAH¹

¹Laboratory of Improvement of Agricultural Productions and Protection of Resources in Arid Zones.
University of Batna 1, Algeria.

²Laboratory of Applied Neuroendocrinology. Department of Biology, Faculty of Sciences, University Badji Mokhtar Annaba 23000, Algeria.

Corresponding authors email: nadiabio@hotmail.com

ABSTRACT

The cedar forests in Algeria represent a model of forests very rich in entomological fauna and especially dictyopterans, notably blattopterans. In the cedar forest of Chelia in the Aurès Mountains, we chose three different sites according to altitude (2020 m, 1920 m, 1820 m) in order to collect existing cockroaches using the sight-hunting method (twice a month). The inventory allowed us to capture more than 1220 cockroaches and we were able to identify three genus (*Dziriblatia*, *Phyllodromica*, *Loboptera*) and seven species: *Dziriblatia stenoptera*, *Dziriblatia nigrivintris*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Phyllodromica sp*, *Loboptera angulata*, *Loboptera alluaudi*, of which *Dziriblatia nigrivintris* is the most abundant species with a rate of 52.05 %. The results show that the distribution of these species in the different sites in Chelia cedar is controlled by a several natural factors such as (temperature, altitude ...etc) .

.Key words: Blattoptera, biodiversity, chelia cedar forest, dictyoptera, entomology.

INTRODUCTION

Natural forests are important for the conservation of terrestrial biodiversity (Yekwayo, 2016), which requires a perfect knowledge of the distribution of fauna and flora (Azoui, 2017).

The entomological fauna is an essential element in the dynamics and functioning of forest ecosystems (Daas, 2016). It is an integral part of the natural resources that nature conservationists must take into consideration after the large fauna and flora (Tchibozo, 2004). The ecological role as well as the bio-indicator character of some insect species can indicate the health status of forests and determine some factors related to forest degradation; forest cockroaches are among the bio-indicator insects (Habbachi et al., 2014, Habbachi et al., 2016, Daas, 2016).

Cockroaches are a distinct order of insects called Blattodea (or Blattariae) and are often considered to be one of the oldest groups of living insects, first appearing in the Upper Carbon (Jarzembowski, 1994). Cockroaches are found in many tropical, subtropical and temperate habitats around the world.

Many inventories have been carried out on the blattopteran fauna in Algeria from east to west (Habbachi et al., 2016; Azoui et al., 2016, Masna 2016); and despite this, Algeria remains a vast country containing many rich and diverse forests such as the forests of the Aures, notably the pine and cedar forests. In this region (Aurès) only one inventory has been carried out on this type of insect, that of Azoui (2017) in the forests of the Belzema National Park (Batna, Algeria). We are interested in completing this inventory by collecting and identifying the different species of cockroaches that colonise the

Chelia forest (North-East Algeria) and to get an idea of the factors related to their distribution.

MATERIALS AND METHODS

Presentation of the Biological Model

Cockroaches are abundant in forests, of very varied forms and widely wide spread throughout the world (Grandcolas, 1998) and are considered bio-indicator species of the health of the forest ecosystem (Chopard, 1943) where they play important ecological roles as detritivores, folivores, xylophagous and even pollinators (Schapheer, 2017). The lack of information on these species in the forests of the Aurès, in particular the Chelia forest, led us to establish an inventory of the most common species that can be found in this forest.

Presentation of the Study Area

The study was undertaken on forest cockroaches in the Chelia cedar forest Located in the south-east of the city of Batna, at (lat: 35° 23'-35° 17' N; long: 06°33'- 6° 45'E) (Northeast Aurès Mountains, Algeria) (Figure1), north of the massif of Beni Imloul. It is limited in the

north by forest plots and the boundary farm of Oued Tahla, in the south by Oued El Asker and the road linking Bouhmama to Medina, on the west by high lawns and to the east by the Cantina series (Belloula, 2018). this cedar grove covers nearly 7,000 ha, it is here that the highest peak of Aurès culminates at 2328 m altitude (Abdessemed,1981) representing not only the highest peak of this mountain, but also of all northern Algeria (Bouam, 2017) .The climate is semi-arid Mediterranean, characterised by a hot, dry summer and a cold, wet winter. The coldest month is January with a mean minimum temperature of -1°C, while July is the hottest month with a mean maximum temperature of +35°C (Kherchouche, 2019).

The annual rainfall in this massif varies between 700 and 1000 mm depending on altitude and exposure; this is the domain of the cold subhumid (mainly) and humid bioclimatic stages .

Cockroaches were collected from three selected sites with similar vegetation cover (cedar) and at different altitudes to determine the altitudinal effect on cockroach distribution. The selected sites are divided according to their location in (Table 1).

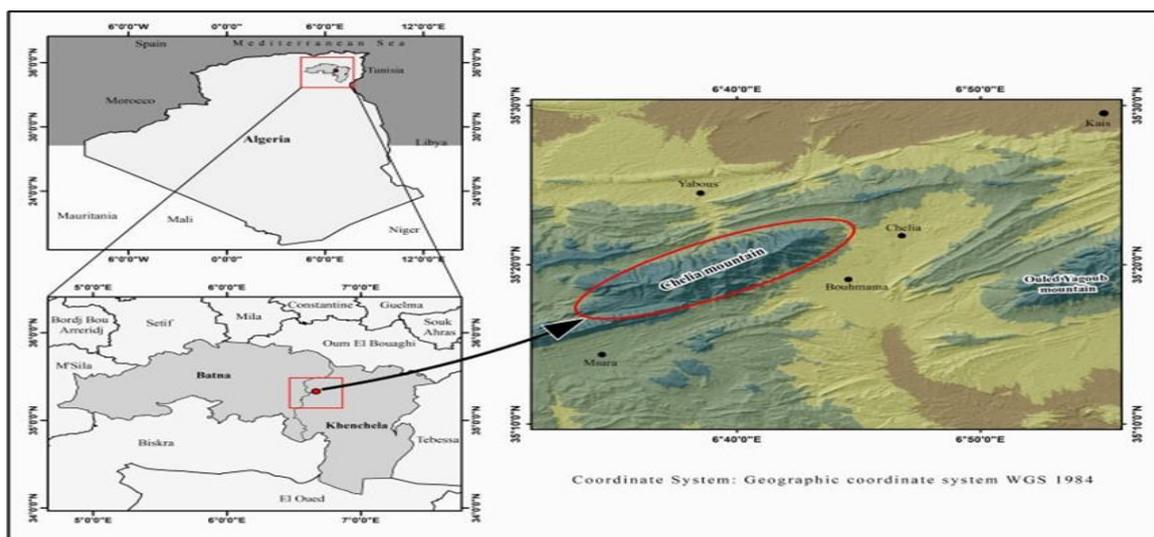


Figure 1: Geographical location of the study sites

Table 1: Geographical characteristics of the study sites

Sites	Altitude	Geographic coordinates	Settlement
Site1	2020m	35°18'54.1''N 6°37'40.5''E	<i>Cedrus atlantica</i>
Site2	1920m	35°18'36.3''N 6°37'37'.2''E	
Site3	1820m	35°18'15.3''N 6°37'28.2'' E	

Harvesting and Identification

The collection of cockroaches was done by sight hunting in the litter, under stones and trunks. The captures were conducted during the period from August 2017 to August 2018, in the morning. In three sites in the Chelia cedar forest, the cockroaches collected over time were kept separately in plastic boxes containing ethyl alcohol and labeled for identification.

The identification of the different species of cockroaches collected is based on the criteria of Chopard (1951).

Data Analysis

Calculations of parameters of ecological indices of composition (centesimal frequency (relative abundance) f_i %, frequency of occurrence or centesimal) C (%), and of structure (Shannon index H' (Magurran, 1988) and equitability E'). These are used to analyse

and interpret the importance of the species counted and to justify their distribution in the Chelia forest during the working period.

RESULTS

Inventory of Species Collected

A total of 1220 individuals were counted in the inventory, of which 238 individuals were found in site1 (2020 m), 549 in site2 (1920 m) and 433 in site3 (1820 m) (table2). The individuals collected belonged mainly to the three different genera: *Dziriblatla*, *Phyllodromica*, *Loboptera* and seven species: *Dziriblatla stenoptera*, *Dziriblatla nigriventris*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Phyllodromica sp*, *Loboptera angulata*, *Loboptera alliaudi*) or the species *Dziriblatla nigriventris* is the most abundant in terms of individuals.

Table 2: Systematic list of inventoried cockroach species in the study sites of the Chelia cedar forest, (S=Site).

Sub-family	order	Genus	specie	S1 (2020m)	S2 (1920m)	S3 (1820m)
Ectobiinae	Dictyoptera	<i>Dziriblatla</i>	<i>D.nigriventris</i>	149	275	211
			<i>D.stenoptera</i>	46	115	129
		<i>phyllodromica</i>	<i>P,zebra</i>	17	71	50
			<i>P,trivittata</i>	2	31	8
			<i>P,sp</i>	19	10	19
		<i>Lobopera</i>	<i>L.angulata</i>	4	46	16
			<i>L.alliaudi</i>	1	1	-

Monthly Population Dynamics

The increase in the number of cockroaches in the three sites at the level of the forest of Chelia differs according to the species of which (*D. nigriventris*, *D. stenoptera*) to begin their increase starting from the autumn precisely the month of September and October and that what one noticed in the three sites of study this increase reaches its peak in spring, for the species *P. zebra* and *L. angulata* their generation starts to appear at the end of autumn and the beginning of winter notably at the end of November and the beginning of December, the peak of their generation starts in March and ends in June for *P. zebra* and the month of August for *L. angulata* where most of the species traded in these months will be carried from oothecae and start to release them so that a new generation starts to appear, for *P. trivittata* its monthly dynamics indicated a single generation which starts at the end of spring and ends at the beginning of autumn (approximately 5 months of activity) and it is what it appears well at the level of site 2 where the number of traded is considerable, on what concerns *P. sp* has an irregular monthly pattern that starts in December and lasts until the beginning of the summer, as is evident in site 1, while the pattern of *L. alluaudi* is unknown due to the low numbers of specimens in the adult stage (Figure 2).

Phylogenetic Distribution of Cockroaches

According to their phylogenetic distribution, the collected species are divided into three developmental stages (adult, old larva and young larva) (Figure 3). Adults are most abundant in S2 and S3 with a rate of (49.72%, 40.18%) successively, while young larvae represent the highest rate in S1 with 40.33%. Old larvae represented the lowest percentage at site 2 with 15.66%, and for S1 and S3 were successively 26.47% and 24.24%. The

distribution of cockroaches according to the phylogenetic stage differs according to the season and the number of generations of each species.

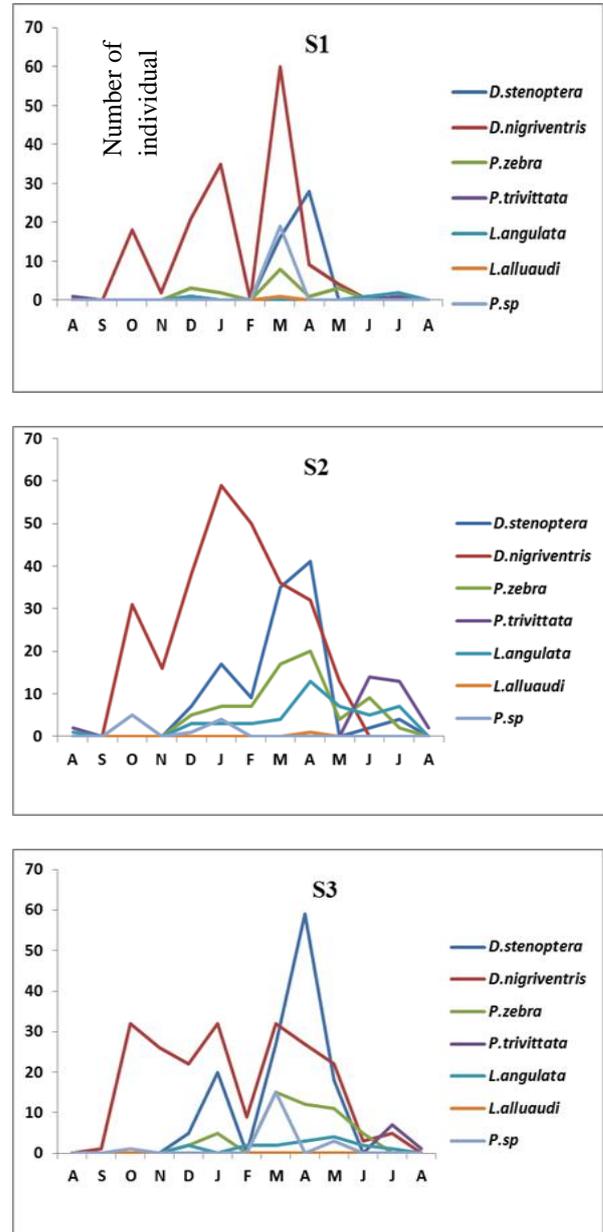


Figure 2: Monthly population dynamics of forest cockroach species sampled between August 2017 and August 2018 in the three sites at the Chelia cedar forest (north-east Algeria), S1 (2020m), S2 (1920m), S3 (1820m).

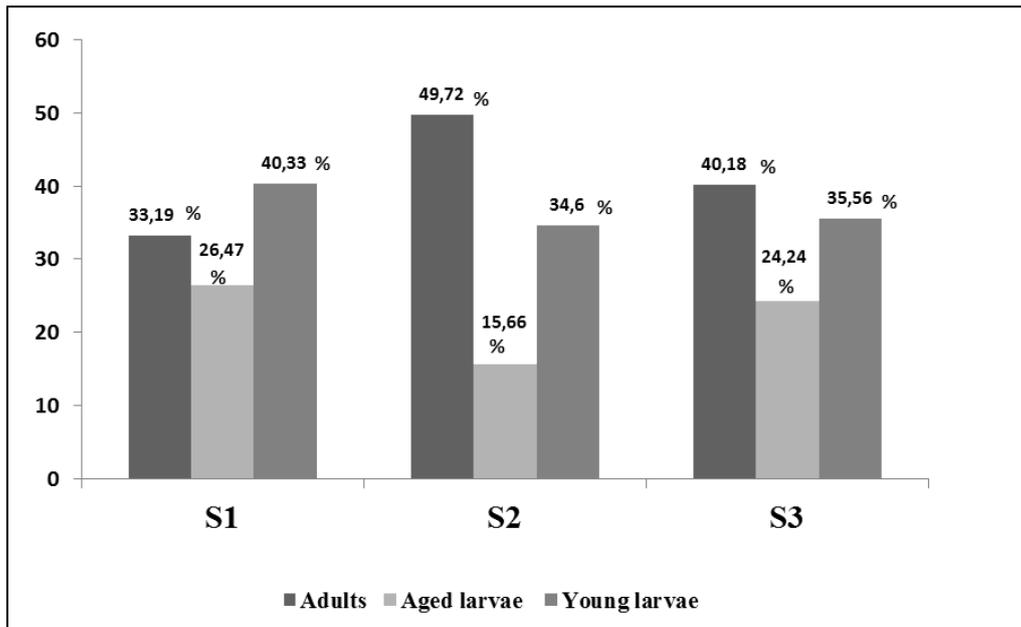


Figure 3: Phylogenetic distribution of cockroaches in the cedar forest of Chelia (Eastern Algeria), S1 (2020m), S2 (1920m), S3 (1820m).

Ecological Composition Index

The results of the relative abundance % of blattopteran species encountered in the three sites are represented in figure 4. The genus *D. ziriblatta* is the most abundant in the three sites of which *D. nigriventris* species representing the first class in S1, S2 and S3 with a rate of 62.60%, 50.09% and 48.73% followed by *D. stenoptera* with a rate of 19.32% (S1) 20.94% (S2), 29.79% (S3). For the species of *P. zebra* was less abundant than previous species with a rate of 7.14 in S1, 12.93 in S2 and 11, 54 in S3 while the other species of *L. angulata*, *P. sp* and *P. trivittata* represent low percentages in the three study plots, for *L. alluaudi* was a rare species represented by only a few specimens in S1 and S2. According to their frequency of occurrence C% the species *D. nigriventris*, are classified as regular species ($50\% \leq F < 75\%$) in S2, S3 and incidental in S1. While *P. zebra* and *L. angulata* are classified as regular species ($50\% \leq F < 75\%$) in S2 and classified as incidental species in S1 and

S3. For *P. trivittata*, *P. sp* and *D. stenoptera* species were reported as incidental species ($F < 25\%$), in all three study sites. With regard to *L. alluaudi* it exists only in S1, S2 and classified as a rare species (Table 3).

The Biodiversity Index

Sites 1 and 2 represent the most diverse sites in terms of species with a total richness of seven species in each site, followed by S3 which has a total richness of six species. The total diversity of the harvested stand is 1.13 in S3 and 1.39 in S2 and 1.29 in S1, these high diversity values allow the richness and complexity of the stand studied in the Chelia cedar forest to evolve. Equitability is almost equal in sites 2 and 1, it was respectively 0.71, 0.72 indicating an equilibrium in the distribution of abundance of the species recorded in these two sites, whereas in site 1 it is 0.58, far from 1, indicating an imbalance in the distribution of abundance of the species recorded (Table 4).

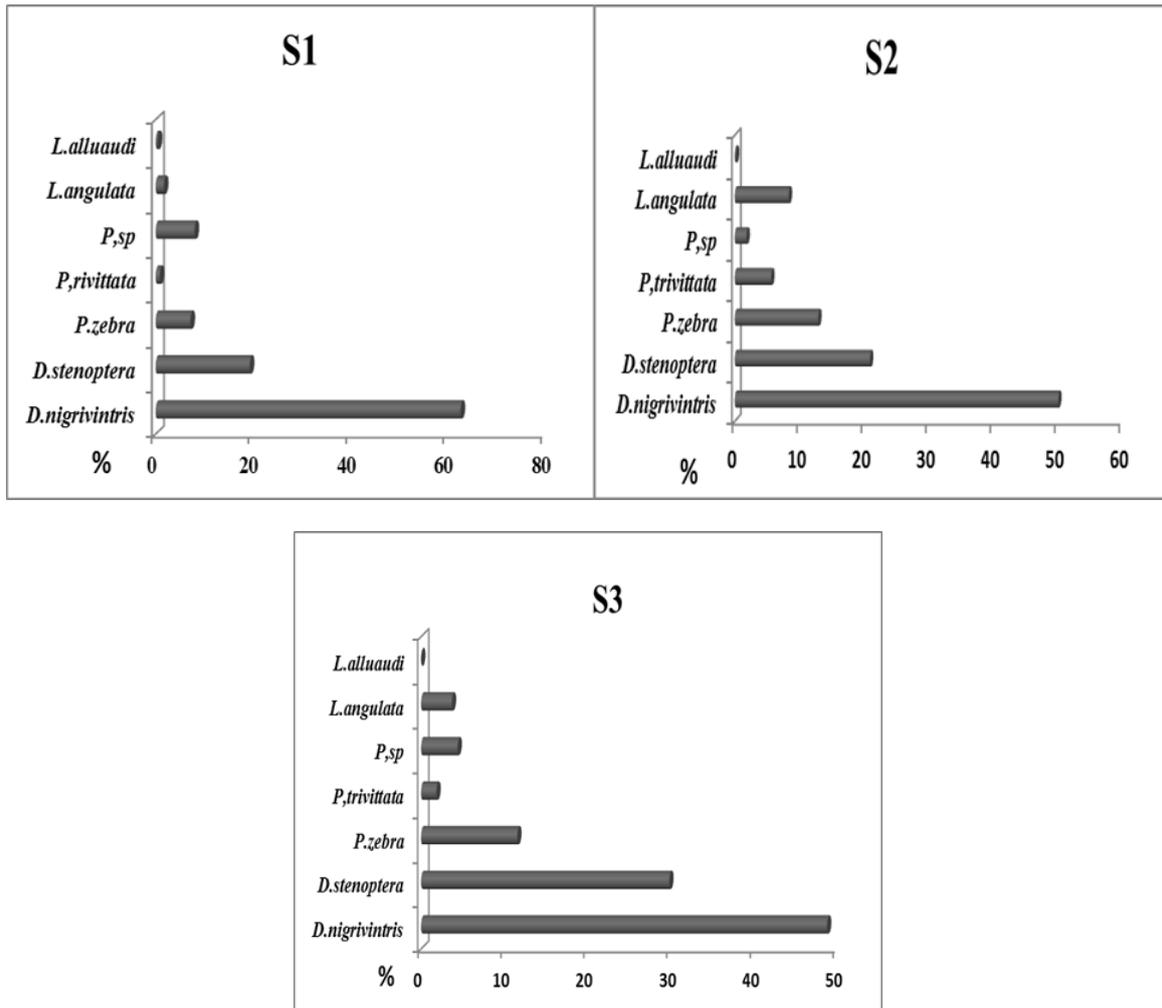


Figure 4. Relative importance of species collected in the study sites, S1 (2020m), S2 (1920m), and S3 (1820m) in the Chelia cedar forest

Table 3. Occurrence (C %), and density (D %) of blattopteran species collected in each study site in the Chelia cedar forest

Cockroach species	study sites					
	1820m		1920m		2020m	
	C%	D%	C%	D%	C%	D%
<i>D.nigrivintris</i>	73,07	8,11	61,53	10,57	42,3	5,73
<i>D.stenoptera</i>	38,46	4,96	46,15	4,42	23,07	1,76
<i>P.zebra</i>	38,46	1,92	53,84	2,73	23,07	0,65
<i>P.trivittata</i>	11,53	0,3	23,07	1,19	3,84	0,076
<i>Phyllodromica .sp</i>	15,38	0,73	19,23	0,38	3,84	0,73
<i>L.angulata</i>	34,61	0,61	61,53	1,76	11,53	0,15
<i>L.alluaudi</i>	/	/	3,84	0,038	3,84	0,038

Table 4: Structural parameters of cockroach species populations in the three sites of the Chelia cedar forest.

	Site 1 (2020m)	Site2 (1920m)	Site3 (1920m)
Shannon index	H'=1.29	H'=1.39	H'=1.13
faimess	E= 0.72	E=0.71	E=0.58

Phenogram of Collected Cockroaches

The determination of the phenogram of blattopteran species was established according to monthly observations during one year (August 2017-August 2018). The species *Dziriblatta nigriventris* is present in the litter almost throughout the year, while the species *Dziriblatta stenoptera*, *phyllodromica zebra* and *Loboptera angulata* present a similar activity they

appear in the forest at the beginning of winter until the end of summer, while *phyllodromica trivittata* appears only in the summer season, where the temperature is high (Table 5). As far as *P.sp* is concerned its activity is irregular during winter, autumn and spring and it disappears during summer. *Loboptera alluaudi* is concerned, it remains a rare species that is seen two or three times.

Table 5: Phenogram of species collected in the Chelia cedar forest during the study period.

	Aug-2017	Sep-2017	Oct-2017	Nov-2017	Dec-2017	Jan-2018	Feb-2018	Mar-2018	Apr-2018	May-2018	Jun-2018	Jul-2018	Aug-2018
<i>D.nigriventris</i>													
<i>D.stenoptera</i>													
<i>P,zebra</i>													
<i>P,trivittata</i>													
<i>P,sp</i>													
<i>L.angulata</i>													
<i>L.alliaudi</i>													

DISCUSSION

Due to the surprisingly high diversity of cockroaches, most of them are useful insects for their ecosystems. Some cockroaches act as scavengers to consume dead plants, dead leaves and other organic matter in forests and other places (Liang, 2019), our study sheds light on this type of insect in the Chelia forest, This forest has a semi-arid Mediterranean climate. (Kherchouche, 2019) characterised by its dominant plant cover of the atlas cedar (*Cedrus atlantica*), its elevation which exceeds 2000 m and which represents a model of virgin forests for the study of entomofauna.

The inventory carried out in the Chelia forest on the blattopteran fauna revealed a relative diversity dominated by the genus *Phyllodromica* (Chopard, 1943) with three different species *Phyllodromica Zebra*, *Phyllodromica trivittata* and *Phyllodromica sp*, followed by the genus *Dziriblatta* (Chopard, 1937) which was the most dominant in the Chelia cedar forest in terms of individuals and the genus

loboptera (Brunner, 1865) which present a similar diversity with two species each (*Dziriblatta nigriventris*, *Dziriblatta stenoptera*) and (*loboptera angulata*, *loboptera alluaudi*), two new species *Phyllodromica. sp*, *loboptera alluaudi* are identified to be added to the total inventory of forest cockroaches in Algeria, with regard to *Phyllodromica Zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *loboptera angulata*, *Dziriblatta stenoptera* and *Dziriblatta nigriventris* are already reported from Algerian forests, in particular the Djelfa forest (Masna et al., 2014), and the Batna forest (Azoui, 2017) where the climate is semi-arid.

The composition of the Blattoptera fauna can vary from one region of the globe to another and habitat suitability depends on many biotic and abiotic factors (Rust et al., 1995) and the most important factors involved in the speciation of the ecological niches of these insects are climatic parameters (Kambhampati and Peterson, 2007) such as temperature or temperature range (Wagner et al., 1984). Among the limiting factors of

cockroach distribution are also the characteristics of the vegetation and the characteristics of its litter (Antunes et al., 2008; Schal et al., 2008). In our study we chose a forest with a homogeneous vegetation cover to eliminate the effect of the latter on the distribution of cockroaches and we focused much more on the altitudinal effect. The diversity and abundance distribution of species surveyed in Chelia forest varied in the three sites studied of which (S1, S2) were the most diverse in terms of species while the sites (S2, S3) were the most abundant in terms of individuals. These results show that the altitude factor together with other climatic factors such as high and low temperatures play a fundamental role on the distribution of cockroaches.

CONCLUSION

The inventory carried out in the three sites in the cedar grove of Chelia (North-East Algeria) identified seven species (*Dziriblatia stenoptera*, *Dziriblatia nigriventris*, *Phyllodromica zebra*, *Phyllodromica trivittata*, *Phyllodromica sp*, *Loboptera angulata*, *Loboptera alluaudi*) their distribution in the cedar forest varies according to altitude, season and the species itself.

REFERENCES

- Abdessemed K (1981). The Atlas cedar (*Cedrus atlantica*. Manetti) in the massifs of Aurès and Belezma - Phytosociological study - Problems of conservation and management. Thesis of Doctor - Engineer, University of Law of Economy and Sciences of Aix-Marseille., 201 p.
- 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.
- Azoui I (2017). Inventory of the urban and forest blattopteran fauna in the Batna region with characterization of the main species of interest and control trials (Doctoral dissertation, University of Batna 2).
- Belloula S, Beghami Y (2018). Assessment of the Dynamics of Atlas Cedar Decline (*Cedrus atlantica* Manetti) by Remote Sensing in the Aurès area, Algeria. *Arab World Geogr.*, 21(2-3): 154-167.
- Bouam I, Necer A, Saoudi M (2017). Highest altitudinal record of the ocellated lizard *Timon pater* (Lataste, 1880) (Squamata: Lacertidae). *Herpetology notes.*, 10: 101-102.
- Brunner von Wattenwyl, C (1865). *Nouveau Systeme des Blataires.* – G. Braumuller: Vienna., 426 pp.
- Cherairia M (2004). Cockroaches in eastern Algeria (Guelma) inventory, biometry and biotypology. *Mémoire de Magistère.* University of Annaba (Algeria)., 139 pp.
- Chopard L (1951). Orthopteroids. *Faune de France* 56. Office central de faunistique., 358 pp.
- Chopard L (1943). Orthopteroids of North Africa. *Coll. Faune de l'empire Française.* Ed. Librairie La Rose, T. I, Paris., 405p.
- Chopard, L (1937). *Les Dermaptères et Orthoptères de Madeère.*, 20 p.
- Daas H, Adjami Y, Ghanem R, Viñolas A, Ouakid M. L, & Tahraoui A (2016). Coleoptera inventory in cork oak stands of North-Eastern Algeria. *Turkish Journal of Forestry.*, 17: 11-17.)
- Grandcolas P (1998). The evolutionary interplay of social behaviour, resource use and antipredator behavior in Zetoborinae, Blaberinae, Gyninae and Diplopterinae cockroaches: a phylogenetic analysis. *Cladistics.*, 14: 117-127.

- Habbachi W (2013). Study of Blattellidae (Dictyoptera): toxicological tests, synergy and resistance to insecticides and biopesticides. PhD thesis, University of Annaba (Algeria), 185p.
- Habbachi W, Habes D, Ouakid ML, Farine J.P, Bairi A (2014). Etude d'un détritophage bio-indicateur de l'état sanitaire de la subéraie, *Loboptera decipiens* (Dictyoptera : Blattellidae). Bio-écologie de la blatte dans la litière. Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin. Vol ., 101 : 235-243.
- Habbachi W, Masna F, Maatoug H, Ouakid ML ; Farine JP (2016). Preliminary Results of Forest Cockroaches Inventoried: Decomposers of litter in Northeast Algerian forests. Turkish Journal of Forestry., 17: 18-22.
- Jarzebowski EA (1994). Fossil cockroaches or pinnule insects? Proceedings of the Geologists' Association., 105(4): 305-311.
- Kherchouche D, Slimani S, Touchan R, Touati D, Malki H, Baisan CH (2019). Fire human-climate interaction in Atlas cedar forests of Aurès, Northern Algeria. *Dendrochronologia.*, 55: 125-134
- 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
- Liang J. S (2019). Blattaria-Cockroaches. Rhythms of Insect Evolution: Evidence from the Jurassic and Cretaceous in Northern China; 92.
- Magurran, AE (1988). Ecological Diversity and its Measurements. Cambridge Univ. Press.
- Masna F (2016). Inventory of the urban and forest Blattopteran fauna in the arid region of Laghouat. Characterization of the main pest species and control trials. PhD thesis. University of Annaba (Algeria), 153 pp.
- Rust M.K, Owens J.M, Reiersen D.A (1995). Understanding and Controlling the German Cockroach. New York Oxford. Oxford University Press; 430 pp.
- Schapheer C, Lopez-Urbe MM, Vera A, Villagra CA (2017). Distribution, habitat use and plant associations of *Moluchia brevipennis* (Saussure, 1864) (Blattodea: Ectobiidae): an endemic cockroach from Chilean Mediterranean Matorral biome. *Revista Brasileira d'Entomologia.*, 61(2): 114-122.
- Tchibozo S, Braet Y (2004). Pests of forest species in the central core of the Lama classified forest (Republic of Benin): Preliminary note and estimation of the incidence of the cerambycid *Analeptes trifasciata* (Fabricius, 1775), a pest of Plum mumbin (*Spondias mombin* Linné, 1753) (Anacardiaceae). *Bulletin de la Société Royale Belge d'Entomologie.*, 140 : 151-156.
- Wagner TL, Wu HI, Sharpe PJH, Schoolfield RM, Coulson RN (1984). Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. *Annals of the Entomological Society of America.*, 77: 208-225.
- Yekwayo I, Pryke, JS, Roets F, Samways M. J (2016). Surrounding vegetation matters for arthropods of small, natural patches of indigenous forest. *Insect Conservation and Diversity* ., 9(3) :224-235.