

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار – ANNABA

Annaba



FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE
LABORATOIRE DE Neuro-endocrinologie Appliquée

Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat

Domaine : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Comportement et Adaptation

Intitulé

« Abondance et distribution des blattes dans les différents écosystèmes Algériens : Inventaire, lutte intégrée et comportement »

Presentée par : Mr. HEDJOULI Zakaria

- Directeur de thèse : M^{me} HABBACHI Wafa (Professeur, Université - Annaba)
- Co-directeur de thèse : M^{me} MASNA Fatiha (MCB – ENS Laghouat)

Devant un jury composé de :

- | | | |
|----------------------------------|--------------|---------------------|
| - Pr. BAIRI Abdelmadjid | Président | Université - Annaba |
| - Pr. LAOUABDIA SELLAMI Nadjette | Examinatrice | Université - Guelma |
| - Dr. SLIMANI Abderachid | Examineur | Université - Annaba |

Remerciements

Je remercie, en premier lieu, **Mr. BAIRI Abdelmadjid** Professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma thèse. Aussi, pour sa sympathie, sa disponibilité et ses conseils scientifiques précieux.

Je voudrais également remercier les examinateurs de cette thèse pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail et d'avoir accepté de juger cette thèse : **Mme. LAOUABDIA SELLAMI Nadjette**, Professeur de l'Université de 8 Mai 1945 - Guelma, **Mr. SLIMANI Abderachid**, Maître de Conférences à l'Université de Badji Mokhtar d'Annaba.

Je tiens aussi à remercier très chaleureusement **Mme. HABBACHI Wafa** mon directeur de thèse, Professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba qui a assuré la direction de thèse mais surtout pour la confiance qu'il m'a témoignée, ses conseils, ses critiques constructives, son aide continue et ses qualités pédagogiques scientifiques et humaines.

J'adresse, également, de chaleureux remerciements à mon co-directeur de thèse, **Mme. MASNA Fatiha** Maître de Conférences à l'Université de Laghouat qui a assuré convenablement mon encadrement pour les conseils prodigués, la patience. Ceci est déterminant dans la réalisation de ce travail.

Je remercie chaleureusement et avec une très profonde gratitude, **Mme. BENHISSEN Saliha** Maître de conférences à l'Université Mohamed Boudiaf – M'sila) qui a consacré beaucoup de son temps à m'écouter et à m'orienter durant la réalisation de ce travail. Je la remercie, aussi, pour ses conseils, ses critiques constructives et son aide continue. Je vous remercie, aussi, pour votre confiance, votre soutien permanent, votre gentillesse et vos qualités humaines.

Je remercie, également, **Mr. TAHRAOUI Abdelkrim** (Paix à son âme) Professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, pour m'avoir accueilli au sein de son laboratoire de Neuroendocrinologie appliquée, pour son aide continue, son ouverture d'esprit et sa gentillesse, autant d'éléments qui m'ont permis d'atteindre mes objectifs.

J'associe à ces remerciements toute l'équipe du Département de Biologie et l'équipe du laboratoire de neuroendocrinologie appliquée, les enseignants-chercheurs, les techniciens, et mes

collègues doctorants, pour tous les échanges techniques, scientifiques et pour leur sympathie, leur accueil chaleureux pendant ces quatre ans de thèse.

Un remerciement particulier à mes chers parents, qui ont toujours été fier de moi, pour leur soutien sans faille, et à tout ce qu'ils ont pu m'apporter pour franchir les obstacles les plus difficiles. Je tiens à leur exprimer ma plus vive gratitude pour leur aide financière et morale tout au long de ces années d'études.

Enfin, un grand merci s'adresse à mes chers frères Ayoub et Hamza, mes chères sœurs Marwa et Safa, Un immense merci à ma chère Maroua, à toutes mes amies et surtout : Akram, Ammar et Yagoub, et à tous ceux qui m'ont aidé à mettre au point ce travail.

Résumé :

Les blattes sont des insectes de l'ordre Blattodea apparus sur terre il y a plus de 400 millions d'années. Plusieurs espèces sont adaptées à la vie dans tous les milieux tropicaux et subtropicaux et aux milieux tempérés et d'autres espèces sont fouisseuses dans le sable des déserts. Plus de 4000 espèces de blattes sont connues à ce jour et un certain nombre d'entre elles sont considérés comme nuisibles.

Dans ce travail, nous avons effectué un inventaire des blattes qui vivent dans différentes régions de l'Algérie : la pinède de Djelfa (forêt de Sénalba Chergui), la pinède d'El-Tarf (forêt de Lehnaya), le chêne-liège et l'Eucalyptus d'Annaba (forêt de Seraïdi et forêt d'Aïn Achir) afin de quantifier, identifier et faire une étude écologique de ces dernières. Nous avons récolté sept espèces dans toutes les forêts étudiées appartenant à quatre genres, il s'agit de *Loboptera decipiens*, *Loboptera ovolobata*, *Dziriblatia nigriventris*, *Dziriblatia stenoptera*, *Ectobius kervillei*, *Ectobius sp.*, et *Phyllodromica zebra*. Les espèces du genre *Loboptera* sont les plus abondantes et elles sont classées dans la catégorie des espèces constantes ; Nos résultats montrent que la phénologie des espèces est, surtout, liée aux conditions du biotope, et plus particulièrement, les conditions climatiques (la température et l'humidité).

En parallèle on a fait un inventaire des blattes domestiques dans la région de Bou-Saâda (M'Sila) ; cet inventaire nous a permis de recenser six espèces de blatte dans le milieu urbain : *Suppella longipalpa*, *Blattella germanica*, *Periplaneta americana*, *Periplaneta sp.*, *Blatta orientalis* et *Blatta lateralis*.

Nous nous sommes également intéressés aux effets toxicologiques de molécules extraites des feuilles de *Cleome arabica* et *Ruta chalepensis*, sur les adultes de *B. germanica*. Les deux produits ont induit une mortalité chez la blatte germanique, qui varie en fonction des concentrations utilisées et des temps d'exposition. L'ingestion des concentrations sub-léthales de ces molécules affecte, également, l'attractivité sexuelle ainsi que le déroulement des différentes phases du comportement sexuel chez les adultes naïfs sexuellement.

Mots-clés : Blattes, inventaire, abondance, distribution, écosystèmes, forêt, urbain, *Blattella germanica*, *Cleome arabica*, *Ruta chalepensis*, toxicité, attractivité, comportement sexuel.

Abstract:

The cockroaches are insects of the order Blattodea, which appeared on the earth over 400 million years ago. Several species are adapted to the life in all the mediums tropical, subtropical and in the moderate mediums and other species are diggers in the sand of the deserts. More than 4000 species of cockroaches are known to date and a certain number of them are considered as pest species.

In this work, we carried out an inventory of cockroaches that live in different regions of Algeria: the pine forest of Djelfa (Forest of Senalba Chergui), the pine forest of El-Tarf (Forest of Lehnaya), the oak cork and the Eucalyptus of Annaba (forest of Seraïdi and forest of Aïn Achir) to quantify, identify and make an ecological study of these insects. We collected seven species in all the forests studied, belonging to four genera: *Loboptera decipiens*, *Loboptera ovolobata*, *Dziriblatia nigriventris*, *Dziriblatia stenoptera*, *Ectobius kervillei*, *Ectobius sp.*, and *Phyllodromica zebra*. The species of the genus *Loboptera* are the most abundant and they are classified in the category of constant species. Our results show that the phenology of the species is, above all, linked to the conditions of the biotope, and more particularly, to the climatic conditions (the temperature and the humidity).

In parallel, an inventory of domestic cockroaches was made in the region of Bou-Saâda (M'Sila); this inventory enabled us to identify six species of cockroach in the urban environment: *Suppella longipalpa*, *Blattella germanica*, *Periplaneta americana*, *Periplaneta sp.*, *Blatta orientalis* and *Blatta lateralis*.

We were interested also in the toxicological effects of molecules extracted from the leaves of *Cleome arabica* and *Ruta chalepensis*, on the adults of *B. germanica*. Both products induced mortality in the German cockroaches, which varied depending on the concentrations used and the exposure times. The ingestion of sub-lethal concentrations of these molecules also affects the sexual attractiveness as well as the course of the different phases of sexual behavior in sexually naive adults.

Key words: Cockroaches, inventory, abundance, distribution, ecosystems, forest, urban, *Blattella germanica*, *Cleome arabica*, *Ruta chalepensis*, toxicity, attractivity, sexual behavior.

الملخص:

الصراصير، هي حشرات من رتبة، Blattodea ظهرت على سطح الأرض منذ 400 سنة. الكثير منها تأقلم مع جميع أوساط الحياة. إلى حد الآن يعرف منها 4000 نوع، وأغلبها صنفت كحشرات ضارة ذات السمعة السيئة. في القسم الأول من هذا العمل، قمنا بجرد لأنواع الصراصير التي تعيش في مناطق مختلفة من الجزائر: غابة الصنوبر في ولاية الجلفة (غابة سن الباء الشرقي)، غابة الصنوبر في ولاية الطارف (غابة الحناية)، غابة البلوط الفليني وكاليتوس بولاية عنابة (غابة السرايدي وغابة عين عشير) لتقدير وتحديد ودراسة بيئية لهذا الأخير. تم جرد سبعة أنواع في كل الغابات المدروسة والتي تنتمي لأربعة أجناس: *Loboptera decipiens*, *Loboptera ovobata*, *Dziriblatia stenoptera*, *nigriventris*, *Phyllodromica zebra* و *Ectobius sp*, *Ectobius kervillei*. الأنواع من جنس *Loboptera* هي الأكثر وفرة وهي مصنفة في فئة الأنواع الثابتة. تظهر نتائجنا أن الفنولوجيا الخاصة بالأنواع مرتبطة، قبل كل شيء، بظروف البيئة الحيوية، وبشكل أكثر تحديداً، الظروف المناخية (درجة الحرارة والرطوبة). وبالتوازي مع ذلك، قمنا أيضا بجرد الصراصير المحلية في منطقة بوسعادة (المسيلة). مكننا هذا الجرد من التعرف

على ستة أنواع من الصراصير في البيئة الحضرية: *Suppella longipalpa*, *Blattella germanica*.

Blatta lateralis و *Periplaneta americana*, *Periplaneta sp.*, *Blatta orientalis*.

القسم الثاني للعمل تولد نتيجة لأضرار *B. germanica* والمبيدات الكيميائية على المحيط والإنسان، الذي أدى لخلق تقنيات جديدة مضادة للصراصير. لذا قمنا بدراسة التأثير السمي لمستخلص لأوراق نباتات *Ruta* و *Cleome arabica* و *chalepensis*, العملية تمت بتناول هذه المركبات بتركيز مختلفة. المركبين لديهما القدرة على قتل الصراصير بنسب مختلفة، وهذا على حسب التراكيز المعطاة ومدة أخذ المركب. كما أثبتنا فعالية التركيز الغير قاتل للمركبين وتأثيره على سلوك الانجذاب بالرائحة كذا تأثيره على السلوك الجنسي.

الكلمات المفتاحية: الصراصير، جرد، وفرة، توزع، نظام بيئي، غابة، حضري، *Blattella germanica*,

Ruta chalepensis, *Cleome arabica*, السمية، الانجذاب بالرائحة، السلوك الجنسي.

SOMMAIRE

1. Introduction.....	1
2. Matériel et Méthodes.....	11
2.1. Présentation des blattes.....	11
2.2. Inventaire des blattes Algériennes	12
2.2.1. Inventaires des blattes forestières	12
a. Technique de récolte et identification.....	12
b. Présentation des zones d'étude.....	13
b.1. La région d'Annaba.....	14
b.2. La région d'El Tarf.....	18
b.3. La région de Djelfa.....	21
2.2.2. Inventaire des blattes urbaines.....	25
a. Technique de récolte et identification.....	25
b. Présentation des sites d'étude.....	26
2.2.3. Exploitation des résultats.....	27
2.3. Tests toxicologiques.....	29
2.3.1. Présentation de <i>B. germanica</i>	29
2.3.2. Elevage de masse	32
2.3.3. Traitement bio-insecticides.....	32
a. Présentation des plantes insecticides.....	32
b. Extraction des plantes.....	35
c. Traitement.....	36
2.4. Tests du comportement et d'attractivité sexuelle	36
2.4.1. Description du comportement sexuel de <i>B. germanica</i>	36
2.4.2. Tests du comportement sexuel.....	40
2.4.3. Tests d'attractivité sexuelle en olfactomètre.....	41
2.5. Analyse des données statistiques.....	43
2.5.1. Tests de toxicité.....	43
2.5.2. Tests comportementaux.....	43
3. Résultats.....	44
3.1. Inventaire des blattes forestières.....	44

3.1.1. Les indices écologiques.....	46
Les indices écologiques de composition.....	46
Les indices écologiques de structure.....	48
Phénologie des espèces récoltées.....	49
3.2. Inventaire des blattes urbaines.....	57
3.2.1. Les indices écologiques.....	59
Les indices écologiques de composition.....	59
Les indices écologiques de structure.....	60
Phénologie des espèces récoltées.....	61
3.3. Effet sur la mortalité.....	68
3.3.1. Effet des extraits aqueux de <i>C. arabica</i> sur la mortalité de <i>B. germanica</i>	68
3.3.2. Effet des extraits aqueux de <i>R. chalepensis</i> sur la mortalité de <i>B. germanica</i>	70
3.4. Effet sur le comportement sexuel.....	73
3.4.1. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml).....	73
Effet sur le taux des réussites d'accouplement.....	73
Effet sur les séquences comportementales.....	74
3.4.2. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml).....	81
Effet sur le taux des réussites d'accouplement.....	81
Effet sur les séquences comportementales.....	82
3.5. Effet sur l'attractivité sexuelle en olfactomètre.....	90
3.5.1. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml).....	90
3.5.2. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml).....	92
3.6. Comparaison entre l'effet des deux plantes.....	95
3.6.1. L'effet sur la mortalité.....	95
3.6.2. L'effet sur le comportement sexuel.....	96
3.6.3. L'effet sur l'attractivité sexuel.....	97
4. Discussion.....	99
5. Conclusion.....	118
Références bibliographique.....	120
Annexe.....	140

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Les données climatiques moyennes mensuelles (Température, précipitation et humidité) de la région d'Annaba durant 2000-2020 (O.N.M.A, 2020)	14
2	Les données climatiques moyennes mensuelles (Température, précipitation et humidité) de la région d'El Tarf durant 2000-2020 (O.N.M.T, 2020)	19
3	Les données climatiques moyennes mensuelles (Température, précipitation et humidité) de la région de Djelfa durant 2000-2020 (O.N.M.D, 2020)	22
4	Les extraits et les concentrations utilisées pour le traitement de <i>B. germanica</i>	36
5	Les concentrations sublétales des extraits aqueux de <i>R. chalepensis</i> et <i>C. arabica</i>	40
6	Richesse totale et richesse moyenne des différentes forêts prospectées	47
7	La fréquence d'occurrence (F) et la densité des espèces capturées	48
8	Phénogramme des espèces récoltées dans les différents sites forestiers	49
9	Nombre totale et pourcentage des espèces capturées dans les sites urbains	60
10	La fréquence d'occurrence (F) et la densité des espèces urbaines	60
11	Phénogramme des espèces de blattes récoltées dans la région de Bou-Saâda	61
12	Taux de mortalité des mâles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de <i>C. arabica</i>	68
13	Taux de mortalité des femelles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de <i>C. arabica</i>	69
14	Concentrations létales des extraits aqueux des feuilles de <i>C. arabica</i>	69
15	Temps létaux des extraits aqueux des feuilles de <i>C. arabica</i>	70
16	Taux de mortalité des mâles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de <i>R. chalepensis</i>	71
17	Taux de mortalité des femelles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de <i>R. chalepensis</i>	71
18	Concentrations létales des extraits aqueux des feuilles de <i>R. chalepensis</i>	72
19	Temps létaux des extraits aqueux des feuilles de <i>R. chalepensis</i>	73
20	Effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le taux de réussite des accouplements chez <i>B. germanica</i>	73
21	Effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le taux	82

	de réussite des accouplements chez <i>B. germanica</i>	
22	Taux d'attractivité des adultes de <i>B. germanica</i> traités avec une concentration sublétales des feuilles de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml)	91
23	Temps moyens de détection en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de <i>B. germanica</i> (Moy ± SEM), (n = 15)	92
24	Temps moyens d'arriver en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de <i>B. germanica</i> (Moy ± SEM), (n = 15)	92
25	Taux d'attractivité des adultes de <i>B. germanica</i> traités avec une concentration sublétales des feuilles de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml)	93
26	Temps moyens de détection en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de <i>B. germanica</i> (Moy ± SEM), (n = 15)	94
27	Temps moyens d'arriver en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de <i>B. germanica</i> (Moy ± SEM), (n = 15)	94
28	Tests multivariés sur la mortalité	95
29	Tests des effets inter-sujets sur la mortalité	95
30	Tests multivariés sur le comportement sexuel	96
31	Tests des effets inter-sujets sur le comportement sexuel	97
32	Tests multivariés sur l'attractivité sexuelle	98
33	Tests des effets inter-sujets sur l'attractivité sexuelle	98

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	La collection des individus des blattes.	13
2	Situation géographique des zones d'études forestières.	13
3	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région d'Annaba durant 2000-2020.	15
4	Climagramme pluviothermique d'Emberger d'Annaba durant 2000-2020.	16
5	La forêt de Seraïdi à Annaba.	17
6	La forêt d'Aïn Achir à Annaba.	18
7	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région d'El Tarf durant 2000-2020.	19
8	Climagramme pluviothermique d'Emberger d'El Tarf durant 2000-2020.	20
9	La forêt de Lehnaya à El Tarf.	21
10	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Djelfa durant 2000-2020.	22
11	Climagramme pluviothermique d'Emberger de Djelfa durant 2000-2020.	23
12	La forêt de Sénalba Chergui à Djelfa.	25
13	Méthodes de récoltes des blattes urbaines.	26
14	Situation géographique des sites d'études urbaines.	27
15	Cycle de développement de <i>B. germanica</i> .	30
16	<i>B. germanica</i> mâle.	31
17	Élevage de masse de <i>B. germanica</i> .	32
18	<i>R. chalepensis</i> (Port, feuille, fleur, fruits) Béjaïa (Rebbas, 2018).	33
19	<i>C. arabica</i> (Plante, Feuille, Fleur, Fruit) Bou-Saâda (Rebbas, 2018).	35
20	Les boîtes de traitement et séparation	36
21	Attraction du mâle à distance par la femelle	37
22	Contacts antennaires.	38
23	Comportement de Parade du mâle.	38
24	Léchage des glandes tergales mâle par la femelle.	39
25	Accouplement.	40
26	Enceinte close utilisée pour les tests d'accouplement (Schéma originale).	41
27	Olfactomètre bidirectionnel en Y	42

28	La densité des blattes forestières dans les sites d'étude.	44
29	La densité des blattes récoltées durant les deux années d'étude.	45
30	La densité mensuelle des blattes capturées dans les sites d'étude	45
31	La répartition des blattes par stade de développement selon les sites d'étude.	46
32	L'abondance des espèces capturées selon les différentes forêts prospectées.	47
33	Les indices écologiques de structure selon les différentes forêts prospectées.	48
34	Les critères d'identification de l'espèce <i>L. ovulobata</i>	50
35	Les critères d'identification de l'espèce <i>L. decipiens</i>	51
36	Les critères d'identification de l'espèce <i>E. kervillai</i>	52
37	Les critères d'identification de l'espèce <i>Ectobius sp.</i>	53
38	Les critères d'identification de l'espèce <i>D. nigriventris</i>	54
39	Les critères d'identification de l'espèce <i>D. stenoptera</i>	55
40	Les critères d'identification de l'espèce <i>Ph. zebra</i>	56
41	La densité des blattes urbaines durant les deux années d'étude.	57
42	La répartition mensuelle des blattes récoltées durant les deux années d'étude.	58
43	Structure du peuplement des blattes capturées dans les sites urbains.	58
44	Ration des espèces des blattes récoltées dans les milieux urbains.	59
45	Les indices écologiques de structure de notre région d'étude.	61
46	Les critères d'identification de l'espèce <i>S. longipalpa</i>	62
47	Les critères d'identification de l'espèce <i>B. germanica</i>	63
48	Les critères d'identification de l'espèce <i>P. americana</i>	64
49	Les critères d'identification de l'espèce <i>Bt. lateralis</i>	65
50	Les critères d'identification de l'espèce <i>Bt. orientalis</i>	66
51	Les critères d'identification de l'espèce <i>Periplaneta sp.</i>	67
52	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le temps du premier contact antennaire	74
53	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le temps de la première parade	75
54	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le nombre de parade	76
55	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le temps du premier léchage	77
56	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le nombre de léchage	78
57	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le temps de la première tentative d'accouplement	79
58	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur le nombre de tentative d'accouplement	80
59	Effet de <i>C. arabica</i> (500 µg/ml) sur la durée de l'accouplement	81

60	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le temps du premier contact antennaire	83
61	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le temps de la première parade	84
62	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le nombre de parade	85
63	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le temps du premier léchage	86
64	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le nombre de léchage	87
65	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le temps de la première tentative d'accouplement	88
66	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur le nombre de tentative d'accouplement	89
67	Effet de <i>R. chalepensis</i> (500 µg/ml) sur la durée de l'accouplement	90

Introduction



1. Introduction

Les insectes constituent le groupe d'organismes dominant sur la terre, à la fois en termes de diversité taxonomique (> 50% de toutes les espèces décrites) et de fonction écologique (**Wilson, 1992**). Il est depuis longtemps reconnu et documenté que les insectes sont le groupe d'organismes le plus diversifié, ce qui signifie que le nombre d'espèces d'insectes est plus que tout autre groupe. Dans le monde, environ 900 000 espèces d'insectes vivants sont connues. Cette représentation représente environ 80% des espèces du monde (**Sabrosky, 1952**).

Les insectes vivent sur la Terre depuis environ 350 millions d'années, contre moins de 2 millions pour les humains. Pendant ce temps, ils ont évolué dans de nombreuses directions pour s'adapter à la vie dans presque tous les types d'habitats et ont développé de nombreuses caractéristiques inhabituelles, pittoresques et même étonnantes (**Triplehorn & Johnson, 2005**). La capacité de réaction rapide aux changements environnementaux fait des insectes des indicateurs de changement utiles, des ingénieurs majeurs et des régulateurs potentiels des conditions des écosystèmes, et des concurrents fréquents avec des demandes humaines en ressources écosystémiques ou vecteurs de maladies humaines et animales (**Schowalter, 2016**). Parmi ces insectes, les blattes.

Les blattes sont une forme d'insecte ancienne et très réussie. Ils faisaient partie de ces groupes d'insectes qui ont évolué lors du premier grand rayonnement d'insectes, et les blattes primitives ou ancestrales existent depuis environ 350 millions d'années ou depuis le début du Carbonifère. Ils semblent avoir atteint une forme corporelle optimale et d'autres caractéristiques au début de leur histoire évolutive (**Cochran, 2009**).

Elles sont appelées insectes orthoptéroïdes généralisés qui les classe avec les vrais Orthoptères (grillons, sauterelles, criquets), Phasmatodea (bâtons de marche), Mantodea (mantes religieuses), Plécoptères (mouches des pierres), Dermaptera (perce-oreilles), Isoptères (termites) et quelques autres groupes mineurs. Les relations phylogénétiques entre tous ces groupes ne sont pas fermement établies, bien que plusieurs théories existent, et certains taxonomistes modernes préfèrent placer ces deux groupes, ainsi que les termites, dans l'ordre des Dictyoptères (**Cochran, 2009**).

La nouvelle classification utilisée suit généralement la classification de **Beccaloni (2015)**, et également basé sur les travaux de **McKittrick (1964)** et **Roth (2003)**, montre que les



blattes appartiennent à l'ordre des Blattodea, un taxon relativement nouveau qui regroupe les anciens Dictyoptères sans les mantes et l'ordre aboli des Isoptères, les termites (**Fraival, 2014**).

Les Blattodea sont divisés en trois superfamilles : Corydioidea, Blaberoidea et Blattoidea. La relation entre les superfamilles est encore incertaine, mais Blaberoidea et Blattoidea pourraient bien être des groupes frères. Les Corydioidea se composent de deux familles, les Corydiidae et les Nocticolidae, tandis que les Blaberoidea se composent des Ectobiidae (Blattellidae) et des Blaberidae. Les Blattoidea contiennent la famille des blattidés, les termites (Isoptera) et un certain nombre de familles de blattes plus petites : Anaplectidae, Cryptocercidae, Lamproblattidae et Tryonicidae (**Foottit & Adler, 2017**).

Les blattes sont généralement aplaties avec le corps ressemblant à un large ovale. La tête est dirigée vers le bas, avec des pièces buccales à mâcher, et est généralement partiellement ou complètement cachée par un grand pronotum en forme de bouclier ; les antennes en fouet mince comportent jusqu'à 100 articles. Les blattes peuvent être complètement ailées complètement sans ailes, ou à divers stades entre ces deux extrêmes. Lorsqu'elles sont présentes, les ailes antérieures (tegmen) sont généralement un peu sclérosées, avec une texture coriace, et les ailes postérieures sont membraneuses. L'abdomen est très aplati dorso-ventralement ; des glandes répugnatoires s'ouvrent sur ses tergites ; il porte une paire de cerques courts, plats et segmentés à son extrémité. Les pattes sont de nombre 6 pattes longues généralement épineuses et grêles, généralement cursives à l'extrémité caudale (**Gurney, 1937 ; Fraival, 2014 ; Foottit & Adler, 2017**).

Les blattes sont des insectes à métamorphose incomplète. Cela signifie qu'il y a trois étapes qui seront généralement contrées ; œuf, larve et adulte (**Walker et al., 1994**). Chez plusieurs espèces de blattes, une parade nuptiale précède l'accouplement. Le contact entre les deux partenaires s'effectue à l'aide des antennes. Le mâle tapote parfois le corps de la femelle avec ses antennes. Il se retourne ensuite, soulève ses ailes, les fait vibrer et allonge son abdomen. Cet étirement expose les ouvertures de deux glandes dorsales qui sécrètent une substance spéciale. La femelle lèche cette sécrétion. Puis le mâle recule sous la femelle et pousse son pénis dans son ouverture génitale. Sans quitter sa partenaire, le mâle effectue alors une rotation de 180° (**Grandcolas, 1999**). Les deux insectes restent ainsi attachés par l'extrémité de leur abdomen pendant environ une heure, la semence du mâle passant dans le corps de la femelle. Au cours des jours suivants, la génération future se prépare dans le corps de la femelle sous forme des œufs (**Grandcolas, 1991 ; Bell et al., 1979**).



Les œufs de blattes sont déposés en groupe et sont entourés d'une enveloppe protectrice plus ou moins dure. L'ensemble de la structure s'appelle une oothèque ou une caisse à œufs. L'oothèque est formée par la femelle et une fois terminée, elle est déposée dans un endroit approprié, portée à l'extérieur par la femelle (l'espèce ovipare) ou portée à l'intérieur du corps de la femelle (l'espèce vivipare) (**Roth & Willis, 1954**). Le parcours que suit la femelle à cet égard est une caractéristique de l'espèce et a une incidence sur la forme de l'oothèque (**Roth, 1968**). Les espèces vivipares ont tendance à produire des oothèques flexibles à parois minces dans lesquelles la quille est absente ou rudimentaire. Les espèces ovipares produisent des oothèques complètes et qui dans de nombreux cas sont assez résistantes à la dessiccation. Les espèces qui déposent leur oothèque dans des situations naturelles à l'extérieur peuvent préparer des trous dans le sol, le bois pourri ou un autre magasin de substrat reçoit l'oothèque. Après le dépôt d'une oothèque, la femelle couvre généralement l'ouverture avec un matériau approprié. Cependant, dans les situations domestiques où les matériaux de substrat utilisables sont limités, un dépôt lâche ou un collage de l'oothèque à une surface se produit normalement (**McKittrick, 1964**). De ces caisses d'œufs émergent les larves libres et actives. Ils poussent grossièrement une série de mues avant d'atteindre le stade adulte. Le changement le plus visible qui se produit à ce moment-là est l'apparence des ailes. Chez certaines espèces, cependant, les ailes sont soit réduites, soit absentes (**Beier, 1974**).

Les larves ressemblent généralement aux adultes, à l'exception de la taille et du fait que leurs ailes et leurs organes génitaux ne sont pas développés. Ces structures sont cependant parfois indiquées par des extensions non articulées en forme de lobe du méso et du métathorax aux stades ultérieurs du développement. Les stades précoces des deux sexes ont des styles sur la plaque sous-génitale ; ceux-ci sont généralement perdus dans les stades féminins plus âgés et sont absents chez les femelles adultes (**Walker et al., 1994**).

Les blattes se sont des omnivores, utilisant leurs pièces buccales à mâcher pour se nourrir d'une grande variété de produits alimentaires en plus des déchets biologiques tels que les ordures et les eaux usées (**Roth & Willis, 1957 ; James & Harwood, 1969**). On les trouve partout où les gens préparent ou stockent de la nourriture pour eux-mêmes ou pour d'autres animaux et ils sont des contaminants potentiels à moins que la nourriture ne soit adéquatement protégée (**Kurtz & Harris, 1961**). Bien qu'ils préfèrent les aliments féculents ou sucrés, ils peuvent essayer de se nourrir de presque tout ce qui est de nature biologique. Si des aliments plus désirables ne sont pas disponibles. Les aliments typiques préférés par les blattes



domiciliaires sont le sucre, les bonbons, le chocolat, la viande, le fromage, le lait et le pain. Cependant, presque aucun des matériaux utilisés dans la consommation humaine n'est exempt de contamination par ceux-ci. De plus, les blattes se nourrissent facilement de reliures, d'insectes morts, de sang, d'excréments, d'excréments et de diverses sortes de débris animaux ou végétaux. Sous les tropiques, de nombreuses blattes en liberté se nourrissent principalement de débris, mais consomment également d'autres matières organiques, notamment des fientes d'oiseaux (**Schal & Bell, 1982**).

Les blattes (Blattodea) ont la deuxième plus grande nombre d'espèces de tous les groupes d'insectes polynéoptères (**Beccaloni & Eggleton, 2011**), Certaines découvertes récentes, telles que l'estimation de **Basset (2001)** selon laquelle les blattes constituent environ 24% de la biomasse d'arthropodes dans le couvert des arbres tropicaux dans le monde.

Les blattes sont présentes sur tous les continents sauf l'Antarctique, mais sont plus diversifiées dans les régions tropicales et subtropicales, avec la plus grande concentration d'espèces dans la région néotropicale, Ils se produisent dans une grande variété d'habitats, des déserts aux environnements semi-aquatiques. Cependant, le plus grand nombre d'espèces vivent dans des forêts chaudes et humides (**Beier, 1974**).

À ce jour, environ 4 600 espèces de blattes ont été citées et il reste probablement au moins deux fois ce nombre à découvrir dans le monde. Bien que la plupart des espèces se trouvent dans les tropiques, quelques-unes se trouvent dans les régions tempérées. Il existe environ 130 blattes européennes indigènes et, peut-être surprenant, de nouvelles espèces sont encore en cours de découverte dans cette région bien étudiée (**Beccaloni & Eggleton, 2011**).

La grande diversité des espèces de blattes appartient de la superfamille des Blaberoidea, elle contient la famille des Ectobiidae qui présente environ la moitié des blattes avec 2326 espèces, et la famille des Blaberidae qui comprend 1201 espèces. Ces deux familles sont largement distribuées, en Afrique au sud du Sahara, en Asie du sud-est, en Australie, dans Amérique du Sud et en Amérique centrale, elles sont principalement des blattes de taille moyenne à grande (**Roth & Princis, 1973 ; Walker et al., 1994 ; Beccaloni & Eggleton, 2013**). Tandis que la superfamille des Blattoidea comprenant la grande famille des Blattidae qui contient 631 espèces. Cette famille comprend des espèces de ravageurs bien connues telles que la blatte orientale et la blatte américaine. Ces blattes sont trouvées dans le monde entier, et sont trouvées principalement en Afrique, en Asie et en Australie. Leur taille du corps est très



variable, d'assez petite à assez grande (**Roth, 1993 ; Beccaloni & Eggleton, 2013 ; Beccaloni, 2015**). La dernière superfamille des Corydioidea contient 291 espèces, elle est caractérisée par des blattes du désert capable adaptées aux habitats secs, et de blattes petites qui vivent dans les cavernes (**Roth, 1988 ; Beccaloni & Eggleton, 2013 ; Beccaloni, 2015**).

Les blattes forestières sont le meilleur exemple d'insectes de litière forestière, il souvent existe dans la litière et surtout au niveau du sol, ces insectes se nourrissent de débris végétaux et qui aident également à décomposer les feuilles mortes. La composition de la faune des blattoptères peut varier d'une région à l'autre, en fonction de l'habitat et de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (**Rust et al., 1995**). La variabilité des habitats et l'adaptation aux facteurs climatiques entraînent des variations considérables (**Cornwell, 1968**).

Alors, un nombre relativement faible, compte tenu du grand nombre d'espèces de blattes se sont adaptées aux habitats péris domestiques et domestiques (**Robinson, 2005**). **Rehn (1945)** a souligné que la majorité des espèces de blattes ne sont pas des ravageurs domiciliaires ; en fait, les principales espèces de ravageurs constituent moins de 1,0% de toutes les espèces de blattes connues. Les blattes domestiques les plus représentatives et les plus adaptés avec l'homme sont : la blatte américaine (*Periplaneta americana*), la blatte orientale (*Blatta orientalis*), la blatte germanique (*Blattella germanica*), et la blatte rayée (*Supella longipalpa*) (**Cornwell, 1968 ; 1976 ; Gordon, 1968 ; Guillaumin et al., 1969**).

En Afrique de Nord, la faune Blattoptère n'est pas suffisamment connue, peu de détails et de recherches étaient disponible sur ce groupe d'insecte, tant sur le pan de la biodiversité que sur le plan de biologie spécifique. Durant les années (**1929 ; 1943**) **Chopard** décrit et identifie la faune des orthoptères, y compris les blattes au niveau du bassin méditerranéen. En Algérie, peu de travaux sont réalisées sur l'inventaire des blattes forestières et urbaines, tel les travaux de **Cherairia (2004)** dans l'est de l'Algérie (Guelma), les travaux de **Habbachi (2013)** sur les blattes forestières et urbaines dans la région nord est de l'Algérie (Annaba, Guelma, Souk-Ahras, Biskra et El-oued), Nous citons aussi les travaux réalisés par **Masna et al. (2014)** dans les régions semi-arides de Laghouat, et **Masna (2016)** dans la région de Djelfa, et celle d'**Azoui (2017)** dans la région de Batna.

En raison de la rareté des recherches sur la biodiversité de ces insectes, la plupart des études menées sur les blattes en Algérie sont largement axées sur les études toxicologiques sur les blattes urbaines, qui sont à leur tour un ravageur difficile à contrôler.



Les blattes urbaines sont considérées comme des insectes nuisibles et l'importance médicale des blattes est peut-être bien plus grande que ce qui est généralement reconnu (**Baumholtz *et al.*, 1997**). Il a été démontré qu'elles hébergent des bactéries pathogènes, des virus, des protozoaires et des champignons affectant l'homme et d'autres vertébrés (**Cloarec *et al.*, 1992**). L'importance de ce point devient claire quand on se rend compte que les cafards se déplacent librement d'un bâtiment à un autre ou d'un égout ou d'un accès à une habitation humaine (**Haines & Palmer, 1955**) et que l'ordre dans lequel ces mouvements se produisent est sans rapport avec la sensibilité humaine ou considérations de santé publique. En effet, le contact occasionnel des blattes avec les surfaces est efficace pour favoriser la propagation des bactéries (**Cloarec *et al.*, 1992 ; Kopanic *et al.*, 1994**).

Au cours des dernières décennies, l'homme fait des efforts considérables à la recherche des méthodes efficaces pour éliminer et bien réduire la propagation de ces insectes, la lutte contre les ravageurs domestiques et structurels comprend l'utilisation de diverses méthodes chimiques et non chimiques, telles que l'utilisation de méthodes biologiques, culturelles et mécaniques, et la surveillance des ravageurs pour déterminer les niveaux de prise de décision peut avoir une application limitée dans l'environnement domestique. L'utilisation de prédateurs, de parasites ou d'autres stratégies de lutte biologique contre les ravageurs à l'intérieur doit tenir compte des attitudes du public cible à l'égard de la présence d'organismes supplémentaires à l'intérieur (**Robinson, 2005**).

Pendant plusieurs décennies, les insecticides chimiques ont été privilégiés pour lutter contre les épidémies soudaines de ravageurs. L'utilisation répétée des insecticides chimiques favorise de nombreux risques environnementaux, y compris le développement de la résistance des vecteurs à ces produits chimiques et la perturbation des systèmes de lutte biologique naturelle (**Pushpanathan *et al.*, 2008**). De plus, ces produits chimiques persistent dans l'environnement pendant une période de temps imprévisible. La majorité des pesticides chimiques sont nocifs pour l'homme et les animaux, dont certains ne sont pas facilement dégradables et propagent des effets toxiques. En raison de leur utilisation accrue, les insecticides peuvent entrer dans la chaîne alimentaire et, par conséquent, les organes internes tels que le foie, les reins, etc., peuvent être endommagés de manière irréversible. Ils entraînent même une mutation des gènes et ces changements ne deviennent importants qu'après quelques générations (**Govindarajan *et al.*, 2011**).



L'utilisation intensive de pesticides chimiques ou d'insecticides a entraîné une résistance des insectes ravageurs en plus de la contamination par les résidus de l'alimentation humaine, de la toxicité pour les mammifères et de la pollution de l'environnement. Ces facteurs ont créé le besoin d'agents écologiques, dégradables et spécifiques à la cible à des fins de lutte contre les insectes nuisibles. Les extraits de plantes ont gagné en importance dans la lutte contre les insectes, étant considérés comme sans danger pour l'environnement, moins dangereux pour le biote non ciblé et peu coûteux, et peuvent être appliqués efficacement en utilisant des techniques plus adaptées aux pays en développement (**Mohamed et al., 2003**).

Les plantes ont été utilisées à travers l'histoire humaine dans la cuisine, les médicaments, les cosmétiques et les insecticides et sont une riche source de produits chimiques et de médicaments pour l'homme. Cependant, les plantes produisent des milliers d'autres composés insecticides et ayant divers modes d'action tels que des actions hormonales, neurologiques, nutritionnelles ou enzymatiques (**Rosenthal & Janzen, 1979**). Un certain nombre de dérivés végétaux sont connus pour fonctionner comme insecticides, insectifuges, anti-appétissants et régulateurs de croissance et de développement d'insectes. Les effets des métabolites secondaires des plantes responsables de l'activité insecticide sont décrits comme la suppression du comportement d'appel, le retard de croissance, la toxicité, la dissuasion de la ponte, l'inhibition de l'alimentation et la réduction de la fécondité et de la fertilité (**Veer & Gopalakrishnan, 2016**).

En Algérie les travaux réalisées sur la toxicité ont été évalué contre la blatte germanique beaucoup plus en raison de leur prolifération et de son facilité d'adaptation (**Willis et al., 1985**), plusieurs catégories des insecticides et des bio-insecticides sont testés sur la mortalité de cet espèce, comme indoxacarbe et benfuracarbe (**Maiza et al., 2004, 2010**), l'acide borique (insecticide inorganique) (**Habes et al., 2006**), et pour les essais biologiques ont été réalisés par le Spinoda (**Habbachi et al., 2009 ; Maisa et al., 2011**), *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (**Habbachi, 2013**), l'Azadirachtine et *Peganum harmala* (**Masna, 2016**), et par *Euphorbia bupleuroides* (**Azoui, 2017**).

Notre pays possède une riche biodiversité de plantes médicinales, utilisées à des fins diverses. Les principes actifs des herbes ont des bio-activités uniques, Alors, Dans le présent travail nous avons étudié l'effet de bio-insecticides : *Ruta chalepensis* et *Cleome arabica* contre *Blattella germanica*.



R. chalepensis est une plante native de la région méditerranéenne, elle est relativement commune dans toute l'Algérie septentrionale (**Baba aissa, 1999**). L'effet toxique le plus connue de cette espèce est la phototoxicité, qui est due à sa richesse en Furanocoumarines (psoralènes), En effet celles-ci induisent, par contact des feuilles contuses suivi d'une exposition au soleil, une dermatite aiguë qui ressemble à une brûlure du premier ou du deuxième degré. Secondairement la peau gardera une hyperpigmentation qui peut persistée assez longtemps. Plus grave, après absorption digestive, ces coumarines sont toxiques pour le rein et le foie, voire cancérigènes, (**Aouadhi, 2010**), Elle repousse les insectes (**Le moine, 2001**) et est utilisée contre la gale et les parasites de la tête (**Bonnier, 1999**).

C. arabica est une plante vivace, fréquent dans les savanes désertiques et les tamaricacées de l'étage tropical. En Algérie ; la plante est commune dans la cuvette du Hodna et assez commune dans l'atlas Saharien (**Ozenda, 1991**). C'est une plante à odeur fétide, toxique et présente des effets hallucinogènes et provoque des troubles nerveux chez les animaux. Les glandes stipées sécrètent une substance visqueuse (**Gubb, 1913**). Ces effets varient selon l'intensité, la voie, la fréquence et la durée de l'exposition mais aussi en fonction de l'espèce, du sexe, de l'âge et du stade de développement de l'espèce. Ils peuvent être réversibles ou irréversibles, immédiats ou différés (**Dor & Bonvallot, 2005 ; Sánchez-Bayo, 2009**).

Les blattes constituent évidemment un groupe très réussi et ont su s'adapter à presque tous les types imaginables de niche écologique, du désert aux habitats aquatiques (**Roth & Willis, 1960**). « La reproduction est une phase de la biologie des blattes qui démontre la diversité des comportements qui ont évolué dans ce groupe relativement ancien » (**Roth & Willis, 1954**).

Le comportement reproducteur de la plupart des plus de 3 500 espèces de cafards est encore inconnu. Moins d'une demi-douzaine d'espèces ont été étudiées de manière intensive, et c'est de celles-ci, les espèces les plus étroitement associées à l'homme, que provient l'essentiel de nos connaissances sur le comportement du groupe. Il existe maintenant suffisamment d'informations supplémentaires, sur certaines des formes les moins courantes, pour nous permettre de résumer la reproduction de blattes d'habitudes assez différentes (**Roth & Willis, 1954**).

Par conséquent, la reproduction des blattes est un sujet qui n'a pas seulement un intérêt académique, La reproduction des blattes a fait l'objet d'un grand nombre d'études, du



comportement d'accouplement et de ponte au contrôle endocrinien et au développement larvaires (**Roth & Willis, 1952 ; Schal & Bell, 1985 ; Sreng, 1993**).

Un vaste corpus de recherche est axé sur les blattes, y compris l'écologie et le comportement (**Schal et al., 1984 ; Rugg & Rose, 1991 ; Grandcolas, 1998 ; Park et al., 2002**), la reproduction (**Willis et al., 1958 ; Roth & Barth, 1964 ; Barth, 1968 ; Roth, 1968 ; Sreng, 1993**) et de nombreux autres domaines. Pour les études liées au comportement sexuel des blattes en Algérie, elles sont quasiment inexistantes, de sorte qu'il n'y a pas beaucoup d'études concernant ce domaine et ses bienfaits. On peut citer les travaux de **Shafeek et al. (2004)** effectuée sur le système nerveux de *Periplaneta americana* traité par l'Azadirachtine, les travaux réalisées sur la reproduction et le comportement sexuel de *Loboptera decipiens* et *B. germanica* (**Habbachi, 2009**), et aussi les études de **Habbachi (2013)** sur l'attractivité sexuelle et grégaire chez la blatte germanique traité par *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, et finalement les travaux de **Masna (2016)** sur l'accouplement et l'attractivité sexuel de *B. germanica* traité par L'Azadirachtine et *Peganum harmala*.

La reproduction, permettant à l'individu d'augmenter son espèce plusieurs fois, est un facteur vital dans la biologie d'une espèce d'insecte. Ce n'est que rarement que des essaims d'insectes envahissent une localité à partir d'un point éloigné ; chaque communauté élève généralement ses propres insectes ravageurs (**Metcalf & Flint, 1939**). Lorsque les espèces ont un temps de génération court et un taux de reproduction élevé, la phénotypique constitue un mécanisme de survie essentiel pour l'adaptation (**Thomas et al., 2001 ; Valladares et al., 2014**). De plus, les réponses évolutives au changement climatique ne s'excluent pas mutuellement. Le concept de sauvetage évolutif pour arrêter le déclin de la population et permettre le rétablissement de la population (**Gonzalez et al., 2013**), et les blattes illustrent parfaitement ce principe.

Par conséquent, l'étude de la reproduction des blattes va nous permettre de comprendre les mécanismes de reproduction de ces espèces, et ainsi accéder à des méthodes modernes qui permettent d'éliminer ces espèces nuisibles, en réduisant leur reproduction ce qui permet en quelque sorte une élimination indirecte de leur propagation.

Pour les objectifs visés dans cette étude. Le premier objectif, est de mettre à jour la compréhension actuelle de la faune de blattes dans les différents écosystèmes Algériennes, par établir un inventaire qualitatif et quantitatif des différents peuplements de blattes existant dans



les milieux forestiers et urbains. L'inventaire est réalisé dans la pinède de Djelfa (forêt de Sénalba Chergui), la pinède d'El-Tarf (forêt de Lehnaya), le chêne-liège et l'Eucalyptus d'Annaba (forêt de Seraïdi et forêt d'Aïn Achir), et dans les différents endroits urbains de Bou-Saâda la wilaya de M'sila (maisons, boulangerie et menuiserie).

Le deuxième objectif de cette étude, est l'évaluation de l'effet toxiques des extraits aqueux des feuilles de *Ruta chalepensis* et *Cleome arabica* à des différents doses sur la mortalité des adultes (Mâles et femelles) de *B. germanica*, cette étude toxicologique est suivie par une étude comportementale, olfactive et sexuelle, sur ces insectes avec les mêmes plantes.

Enfin, Après l'étude de la toxicité des ces deux bio-insecticides sur *B. germanica* et afin de mieux cerner l'effet direct et/ou différé de ces deux produits, nous nous sommes penchés sur l'effet potentiel des doses sub-létales des extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis* et *C. arabica* sur les différentes phases comportementales conduisant à l'accouplement, et évalué aussi l'effet de ces produits sur l'attractivité sexuelle et grégaire de cette espèce.

Matériel

&

Méthodes



2. Matériel & Méthodes

2.1. Présentation des blattes

Les blattes sont un ordre d'insectes modérément diversifié mais peu étudié, la majorité de leur diversité étant présente dans les régions tropicales et subtropicales (**Evangelista, 2016**). Ils sont répartis sur tous les continents mais habitent principalement les régions tropicales (**Princis 1963 ; Beccaloni, 2014**).

Ils sont actifs dans toute la dimension verticale de l'environnement terrestre, de la partie supérieure de la canopée forestière jusqu'aux profondeurs du sol, et habitent les grottes, les mines, les arbres creux, les terriers et les espaces sous-écorces (**Roth & Willis, 1960**). On les trouve également dans les feuilles mortes, les bûches pourries, les ruisseaux et les bords des ruisseaux, les épiphytes, les piscines d'eau arboricoles, les nids d'insectes sociaux, les rongeurs, les reptiles, les oiseaux et les structures artificielles telles que les habitations, les navires et les avions (**Roth & Willis, 1960**). Dans l'ensemble, les blattes sont considérées comme des éboueurs dans les écosystèmes terrestres. Ils recyclent les plantes mortes, les animaux morts et les excréments, des processus essentiels à un environnement équilibré (**Bell et al., 2007**).

En réalité, il existe deux types des blattes. Les blattes urbaines qui disent « nuisibles » ne constituent pas plus de 30 espèces dans le monde, et la majorité des autres blattes résident dans des environnements forestiers peu pertinents pour la vie humaine (**Schal & Hamilton, 1990 ; Bell et al., 2007**).

- Les blattes forestières

Dans les forêts, les blattes sont très abondantes, se présentent sous une variété de formes et de tailles et se trouvent partout dans le monde, pourtant leur présence reste mal inconnue (**Grandcolas, 1998 ; 2000**). Bien qu'elles soient rarement mentionnées en tant que telles dans les textes de pédologie ou d'écologie, la majorité des espèces de blattes forestières peuvent être classées dans la faune du sol (**Eisenbeis & Wichard, 1985**). Beaucoup vivent dans l'horizon de litière supérieur, certains s'enfouissent dans la couche de sol minéral et d'autres encore habitent des sols en suspension. Les blattes sont également associées aux troncs et souches en décomposition, aux roches, aux arbres vivants et aux macro-champignons, qui sont physiquement distincts du sol mais ont des liens biologiques avec le sol (**Wallwork, 1976**).

Dans la majorité de ces habitats, le régime alimentaire de base des blattes se compose de matières végétales mortes. Dans les climats tempérés, les blattes sont généralement reléguées



à un rôle mineur dans la biologie des sols car les densités de population peuvent être faibles (**Eisenbeis & Wichard, 1985**). En outre, les blattes forestières sont considérées comme des espèces bioindicateurs indiquant une santé forestière exceptionnelle (**Chopard, 1943**).

- Les blattes urbaines

Les blattes existent depuis environ 360 millions ans (**Cochran, 1982**), et ils sont l'un des groupes importants d'insectes nuisibles en milieu urbain (**Brenner, 1995**). Les blattes vivant dans les habitats urbains sont omnivores et consomment un large éventail de types de nourriture (**Cornwell 1968**). Une source de nourriture peut être exploitée soit par un individu, soit, comme c'est généralement le cas chez ces espèces, par un groupe de blattes (**Rivault & Cloarec, 1990**).

Certaines espèces de blattes sont capables de s'installer dans des habitats urbains qui fournissent toutes les ressources et conditions environnementales requises la nourriture, l'eau, l'abri, la température et l'humidité (**Cornwell, 1968**). Les blattes urbaines partagent une grande variété d'exigences écologiques et de traits d'histoire de vie, parmi lesquels la grégarité, l'activité nocturne et les régimes alimentaires omnivores sont les plus importants (**Bell & Adiyodi, 1981 ; Rivault, 1990 ; Brenner et al., 1998**).

2.2. Inventaires des blattes Algériennes

2.2.1. Inventaires des blattes forestières

En raison du manque des connaissances de la biodiversité des blattes forestières dans les différents écosystèmes algériens, nous avons mené un inventaire quantitatif et qualitatif pour évaluer la biodiversité des peuplements des blattes dans les différentes forêts de l'Algérie.

a. Technique de récolte et identification

Les blattes ont été récoltées par une personne à la main à l'intérieur de la litière et fouillés sous les pierres et sur les branches. Les captures ont été réalisées dans quatre parcelles de 1 m² chacune, pendant 2 heures du temps la matinée. Les captures ont été effectuées mensuellement durant la période de 2 ans (les deux ans sont répartis dans la période de Novembre 2018 à Octobre 2021). Les échantillons ont été conservés dans de l'alcool (70 %) et ensuite retournés pour identification au laboratoire. Chaque échantillon était composé d'oothèques, de jeunes larves (L1, L2 et L3), de larves âgées (à partir de L4) et des adultes. Les clés d'identification de **Chopard (1943 ; 1951)** ont été utilisées pour l'identification de diverses espèces de blattes capturées, puis les résultats sont confirmés par Horst BOHN (Muséum de Collection zoologique, Munich, Allemagne).



Figure 1. La collecte des individus des blattes (Photo originale).

b. Présentation des zones d'étude

La récolte des blattes est réalisée dans différents wilayas de l'Algérie : la pinède d'El Tarf (forêt de Lehnaya), le chênaie et l'Eucalyptus de Annaba (forêt de chêne-liège à Seraïdi et la forêt d'Eucalyptus à Aïn Achir) et la pinède de Djelfa (forêt de Sénalba Chergui) (Figure 2).

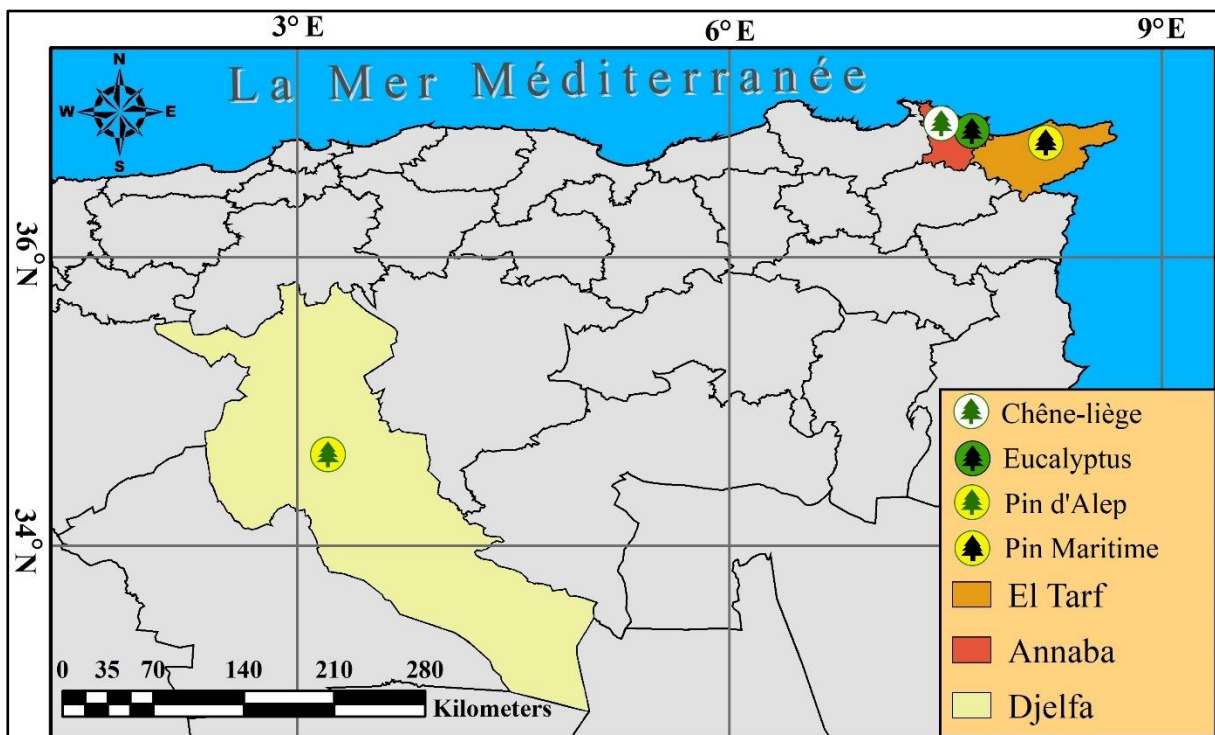


Figure 2. Situation géographique des zones d'études forestières (Photo originale).



Pour les deux premières wilayas sont situées au nord-est de l'Algérie, à la frontière Algéro-Tunisienne, elles sont caractérisées par un climat sub-humide à hiver chaud (Figure 4 et 8). La troisième wilaya, Djelfa, fait partie des hauts plateaux du centre algérien, et caractérisées par un climat semi-aride avec l'existence de deux saisons, l'une sèche et chaude l'autre pluvieuse et froide (Figure 11).

b.1. La région d'Annaba

C'est une ville côtière de l'Est algérien bordée par la mer méditerranée. Elle est située à 600 km d'Alger et est la 3^{ème} ville principale du pays, après la capitale Alger et Oran. Elle s'étend sur 1 439 km² soit 0,06 % du territoire national, avec 80 Km sur le littoral méditerranéen. Elle est localisée entre 7° E et 8° 05'E de longitude et 35° 30'N et 37° 30' N de latitude. Annaba se situe entre le fleuve Seybousse et la frontière avec la Tunisie. Elle est limitée au Nord par la Mer Méditerranée ; à l'Est par la wilaya d'El Tarf ; à l'Ouest par la wilaya de Skikda ; au Sud par la wilaya de Guelma (A.N.I.R.E.F, 2020).

D'après les valeurs de la température enregistrées dans tableau 1, le climat de Annaba est dit tempéré chaud. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Annaba qu'elles ne le sont en été. Annaba affiche 17.9 °C de température en moyenne sur toute l'année. Les précipitations sont en moyenne de 671 mm par an. Le taux d'humidité relative d'Annaba varie entre 78% et 55% durant l'année (Tableau 1).

Tableau 1. Les données climatiques moyennes mensuelles (Température, précipitation et humidité) de la région d'Annaba durant 2000-2020 (O.N.M.A, 2020).

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T° moyenne M. (°C)	10.2	10.3	12.6	15.3	18.8	23.4	26.6	26.8	23.6	20.3	14.8	11.5
T° minimale M. (°C)	6.6	6.5	8.2	10.6	14	18	21.1	21.8	19.5	16.2	11.2	8
T° maximale M. (°C)	14.1	14.4	17.3	20.1	24	29	32.5	32.6	28.5	25.2	18.9	15.3
Précipitations (mm)	95	80	68	61	40	11	2	12	43	64	97	98
Humidité (%)	77%	76%	75%	73%	68%	59%	55%	56%	65%	69%	73%	78%

Selon **Bagnouls & Gaussen (1953)** le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de définir empiriquement la durée de la saison sèche et par conséquent la saison humide. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle (P) exprimé en millimètre et la température moyenne mensuelle exprimé en degré Celsius qui sont portées sur des axes où l'échelle de la



pluviosité est le double de la température. La sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle est inférieure au double de température moyenne.

Selon le diagramme ombrothermique le climat de la région d'Annaba est caractérisé par deux périodes climatiques, une période sèche en été de Mai à Septembre et une période humide qui s'étale sur les mois d'octobre jusqu'au mois d'avril (Figure 3).

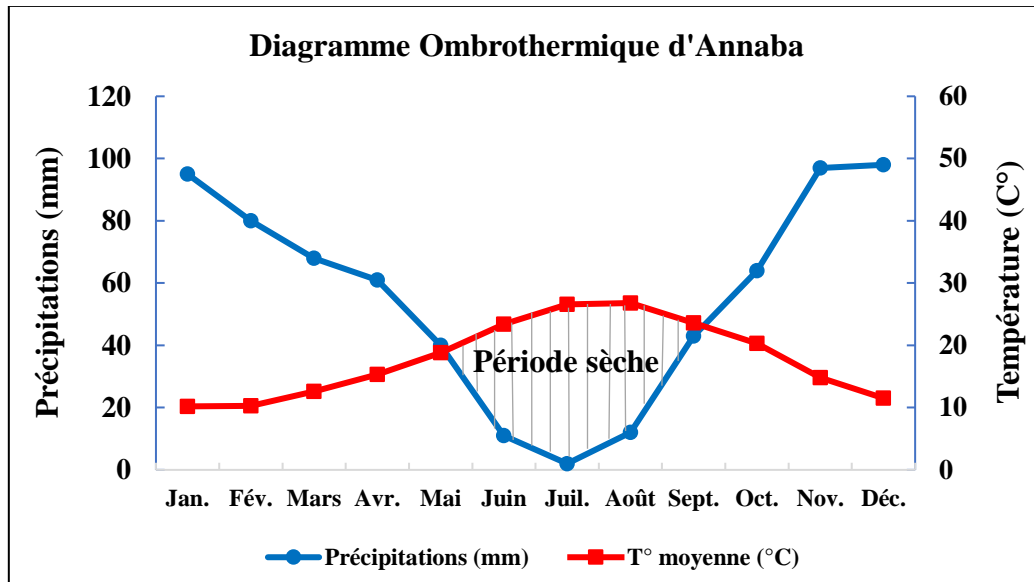


Figure 3. Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région d'Annaba durant 2000-2020.

Emberger (1955) a défini un quotient pluviométrique qui permet de distinguer entre les différentes nuances du climat méditerranéen. L'auteur précité a mis au point un indice tenant du total annuel des précipitations et des maxima et minima des températures, c'est le quotient pluviométrique d'Emberger simplifié par Stewart (1969). Il permet ainsi de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Les abscisses portent les moyennes des températures minimales du mois le plus froid (m) exprimées en °C et les ordonnées représentent Q2.

La valeur Q2 de la région d'Annaba est 87,82 donc elle est classée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Figure 4).

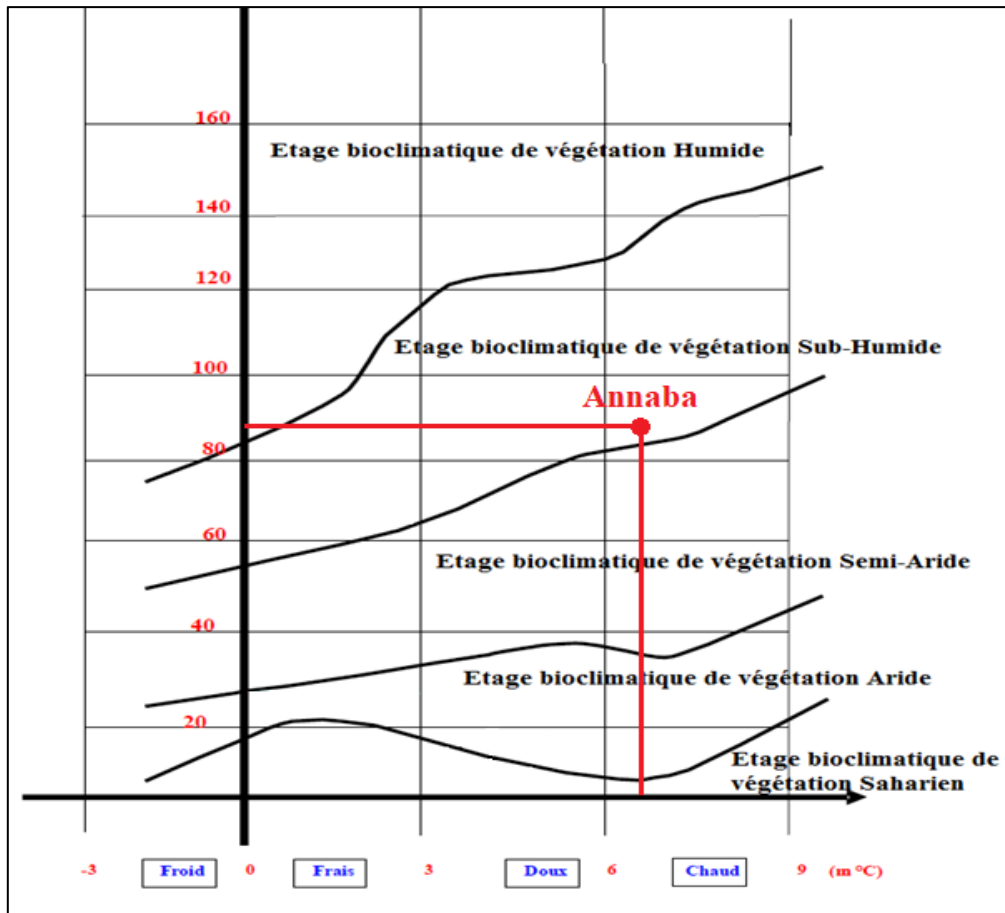


Figure 4. Climagramme pluviothermique d'Emberger d'Annaba durant 2000-2020.

L'indice d'aridité (Aa) est le rapport entre la pluie annuelle (en millimètre) et la température moyenne (°C) au quelle on ajoute 10 (Ozenda, 1982). Selon Prévost (1999), si $Aa < 10$ le climat est très sec, si $10 < Aa < 20$ le climat est sec, $20 < Aa < 30$ le climat est humide et $Aa > 30$ le climat est très humide.

A partir de l'indice d'aridité calculé de la région d'Annaba qui est égale à 24,05, la région d'Annaba a un climat humide.

La forêt de Seraïdi

La première forêt étudiée dans la région de Annaba est une forêt de chêne-liège (36°54'29" Nord et 7°41'11" Est) (Figure 5). Qui est localisée dans la commune de Seraïdi (36°55' Nord et 7°40' Est), sur les hauteurs du massif de l'Edough à 850 mètres d'altitude et à 13,3 kilomètres de la ville de Annaba. Le massif montagneux de l'Edough est formé de trois ensembles : le Djebel Edough (commune de Seraïdi) culminant à 1008 m d'altitude, le Djebel Chaïba (commune d'Oued El Aneb) à 827 m d'altitude et le massif du Cap de Fer qui culmine à Kef Ennsour (commune de Chétaïbi) à 247 m d'altitude (Habbachi, 2013).



La flore du massif forestier de l'Edough (Seraïdi) est caractérisée par deux essences principales : le chêne-liège, qui occupe jusqu'au sommet toutes les pentes orientées au sud et au sud-ouest, l'autre essence est le chêne zeen (*Quercus canariensis*), qui couvre en massif compact toutes les parties humides ou fraîches des versants Nord et Est (Adjami, 2016).

Pour la faune de cette région, on trouve au niveau du massif de l'Edough les animaux suivants : le sanglier, le porc épique, le hérisson, le lapin, le lièvre, le chacal, le renard, la belette, la loutre et plusieurs espèces d'oiseaux forestiers (Adjami, 2016).

Le sol est généralement profond. Le sol squelettique n'occupe qu'environ les 10% de la superficie totale du massif. L'étude pédologique de la forêt domaniale de l'Edough a fait ressortir plusieurs types de sols répartis dans les classes suivantes : classe des sols peu évolués, classe des sols à sesquioxyde de fer, classe des sols brunifiés (DGRF, 2006).



Figure 5. La forêt de Seraïdi à Annaba (Photo originale).

La forêt d'Aïn Achir

La deuxième forêt est une forêt d'Eucalyptus proche de la plage d'Aïn Achir, situé au Nord d'Annaba, face à la mer, à environ 6 Km du centre-ville. Comprise entre 36°57'21" Nord et 7°46'31" Est avec une altitude de 50 mètres du niveau de la mer (Figure 6). Elle fait partie du vaste ensemble du massif de l'Edough, Le foret domaniale de l'Edough s'étend sur une superficie de 57445 Ha répartis administrativement sur le territoire de la Wilaya d'Annaba. La



flore du massif forestier de l'Edough est caractérisée par deux essences principales : le chêne-liège, qui occupe 3419 ha et le chêne zen (DGF, 2008). L'aspect particulier de la région réside aussi dans la présence de populations relictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est soit franchement tropicale soit franchement européenne (Benyacoub, 1993).



Figure 6. La forêt d'Aïn Achir à Annaba (Photo originale).

b.2. La région d'El Tarf

Elle est située à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, à la frontière tunisienne. La wilaya s'étend sur une superficie de 2912,65 km². Le chef-lieu de la wilaya se situe à 650 km à l'Est de la capitale Alger. Elle est localisée entre 7° 15' E et 8° 45' E de longitude et 36° 15' N et 37° N de latitude. Le territoire de cette wilaya est limité au nord, par la mer Méditerranée ; à l'est, par la Tunisie ; au sud, par la wilaya de Souk-Ahras et à l'ouest par la wilaya d'Annaba. Le littoral de cette wilaya donne sur une large façade maritime orientée Est-Ouest, rectiligne en général, mais sinueuse localement avec un linéaire d'environ 90 km (A.N.I.R.E.F, 2020).

Un climat tempéré chaud est présent à El Tarf. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à El Tarf qu'elles ne le sont en été. La température moyenne annuelle est de 18°C, la moyenne des précipitations annuelles atteints 834 mm. Les valeurs d'humidité relative de la région d'El Tarf enregistré, montre que le mois de janvier est le plus humide durant l'année



avec un taux de 76%. Et la valeur minimale d'humidité enregistré est pendant le mois de juillet et août avec un taux de 63% (Tableau 2).

Tableau 2. Les données climatiques moyennes mensuelles (Température, précipitation et humidité) de la région d'El Tarf durant 2000-2020 (O.N.M.T, 2020).

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jun	Jul.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T° moyenne (°C)	11.2	11.1	13.2	15.4	18.5	22.5	25.6	26.2	23.5	20.6	15.7	12.5
T° minimale M. (°C)	8.4	8	9.7	11.7	14.5	18	20.9	21.8	19.9	17.2	12.9	9.8
T° maximale M. (°C)	14.3	14.4	16.8	19.2	22.4	26.7	30	30.6	27.4	24.4	19	15.5
Précipitations (mm)	117	101	89	79	54	17	3	15	53	78	114	114
Humidité (%)	76%	75%	75%	75%	74%	67%	63%	63%	69%	71%	73%	75%

Selon le diagramme ombrothermique représenté dans la Figure 7. Le climat de la région d'El Tarf est caractérisé par deux périodes climatiques, une période sèche en été (Juin - août) et une période humide qui s'étale sur les mois de septembre jusqu'à le mois de Mai.

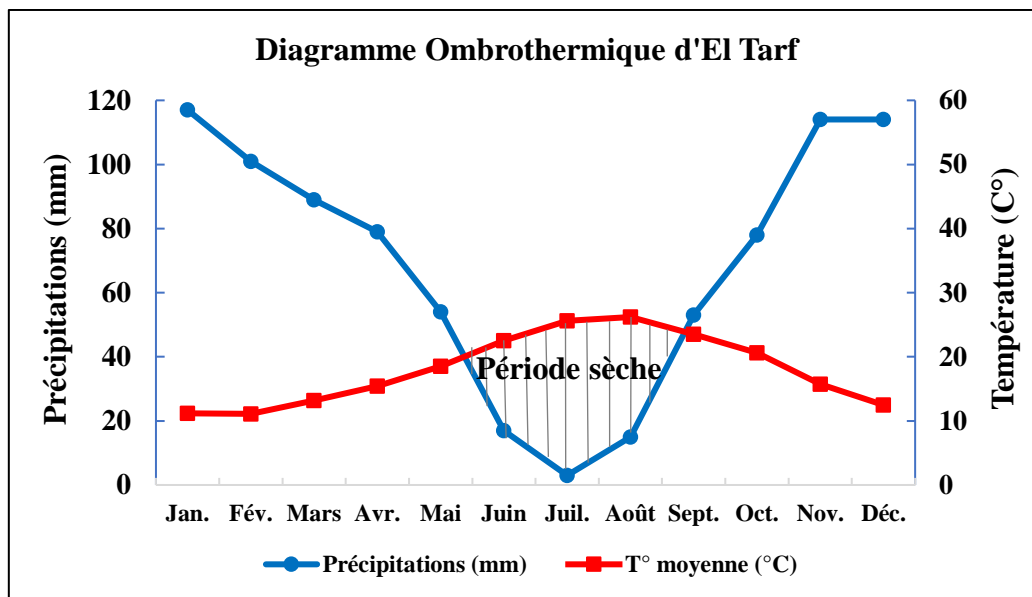


Figure 7. Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région d'El Tarf durant 2000-2020.

Après la calcul de la valeur Q2 qui est égale à 126.16. La région d'El Tarf est classée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Figure 8).

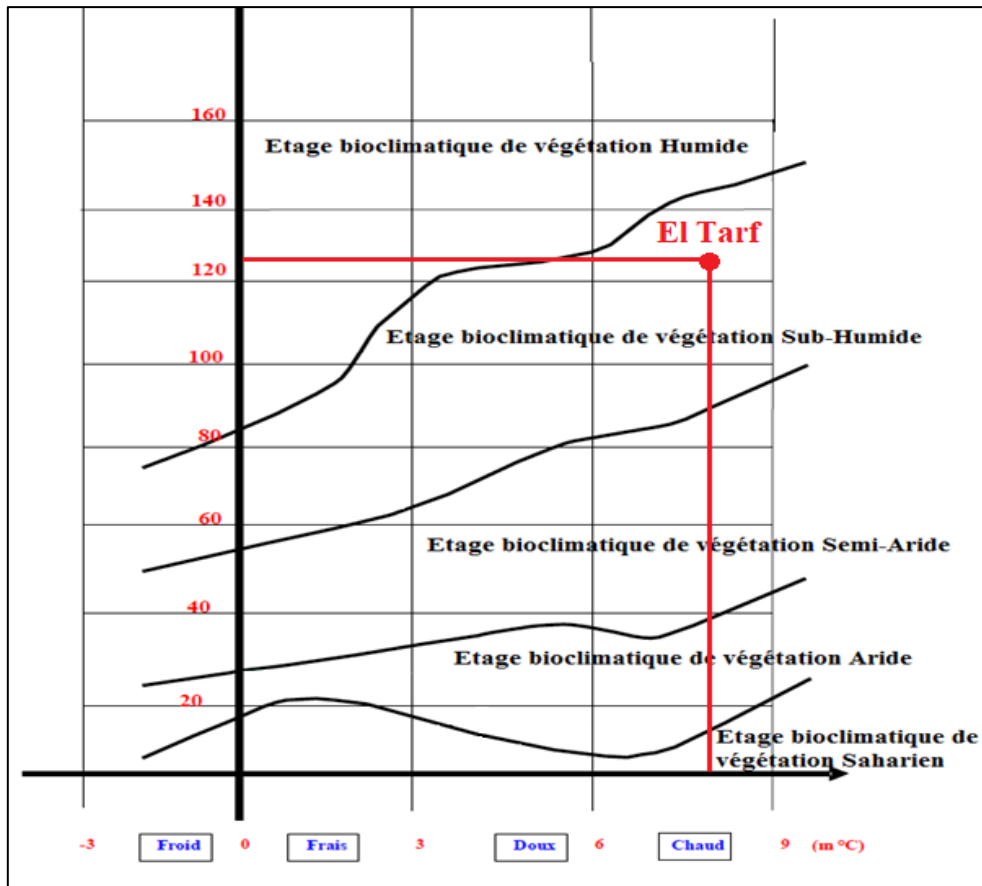


Figure 8. Climagramme pluviothermique d’Emberger d’El Tarf durant 2000-2020.

L’indice de l’aridité calculé de la région d’El Tarf est égal à 29,79. Cette valeur est classée entre $20 < I_a < 30$, donc cette région est caractérisée par un climat humide.

La forêt de Lehnaya

Lehnaya est une pinède naturelle fait partie du parc national d'El Kala, dans la wilaya d'El Tarf, elle est située au nord-est de l'Algérie à 50km de la ville d'Annaba, comprise entre 36°51'26 Nord et 8°12'01''Est avec une altitude de 54m (Figure 9). Les formations végétales sont principalement à base de chêne-liège (43000 ha), chêne zeen (2716 ha), aulnaie (3000 ha), peuplier et orme (621 ha), et pin d'Alep (20 ha). Les maquis sont répandus (10649 ha). Les peuplements artificiels sont représentés par le pin maritime (500 ha), l’acacia (1000 ha) et les Eucalyptus (8508 ha) (A.P.N.A., 2006).

La faune de cette région est particulièrement riche et diversifiée. En effet, les principaux groupes systématiques y sont rencontrés, à savoir les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Parmi ces différents groupes systématiques, les oiseaux qui constituent la richesse faunistique



la plus spectaculaire du parc, avec 189 espèces d'oiseaux, dont 21 rapaces, 61 espèces protégées (Benyacoub *et al.*, 1998).

Les sols de cette région permettent de déterminer plusieurs types de sols dont les principaux sont les sols podzoliques insaturés à vocation forestière de chêne maritime. Ils sont à structure granuleuse légèrement lessivée sans accumulation importante de la litière. Les sols de marais occupent la partie centrale des différentes cuvettes, formés d'argiles lacustres. Par ailleurs, il y a les sols des prairies marécageuses, les sols tourbeux non inondés, les sols alluvionnaires des oueds, les colluvions des pentes gréseuses et les sols dunaires (Durand, 1952).



Figure 9. La forêt de Lehnaya à El Tarf (Photo originale).

b.3. La région de Djelfa

Elle est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord, dont le chef-lieu de Wilaya est à 300 kilomètres au Sud de la capitale, et s'étend sur une superficie de 32 311,71 km² représentant 1,36% de la superficie totale du pays. Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 36° de latitude Nord. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Médéa et de Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Laghouat et de Tiaret, au Sud par les wilayas d'Ouargla, d'El Oued et de Ghardaïa et à l'Est par les wilayas de Msila et Biskra (C.F.D, 2015).



Selon les valeurs de la température montrée dans le tableau 3, le climat de Djelfa est dit "de steppe". Il y a peu de précipitations, quel que soit la période de l'année, en moyenne la température à Djelfa est de 14.9 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 329 mm. Le taux d'humidité relative de Djelfa durant l'année varie entre 23% et 72%. L'humidité annuelle est de 48 % (Tableau 3).

Tableau 3. Les données climatiques moyennes mensuelles (Température, précipitation et humidité) de la région de Djelfa durant 2000-2020 (O.N.M.D, 2020).

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T° moyenne (°C)	4.5	5.3	9.3	13.2	17.8	23.5	27.6	26.4	20.9	15.8	8.9	5.5
T° minimale M. (°C)	0.5	0.7	3.7	6.9	11.1	16	20.1	19.5	15.1	10.6	4.8	1.6
T° maximale M. (°C)	9.6	10.8	15.3	19.7	24.4	30.5	34.8	33.4	27.3	21.7	14	10.4
Précipitations (mm)	33	27	31	39	34	17	10	15	39	34	24	26
Humidité (%)	69%	64%	53%	45%	38%	29%	23%	27%	43%	52%	66%	72%

A partir des résultats du diagramme ombrothermique représenté dans la figure 10. Le climat de la région de Djelfa est caractérisé par deux périodes climatiques, une période sèche en été (Mai - Septembre) et une période humide qui s'étale sur les mois d'octobre jusqu'à le mois d'avril.

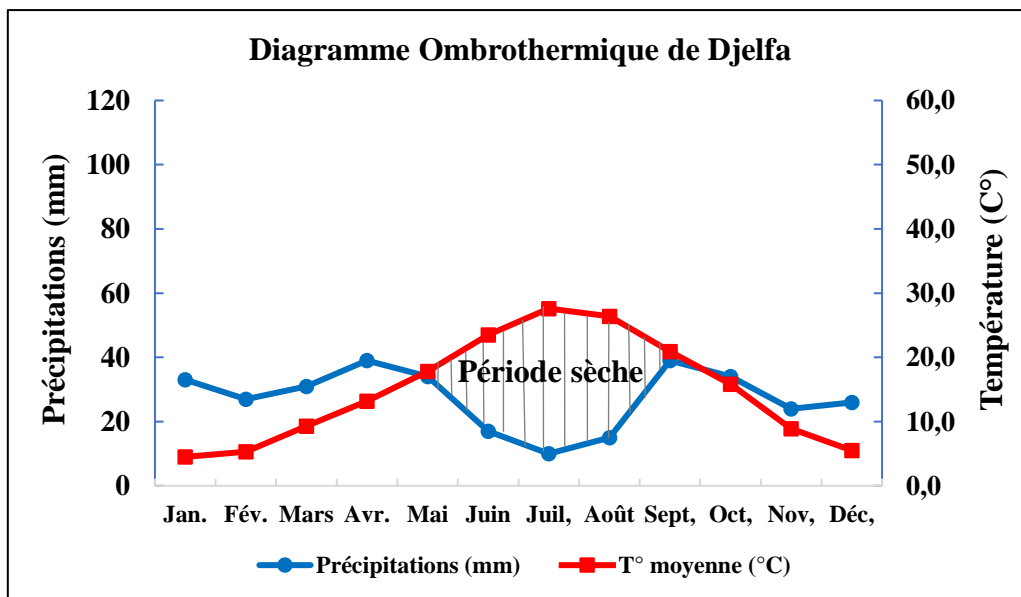


Figure 10. Diagramme ombrothermique de Gausson de la région de Djelfa durant 2000-2020.

Le calcul de la valeur Q2 de la région de Djelfa, qui est égale à 31,21. Montre que cette région est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Figure 11).

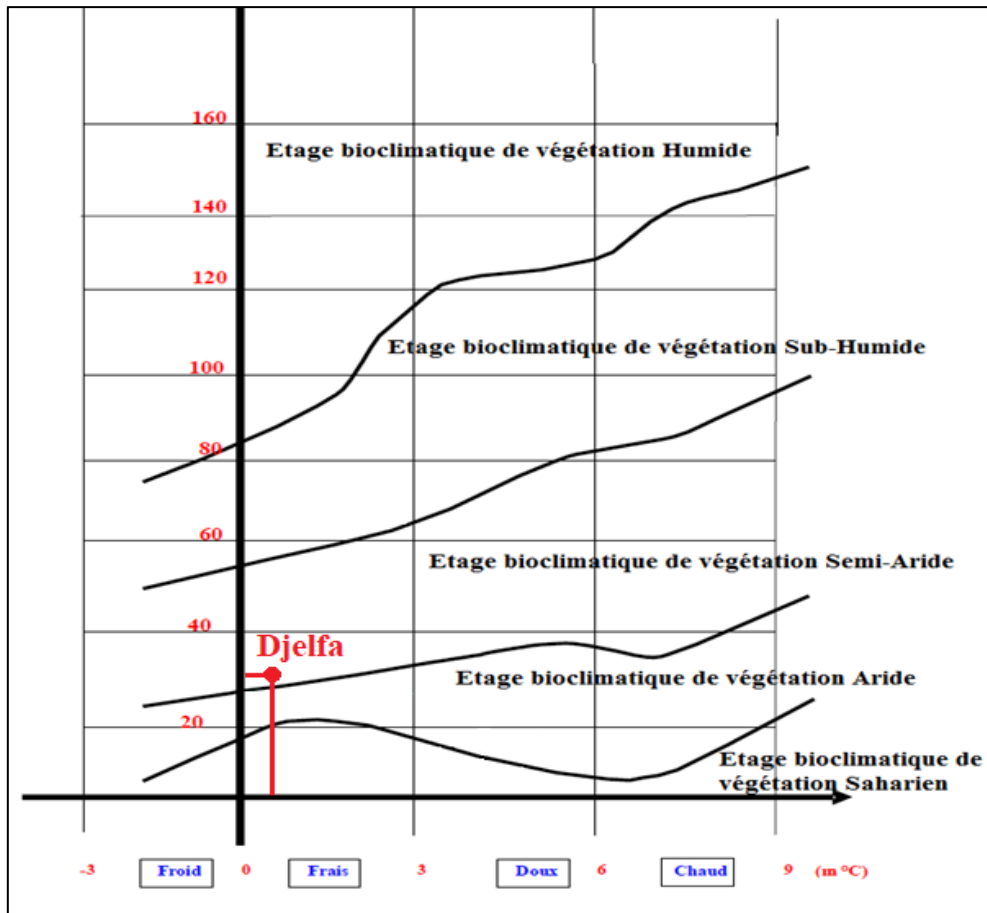


Figure 11. Climagramme pluviothermique d'Emberger de Djelfa durant 2000-2020.

Concernant l'indice d'aridité calculé de cette région qui est égal à 13,21. la valeur calculée montre que la région de Djelfa est caractérisée par un climat sec.

La forêt de Sénalba Chergui

Sénalba Chergui est une pinède naturelle qui s'étale sur une superficie de 20.000 Ha, située au centre de l'Atlas saharien, comprise entre 34° 36' 42' Nord et 3° 0' 12' Est avec une altitude moyenne de 1250m (Figure 12). Elle forme un dernier rempart contre le phénomène d'ensablement. C'est une forêt qui était considérée comme une pinède altièrre caractérisée par des sujets à fûts droits (Dellouli, 2006). Elle fait partie des Monts de Oulèds Nails, elle est traversée dans sa partie centrale par deux crêtes parallèles Kef Haouas et Mézreb El Ali (Younsi, 1980).

La végétation forestière de Sénalba Chergui est surtout marquée dans les Djebels ; elle est composée essentiellement de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) qui se présente sous forme de peuplements naturels purs ou en mélange d'autre essences secondaires Chêne vert (*Quercus*



ilex), Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), Romarin (*Romarinus tournefortii*) et Alfa (*Stipa tenacissima*) (B.N.E.F, 1983 ; Guit et al., 2016).

La faune du Séalba Chergui est représentée par plusieurs types de certains embranchements : des espèces principales de gibier, est des espèces qui ne sont pas reconnues comme gibier mais néanmoins chassées. Comme : Gibier sédentaire (La perdrix, le lièvre, le sanglier) et Gibier migrateur : Il existe trois espèces de gibier migrateur qui habitent Séalba Chergui au début de printemps et émigrent au début de l'hiver. Ces espèces sont : (la caille, le ramier, la tourterelle). Il existe aussi dans cette forêt des prédateurs : trois types de gibier prédateur : (le chacal, le renard, le chat ganté), espèces menacées de disparition : les espèces concernées sont : La Gazelle, la mangouste, les rapaces (diurnes et nocturnes) et des petits mammifères : le gundi, la gerbille, le lérot, le hérisson d'Algérie (Cherfaoui, 2017).

Les sols sont peu évolués et de très faible profondeur. Ils sont formés soit sur des roches dures (grès et calcaires) dans le cas des reliefs montagneux, soit sur des roches tendres (sables) rencontrés sur une grande partie des plateaux. On distingue les types suivants : Les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques et les rendzines (Benhanifia, 2015).

Le réseau hydrographique est composé de nombreuses chabets déversant dans trois directions essentielles : Ouest-est : pour alimenter l'oued Djelfa ; Est-Ouest : pour alimenter l'oued Oumerdjanie ; Sud-Nord : pour alimenter l'oued El meguesmat et l'oued Amgar (Benhanifia, 2015).



Figure 12. La forêt de Sénalba Chergui à Djelfa (Photo originale).

2.2.2. Inventaire des blattes urbaines

Afin de contrôler la propagation de ce type d'insectes nuisibles, il est nécessaire de connaître les différentes espèces de blattes urbaines présentes dans notre région. C'est la première et principale étape avant de mener une étude de toxicité. En conséquence, nous avons fait un inventaire des différents peuplements de blattes urbaines dans la région de Bou-Saâda wilaya de M'Sila.

a. Technique de récolte et identification

La récolte se fait par deux méthodes, à l'aide d'un tube (collecte manuelle des blattes) et par l'utilisation des pièges (Figure 13). La recherche se fait dans des endroits obscures, chauds et humides (les dessous d'évier et de baignoire, derrière le gros électroménager qui dispense de la chaleur (cuisinière, machines à laver, moteur du réfrigérateur), conduits divers (colonnes de vide ordure, bouche d'aération, chauffage, baguette électrique), dans les recoins et charnières des placards, derrière les tapisseries).

L'identification des espèces récoltées, se fait grâce aux clés d'identification de **Chopard (1941 ; 1951)** ; nous avons observé (soit par une loupe binoculaire ou à l'œil nu) la forme des ailes, les couleurs et les extrémités abdominales de nos blattes.



Figure 13. Méthodes de récoltes des blattes urbaines (Photo originale).

b. Présentation des sites d'étude

Bou-Saâda est une ville algérienne, située dans la daïra de Bou-Saâda, la wilaya de M'Sila. La ville s'étend sur 249,3 km² et compte 125 573 habitants depuis le dernier recensement de la population. Elle est située entre 35° 13' 9" Nord et 4° 10' 54" Est avec une altitude de 574 mètres. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Batna, au Sud-Ouest par la wilaya de Djelfa et au Sud-Est par la wilaya de Biskra (**Nacib, 1986**) (Figure 14).

Le climat de Bou-Saâda est de type aride, d'un été sec et très chaud et hiver froid. Les aléas du climat, la désertification, une pluviométrie faible, irrégulière et inégalement répartie (**O.N.M.B, 2020**).

La récolte des blattes urbaines a été menée dans la région de Bou-Saâda (M'Sila). L'inventaire a été réalisé au niveau des sites urbains qui sont : Boulangerie, menuisier et des différentes maisons durant une période de 24 mois (2018-2020).

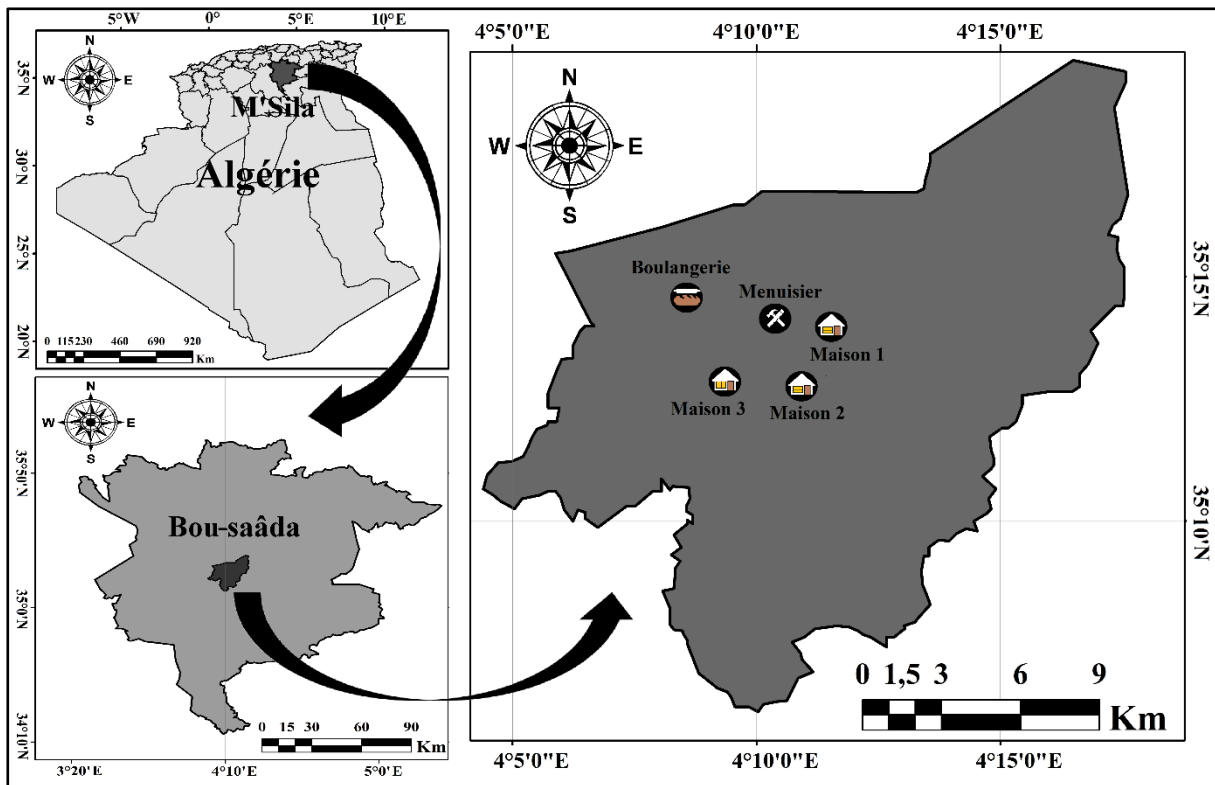


Figure 14. Situation géographique des sites d'études urbaines (Photo originale).

2.2.3. Exploitation des résultats

Les résultats de l'inventaire des blattes forestières et urbaines ont fait l'objet de calcul des indices écologiques. Qui sont les indices de composition et de structure (richesse totale, richesse moyenne, fréquence d'occurrence, diversité spécifique et équitabilité). Un peuplement se caractérise par sa composition et sa structure (Southwood, 1978). Proposent pour l'étude des communautés animales, surtout celle des insectes, d'effectuer des analyses de la distribution d'abondance et des indices écologiques notamment de la diversité. C'est dans ce cadre que nous avons choisis d'exploiter nos résultats par des indices écologiques.

❖ Indices écologiques de composition

Pour exploiter les résultats plusieurs indices écologiques de composition sont utilisés notamment la richesse spécifique (totale et moyenne), l'abondance relative et la fréquence relative.

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 (Ramade, 1984).



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.

L'abondance relative ou fréquence relative d'une espèce (f_i) : L'abondance relative des espèces est le nombre d'individus d'espèce par rapport au nombre total d'individus récoltés pour le but de connaître l'importance de chaque peuplement, exprimé en pourcentage (**Zaïme & Gautier, 1989**).

$$f_i = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

ni : nombre d'individus d'une espèce i

N : nombre total d'individus toutes espèces

La fréquence d'occurrence ou centésimale (F) : C'est le rapport entre le nombre de prélèvement où se trouve une espèce et le nombre totale des prélèvements effectués (**Dajoz, 1975 ; 1982**).

$$F = \frac{ri}{R} \times 100\%$$

ri : nombre de relevés dans lequel l'espèce i est présente.

R : nombre total de relevés.

Selon **Dajoz (1982)** on distingue cinq catégories d'espèces. On considère qu'une espèce est accidentelle ou rare si $F < 25\%$, accessoire ou commune si $25\% \leq F < 50\%$, régulière si $50\% \leq F < 75\%$, constante si $75\% \leq F < 100\%$ et omniprésente si $F = 100\%$.

❖ **Indices écologiques de structure**

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

Diversité spécifique (l'indice de Shannon-Weaver) (H') : Du point de vue écologique la diversité spécifique s'explique par la répartition inégale des individus entre les espèces, l'indice de Shannon-Weaver (H') permet de calculer la diversité spécifique, cet indice s'exprime en bits par individus (**Ramade, 1984**).

$$H' = \sum_{i=0}^n \frac{ni}{N} \log_2 \frac{ni}{N}$$



N : Nombre total d'individus. n_i : Nombre d'individus de l'espèce i.

La diversité est maximale dans les peuplements où toutes les espèces ont le même nombre d'individus. A l'inverse, un peuplement dont une espèce est majoritairement dominante affiche une valeur faible de son indice de diversité. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individu, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante (Barbault, 2000).

L'Équitabilité (E) : C'est le rapport de la diversité spécifique à la diversité maximale (Ponel, 1983), calculée par la formule suivante :

$$E = H' / \log_2 S$$

E : Équitabilité. H' : Indice de Shannon-Weaver. S : Richesse spécifique.

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).

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 événements saisonniers. Dans cette étude nous avons établis le phénogramme de la répartition annuelle de différentes espèces de blattes récoltées dans les sites forestières et urbains étudiés.

2.3. Tests toxicologiques

2.3.1. Présentation de *Blattella germanica* (Linnaeus, 1767)

Les Blattellinae sont une grande sous-famille contenant 997 espèces réparties à travers le monde. Ils comprennent l'espèce nuisible la plus connue, la blatte germanique (*B. germanica*) (Beccaloni, 2015). Elle est peut-être une espèce nuisible majeure qui est à la fois une nuisance et peut causer des problèmes de santé (allergies et infections). Cette espèce peut également être le vecteur d'un certain nombre d'agents pathogènes potentiellement nocifs et est liée à la propagation d'agents pathogènes dans les hôpitaux et peut entraîner des maladies d'origine alimentaire. La capacité de cette espèce à se propager rapidement est exacerbée par une résistance aux produits chimiques pour le contrôle (Beverley, 2019).

Les adultes de *B. germanica* mesurent de 13 à 16 mm de long, sont brun clair à brun jaunâtre, et les femelles sont légèrement plus foncées que les mâles. Le pronotum a deux bandes longitudinales brun rougeâtre à noires ; l'étendue des rayures est variable. Les ailes couvrent l'abdomen de la femelle et tout sauf le bout de l'abdomen du mâle ; les ailes antérieures des mâles mesurent environ 2,8 mm de large et 10,6 mm de long, tandis que les ailes antérieures des femelles mesurent environ 3,1 mm de large et 11,2 mm de long. L'abdomen de la femelle est brun plus foncé et beaucoup plus rond que celui du mâle. Le vol propulsé est rare, mais le vol plané est possible, surtout pour les mâles. Les cerques mâles sont segmentés à 11 et les cerques femelles à 12 segments (**Robinson, 2005**).

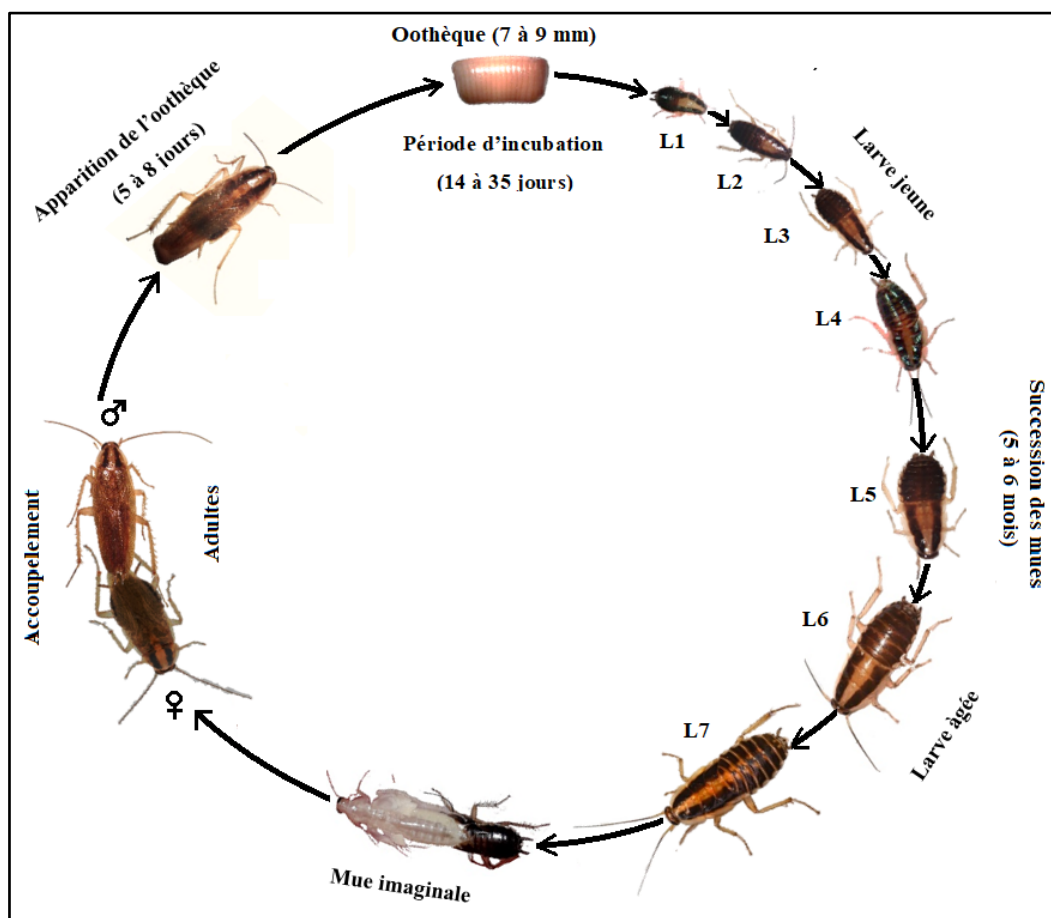


Figure 15. Cycle de développement de *B. germanica* (Photo originale).

L'adulte qui émerge à la mue finale est entièrement ailé. Les ailes peuvent être utilisées pour planer, mais la principale méthode de locomotion est par les pattes. Les mâles se distinguent facilement des femelles par la forme élancée et effilée de l'abdomen (**Rust et al., 1995**).



Les larves sont généralement noires ; les marges de l'abdomen sont brunes et avec une légère rayure jusqu'au milieu du dos. Les larves du premier stade mesurent 2 à 3 mm de long et le corps est gris foncé ou presque noir. Les segments thoraciques 2 et 3 sont brun pâle, et cette bande caractérise la larve nouvellement émergée. Chez les larves au stade avancé, la bande brun pâle se rétrécit et s'étend dans les deux sens pour devenir une bande longitudinale médiane (Robinson, 2005). Les larves ne possèdent pas d'ailes. Le nombre de mues nécessaires pour atteindre le stade adulte varie, mais le nombre de mues le plus fréquemment rapporté est de six. À température ambiante, les larves achèvent leur développement en 60 jours environ. Tous les stades de développement recherchent activement de la nourriture et de l'eau (Valles, 1996).

L'oothèque ressemble à une minuscule capsule brune en forme de sac à main. Il mesure environ 8 mm de long, 3 mm de haut et 2 mm de large (Tanaka, 1976). L'oothèque contient 35 à 48 œufs et l'éclosion se fait en 14 jours environ à 35 °C ; la fécondité est de 4 à 8 oothèques, mais 9 peuvent être produites dans certaines souches de terrain. Les femelles ont produit 27,9 larves par oothèque en été et 9,7 en hiver. Après l'oothèque 4, le nombre d'œufs par oothèque diminue, et vers les oothèques 7 et 8, les œufs par oothèque représentent environ 75 % du nombre initial (Roth & Willis, 1955).

Position systématique de B. germanica (Linnaeus, 1767)

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous -Embranchement :	Hexapoda
Calasse :	Insecta
Sous classe :	Pterygota - Neoptera
Section :	Polynoptera
Ordre :	Blattodea
Super famille :	Blaberoidae
Famille :	Blattellidae
Sous famille :	Blattellinae
Genre :	<i>Blattella</i>
Espèce :	<i>Blattella germanica</i>

Figure 16. *B. germanica* mâle (Photo originale).



2.3.2. Elevage de masse

L'élevage de masse des individus de la blatte germanique se fait dans des boîtes en plastiques transparentes et grillagées. Les insectes se nourrissent des croquettes pour chien qui sont fournis environ chaque semaine et des tubes remplis d'eau et bouchés par du coton assurent l'humification du milieu. Des cartons à œufs sont mis à l'intérieur des boites, Cela permet aux blattes de l'utiliser comme refuge pour vivre, se reproduire et pondre (Figure 17). L'élevage est maintenu à une température de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, une hygrométrie de 70 à 80% et une scotophase de 12 : 12.



Figure 17. Élevage de masse de *B. germanica* (Photo originale).

2.3.3. Traitement bio-insecticides

a. Présentation des plantes insecticides

Ruta chalepensis L. (Rutaceae)

R. chalepensis L, est un petit arbuste vivace appartient à la famille des *Rutaceae*, de 30-80 cm très fortement aromatique, odeur tenace, glauque, pubérulente, glanduleuses dans le haut à feuilles profondément divisées en folioles oblongues en coin. Fleurs jaunes à 5 sépales ovales, 5 pétales en forme de spatule aux bords découpés en lanières, 10 étamines et un pistil globuleux ridé terminé par un style (Blamey & Grey-Wilson, 1993).

Plante originaire de la région méditerranéenne et qui a largement répondu dans de nombreuses régions du monde (Sud-ouest de l'Asie, Sud de l'Europe, Afrique du nord), on la retrouve surtout dans les régions tempérée et tropicaux (Gonzalez-Trujano *et al.*, 2006).

En Algérie, *R. chalepensis* L, est une espèce spontanée, très abondante, elle pousse spontanément dans les rocailles, les pelouses, les rochers et les collines sèches (Beniston, 1984)



; on la rencontre fréquemment surtout dans les zones montagneuses à l'intérieur de l'Atlas saharien et les terrains calcaires des régions méditerranéennes (Clevly & Richmond, 1997).

R. chalepensis est une plante médicinale très utilisée en Algérie à des fins diverses : fébrifuge, anti venin local, dans le traitement des nausées, des vomissements, des constipations et du paludisme, pour soigner les anémies, les douleurs osculaires, auditives, l'asthme ainsi que les névroses (Attou, 2011).

L'effet toxique le plus connue de *R. chalepensis* est la phototoxicité, qui est due à sa richesse en Furanocoumarines (psoralènes). En effet celles-ci induisent, par contact des feuilles contuses suivi d'une exposition au soleil, une dermatite aiguë qui ressemble à une brûlure du premier ou du deuxième degré. Secondairement la peau gardera une hyperpigmentation qui peut persistée assez longtemps (Aouadhi, 2010).

Plus grave, après absorption digestive, ces coumarines sont toxiques pour le rein et le foie, voire cancérigènes, car elles altèrent les acides nucléiques (ADN en particulier) par formation de réticulations et d'adduits avec ces derniers et peuvent ainsi provoquer des lésions du génome (Gönaydin & Savcib, 2005 ; Aouadhi, 2010).



Figure 18. *R. chalepensis* (Port, feuille, fleur, fruits) Béjaia (Rebbas, 2018).



Position systématique de R. chelepensis (Linnaeus, 1767)

- ❖ Règne..... Plantes
- ❖ Embranchement..... Spermaphytes
- ❖ Sous-embranchement..... Angiospermes
- ❖ Classe..... Magnoliopsida
- ❖ Sous-classe..... Rosidae
- ❖ Ordre..... Sapindales
- ❖ Famille..... Rutaceae
- ❖ Genre..... *Ruta*
- ❖ Espèce..... *Ruta chelepensis*

Cleome arabica L. (Capparidaceae)

C. arabica est une herbe verte vivace appartient à la famille des *Capparidaceae*, brièvement poilue, glanduleuse, visqueuse, et annuelle de 30 à 50 cm de hauteur, à tiges dressées et ramifiées, feuilles trifoliolées, le fruit est une gousse velue de 2 à 5 cm de longueur allongé en silique s'ouvrant par 2 valves, graines revêtues de poils aussi longs que le diamètre de la graine (**Ozanda, 1991**).

Elle est fréquente dans les savanes désertiques et les tamaricacées de l'étage Tropical, monte dans l'étage méditerranéen en inférieur sur les pentes pierreuses et dans les ravins sablonneux (**Maire, 1933**). C'est une espèce commune dans tout le Sahara septentrional, en Egypte et en Afrique tropicale. En Algérie, *C. arabica* est commune dans les régions sahariennes, comme dans la région de Hodna et Bou-Saâda (M'sila) (**Kemassi et al., 2012**).

Elle est utilisée en médecine traditionnelle par les nomades du Sahara comme analgésique des douleurs névralgiques (**Sharaf et al., 1992**). En Arabie Saoudite, la plante entière s'utilise pour soigner la gale, la fièvre rhumatismale et l'inflammation (**Schmelzer & Grurib-Fakim, 2013**). En Mauritanie, les feuilles grillées sont cuites en aliments qui se prennent en cas d'infections des reins et du dos et comme aphrodisiaque (**Schmelzer & Grurib-Fakim, 2013**).

C'est une plante toxique à odeur fétide, et présente des effets hallucinogènes (**Gubb, 1913 ; Ozanda, 1991**). Les chameaux, les chèvres et les moutons n'en mangent que très peu. (**Schmelzer & Grurib-Fakim, 2013**).



Figure 19. *C. arabica* (Plante, Feuille, Fleur, Fruit) Bou-Saâda (Rebbas, 2018).

Position systématique de C. arabica Ozenda (1991)

- ❖ Règne..... Plantes
- ❖ Embranchement..... Spermaphytes
- ❖ Sous-embranchement..... Angiospermes
- ❖ Classe..... Dicotylédones
- ❖ Sous-classe..... Dilleniidae
- ❖ Ordre..... Capparales
- ❖ Famille..... *Capparidaceae*
- ❖ Genre..... *Cleome*
- ❖ Espèce..... *Cleome arabica*

b. Extraction des plantes

Pour préparer les extraits aqueux des plantes (*R. chalepensis* et *C. arabica*), nous avons mis 500 g des feuilles fraîches de *R. chalepensis* ou *C. arabica* dans un litre d'eau distillé et on laisse bouillir pendant 1h sur une plaque chauffante à 180°C. les extraits des deux plantes sont obtenus après la filtration des deux mélanges à l'aide du papier filtre.



c. Traitement

Les adultes (femelle et mâle) de *B. germanica* sont isolés et regroupés par 10 individus du même sexe en trois répétitions dans des boîtes (13 x 11 x 5 cm) contenant une croquette pour chien (aliment) et un tube d'eau additionné d'une concentration de l'extrait aqueux de diverses concentrations de *R. chalapensis* et/ou *C. arabica* (Tableau 4). Le lot témoin (n=10) est abreuvé d'eau pure (Figure 20).



Figure 20. Les boites de traitement et séparation (Photo originale)

Chaque expérience est répétée trois fois (10 individus/répétition) et suivie pendant 30 jours, on note quotidiennement le nombre d'individus morts pour déterminer les concentrations létales et les temps létaux (CL50%, CL90%, TL50% et TL90%).

Tableau 4. Les extraits et les concentrations utilisées pour le traitement de *B. germanica*

Molécules toxiques	Concentrations ($\mu\text{g/ml}$)			
<i>R. chalapensis</i>	150	250	500	/
<i>C. arabica</i>	150	250	500	750

2.4. Tests du comportement et d'attractivité sexuelle

2.4.1. Description du comportement sexuel de *B. germanica*

Le mode de reproduction est l'une des caractéristiques les plus intéressantes et les plus importantes sur le plan de l'évolution de la biologie des blattes (Roth, 1970). Chez certaines



espèces de blattes, Elles effectuent des mouvements corporels caractéristiques lors de la parade nuptiale. Le comportement sexuel de *B. germanica*, en termes de stimulus-réponse et de mécanismes de libération, peut être résumé comme suit : l'attraction du mâle par la femelle, la reconnaissance mutuelle des partenaires après contacts antennaires, la parade du mâle, le léchage des glandes tergaux du mâle par la femelle et, enfin l'accouplement (**Roth & Willis, 1954 ; Clynen *et al.*, 2011 ; Habbachi, 2013**).

La femelle de *B. germanica* adopte une position caractéristique, peu spectaculaire et difficile à observer (ouverture furtive de l'atrium génital), pendant qu'elle émet sa phéromone sexuelle (Figure 21). Le mâle reçoit le stimulus sexuel féminin au moyen de récepteurs présents sur ses antennes et ne présente pas de modification comportementale et il n'y a pas de posture particulière associée à la détection la phéromone sexuelle femelle (**Roth & Willis, 1954 ; Liang & Shall, 1993 ; Habbachi, 2013**).



Figure 21. Attraction du mâle à distance par la femelle (Photo originale)

Lorsque le mâle de *B. germanica* entre en contact avec la femelle, ils peuvent se faire face et se caresser rapidement l'antenne (Figure 22). Après cette "clôture" avec les antennes, le mâle agite plusieurs fois l'extrémité de son abdomen, se retourne avec ses segments terminaux vers la femelle et déclenche un comportement de parade par lève ses ailes (Wing-raising posture) à environ 90 degrés angle exposant ses tergites abdominaux (**Wille, 1920 ; Roth & Willis, 1952**).



Figure 22. Contacts antennaires (Photo originale).

Le mâle peut rester stationnaire, avec ses ailes dressées, pendant environ 3 à 18 secondes, généralement avec ses antennes rétrofléchies touchant la femelle. Certains mâles gardaient leurs ailes levées pendant 70 secondes ou plus si la femelle restait à proximité afin qu'il puisse la toucher avec ses pattes, ou se retourner et la toucher avec ses antennes. Pendant ces périodes où un mâle se retourne, il peut abaisser ses ailes dressées de sorte qu'elles prennent un angle d'environ 45 degrés (Figure 23) (Wille, 1920 ; Roth & Willis, 1954).



Figure 23. Comportement de Parade du mâle (Photo originale).

Lorsque les ailes du mâle sont relevées, ses segments abdominaux sont étendus exposant les ouvertures de 2 paires de glandes trouvées sur les septième et huitième tergites abdominaux. Les zones autour des ouvertures des glandes semblent humides à cause de la sécrétion glandulaire. Dans leur état rétracté (c'est-à-dire en position normale), les tergites abdominaux sont couverts par les ailes et les ouvertures des glandes sont cachées par les marges apicales qui se chevauchent des sixième et septième segments (Roth & Willis, 1952).



Une femelle sensible placera ses pièces buccales contre les septièmes et huitième tergites abdominaux exposés du mâle. L'action des mandibules de la femelle et la manière dont elle presse ses pièces buccales contre la zone glandulaire du mâle indiquent qu'elle mange réellement la sécrétion (Figure 24), par conséquent, ce comportement sera appelé alimentation (Wille, 1920 ; Roth, 1970).

Lorsque la femelle commence à se nourrir, le mâle cambre son abdomen ventral afin que ses sternites terminaux puissent toucher le substrat, ses cerques atteignant maintenant sous son thorax. Après qu'elle se soit nourrie pendant environ 3 à 7 secondes, il repousse son abdomen plus en arrière et établit ou tente d'établir une connexion avec ses organes génitaux (Roth & Willis, 1952 ; Bell *et al.*, 2007).



Figure 24. Léchage des glandes tergaux mâle par la femelle (Photo originale).

Au moment de la connexion, la femelle est directement au-dessus du mâle, dans la pose supérieure de la femelle. Il sort alors de dessous elle, et le couple assume la position faussement linéaire (Figure 25). Une fois jointe, la femelle lève ses pattes arrière et les pousse ou les repose par intermittence contre les côtés de l'abdomen du mâle, ou elle peut marcher en tirant le mâle avec elle. Des observations sur 17 couples en accouplement ont montré qu'ils sont restés couplés de 72 à 115 minutes avec un temps moyen de copulation de 90 minutes (Roth & Willis, 1952 ; Bell *et al.*, 2007).



Figure 25. Accouplement (Photo originale).

2.4.2. Tests du comportement sexuel

Pour les différents tests de comportement sexuel, nous avons séparé les larves âgées dans des boîtes d'élevage ce qui nous permis de suivre et récupérer quotidiennement les adultes dès la mue imaginale. Les adultes âgés de zéro jour sont regroupés selon leur sexe. Ces adultes naïfs (mâles et femelles n'ayant jamais été en contact olfactif l'un de l'autre) sont regroupés selon leur sexe et élevés (dans les mêmes conditions décrites précédemment) jusqu'à l'âge de la maturité sexuelle (8 jours). Durant les 8 jours, ces adultes reçoivent de l'eau additionnée de concentrations sublétales des insecticides utilisés (Extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* et/ou *C. arabica*) (Tableau 5). Un groupe des adultes témoins (n=10) a été aussi isolés pour les différents tests.

Tableau 5. Les concentrations sublétales des extraits aqueux de *R. chalepensis* et *C. arabica*

Molécules toxiques	Concentration sublétale
Extrait aqueux des feuilles du <i>R. chalepensis</i>	500 µg/ml
Extrait aqueux des feuilles du <i>C. arabica</i>	500 µg/ml

Pour déterminer l'effet des produits sur le déroulement du comportement sexuel (sur les différentes séquences conduisant à l'accouplement), nous avons réalisés des tests en enceinte. Les tests se déroulent dans les mêmes conditions de température et d'humidité de celle de l'élevage. Ils se font dans une petite enceinte close (18 x 12 x 8 cm) close sous lumière rouge de faible intensité (Figure 26). On a réalisé quatre tests (n=10) :

- ❖ Mâles témoins x Femelles témoins
- ❖ Mâles témoins x Femelles traités



- ❖ Mâles traités x Femelles témoins
- ❖ Mâles traités x Femelles traités

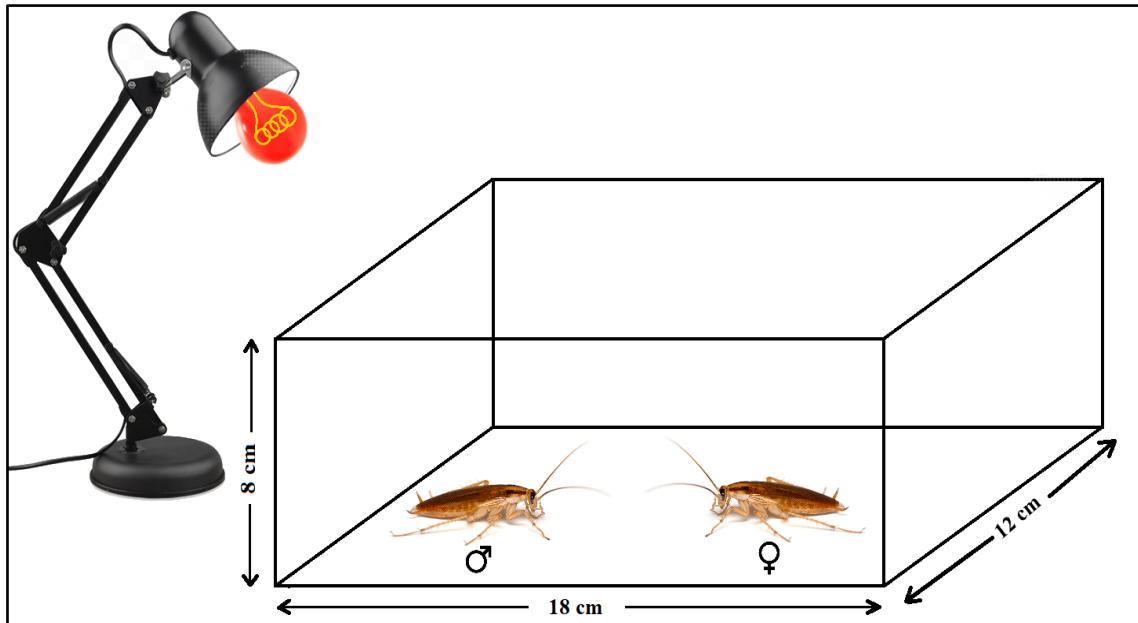


Figure 26. Enceinte close utilisée pour les tests d'accouplement (Schéma originale).

Nous introduisons chaque fois une femelle à l'extrémité de l'enceinte et quelque minute ensuite nous introduisons un mâle à l'extrémité opposée. On note les différents temps et séquences menant à l'accouplement : premier contact antennaire, le temps de la première parade de qui correspond au début de l'introduction du mâle jusqu'au moment du Wing-raising, le nombre de parade, le temps du premier léchage, nombre de léchage, le temps de la première tentative, le nombre des tentatives et la durée d'accouplement est aussi enregistrée s'il est réussi.

2.4.3. Tests d'attractivité sexuelle en olfactomètre

Pour cette étude, nous avons préparé quatre extraits des blattes adultes (témoins et traités). Quelques minutes avant l'extraction, on a anesthésié les blattes âgées de 08 jours (témoins et/ou traités) par le froid. Dans six flacons contenant un 1 ml d'hexane, on plonge complètement et séparément les adultes témoins et/ou traités par les concentrations sublétales des produits utilisés. Cinq minutes après, nous filtrons les extraits et nous les conservons au congélateur jusqu'à leur utilisation.

Les différents extraits que nous avons préparés et utilisés sont les suivants :

- ❖ Mâle et femelle témoins,
- ❖ Mâle et femelle traitée avec l'extrait aqueux de feuilles du *R. chalepensis* (500 µg/ml),



- ❖ Mâle et femelle traitée avec l'extrait aqueux de feuilles du *C. arabica* (500 µg/ml),

Afin de démontrer l'existence d'un effet insecticide des produits utilisés sur l'attractivité sexuelle et grégaire de la blatte germanique, nous avons utilisé un olfactomètre bidirectionnel qui un tube en forme « Y » (branche principale : 30 cm de long, branches secondaires 20 cm de long) (Figure 27).

L'olfactomètre en verre 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 anémotactiques de l'insecte. Les tests se déroulent dans une salle obscure, fermée, couvrant le maximum de bruit venant de dehors et sous lumière rouge de faible intensité que les blattes ne perçoivent pas (**Barth, 1964**).

Les individus à tester (n=15) sont placés dans une petite boîte menée d'une porte grillagée (5 x 4 x 3 cm) qui permet de libérer l'insecte dans la branche principale de l'olfactomètre alors que le papier filtre imbibé par les extraits (préparés précédemment) est placé dans l'une des branches secondaires, 5 à 10 minutes avant le début du test.

Le début du test correspond au moment de libération de la blatte dans la branche principale du tube « Y », on note le temps de détection qui correspond au moment de l'introduction de la blatte jusqu'au moment où elle effectue son choix, le choix de l'insecte et le temps qu'il met pour arriver à la source odorante (le papier filtre).

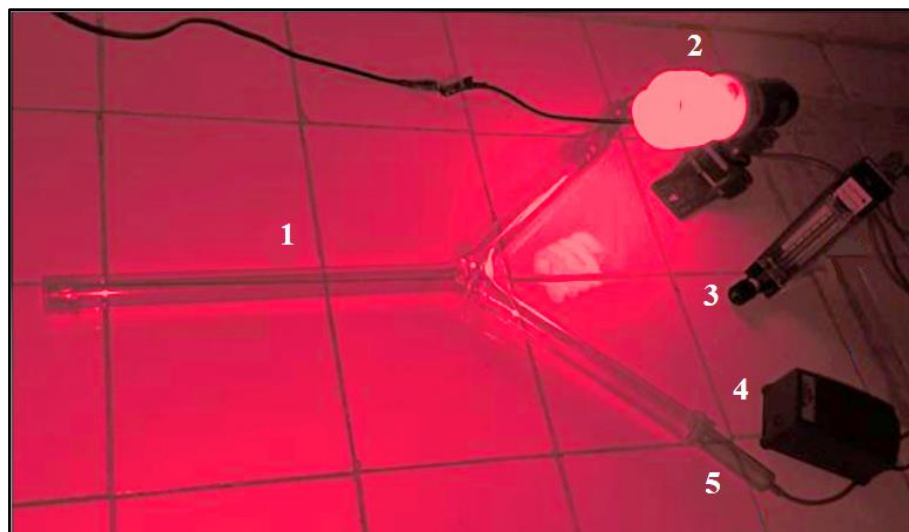


Figure 27. Olfactomètre Bidirectionnel en Y (Photo originale)

[1- Olfactomètre ; 2- Lampe rouge ; 3- Débitmètre ; 4- Compresseur ; 5- Tuyaux d'arrivée d'air]



2.5. Analyse des données statistiques

2.5.1. Tests de toxicité

En ce qui concerne les résultats obtenus pour l'étude toxicologique, nous avons calculé, selon les procédés mathématiques de **Finney (1971)**, les concentrations létales (CL16%, CL50%, CL84% et CL90%) et les temps létaux (TL16%, TL50%, TL84% et TL90%) pour chacun des bio-insecticides utilisés.

Pendant les 30 jours d'exposition aux bio-insecticides, la variable mesurée est le nombre des individus morts quotidiennement. Le taux de mortalité observé est corrigé par la formule d'Abott qui permet de connaître la toxicité réelle du aux bio-insecticides. Les différents taux subissent une transformation angulaire d'après les tables de Bliss. Les données sont ainsi normalisées et font l'objet d'une analyse de variance sur XLStat 2009. Les données obtenues sont alors transformées en probits, ce qui permet d'établir une droite de régression en fonction des logarithmes décimaux des concentrations utilisées ou les temps d'exposition. Le test « Chi2 » permet un bon ajustement de la droite (**Finney, 1971**) ; à partir de cette droite, on calcule les concentrations létales ou les temps létaux.

2.5.2. Tests comportementaux

Les différents temps obtenus pour l'étude du comportement sexuel ont été analysés par des méthodes métriques descriptives donnant, la moyenne, l'écart-type, le minimum et le maximum. Les résultats sont présentés en Box-plots et ont fait l'objet d'une analyse des variances (ANOVA) sur XLSTAT 2014 software (Addinsoft, New York, NY).

Les résultats des tests éthologiques obtenus en olfactomètre sont comparés en utilisant la simulation de Monte-Carlo, basé sur un test Khi2 au seuil $\alpha=0,05$ (**Vaillant & Derrij, 1992**).

Résultats



3. Résultats

3.1. Inventaire des blattes forestières

Les captures réalisées sur 24 mois de Novembre 2019 à Octobre 2021 ont permis de collecter 1816 individus, dont 276 adultes, 933 jeunes larves et 607 larves plus âgées, ainsi que 39 oothèques. Les spécimens rassemblés appartiennent tous à la sous-famille des Ectobiinae (Ordre : Blattodea, Famille : Blattellidae), avec quatre genres (*Loboptera*, *Ectobius*, *Dziriblatia* et *Phyllodromica*) et sept espèces : *Loboptera decipiens* (Germar, 1817), *Loboptra ovolobata* (Bohn, 1991), *Ectobius kervillei* (Bolivar, 1907), *Ectobius sp.* (Stephens, 1835), *Dziriblatia stenoptera* (Chopard, 1937), *Dziriblatia nigriventris* (Chopard, 1936) et *Phyllodromica zebra* (Rhen, 1903). De manière générale, les captures ont été plus abondantes dans la forêt de Sénalba Chergui, avec un total de 637 individus, suivie de la forêt d'Aïn Achir (491 individus). Puis la forêt de Seraïdi (373 individus), et enfin la forêt de Lehnaya avec 315 individus (Figure 28).

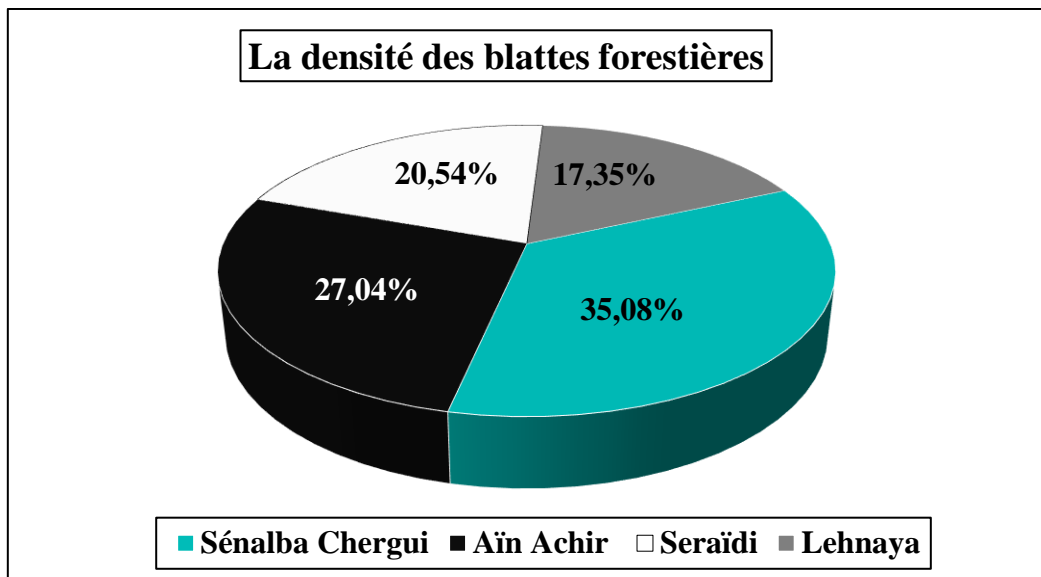


Figure 28. La densité des blattes forestières dans les différents sites d'étude.

Les résultats obtenus durant les deux années d'échantillonnages montrent que la densité des blattes durant la première année est plus que la deuxième année dans toutes les forêts prospectées. Nous avons remarqué qu'il n'y a pas de grand changement durant les deux années dans les forêts d'Aïn Achir, Seraïdi et Lehnaya. Par contre la densité des blattes dans la forêt de Sénalba Chergui, nous avons enregistré une diminution remarquable qui passe de 63,1% à 36,9% (Figure 29).

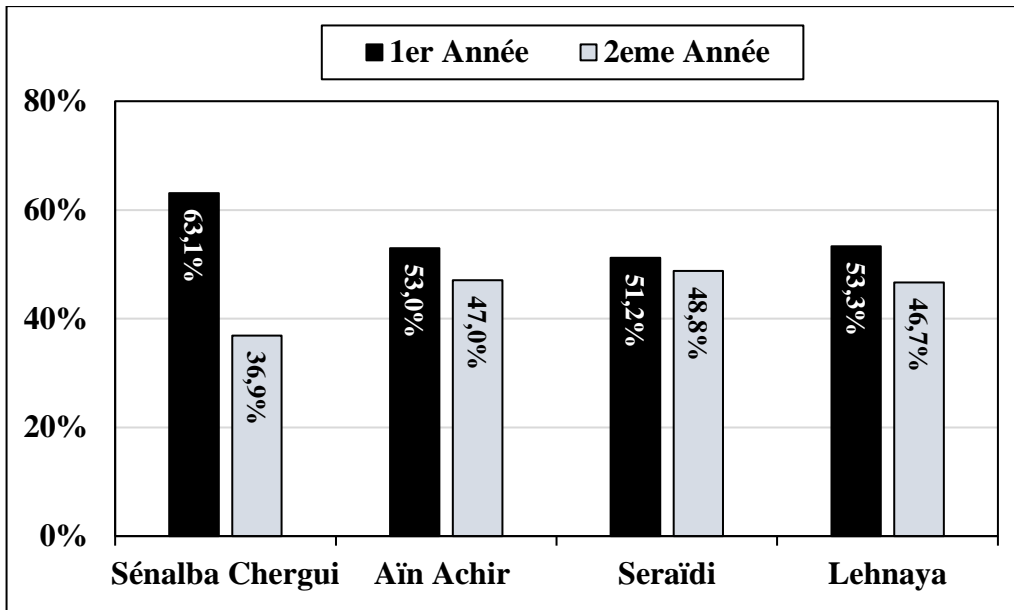


Figure 29. La densité des blattes récoltées durant les deux années d'étude.

Selon les résultats présentés dans la figure 30, les blattes forestières ont une densité de peuplement qui diffère selon les différents mois de l'année. Les blattes sont plus actives durant les deux saisons de printemps et l'automne où les températures sont douces. Dans la forêt de Sénalba Chergui, la densité mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de d'avril, et le mois de juin pour la forêt de Seraïdi, pour les deux autres forêts de Aïn Achir et Lehnaya sont de juillet et octobre respectivement. Durant l'hiver (Décembre - Mars) la densité des blattes est diminuée significativement dans toutes les forêts prospectées (Figure 30).

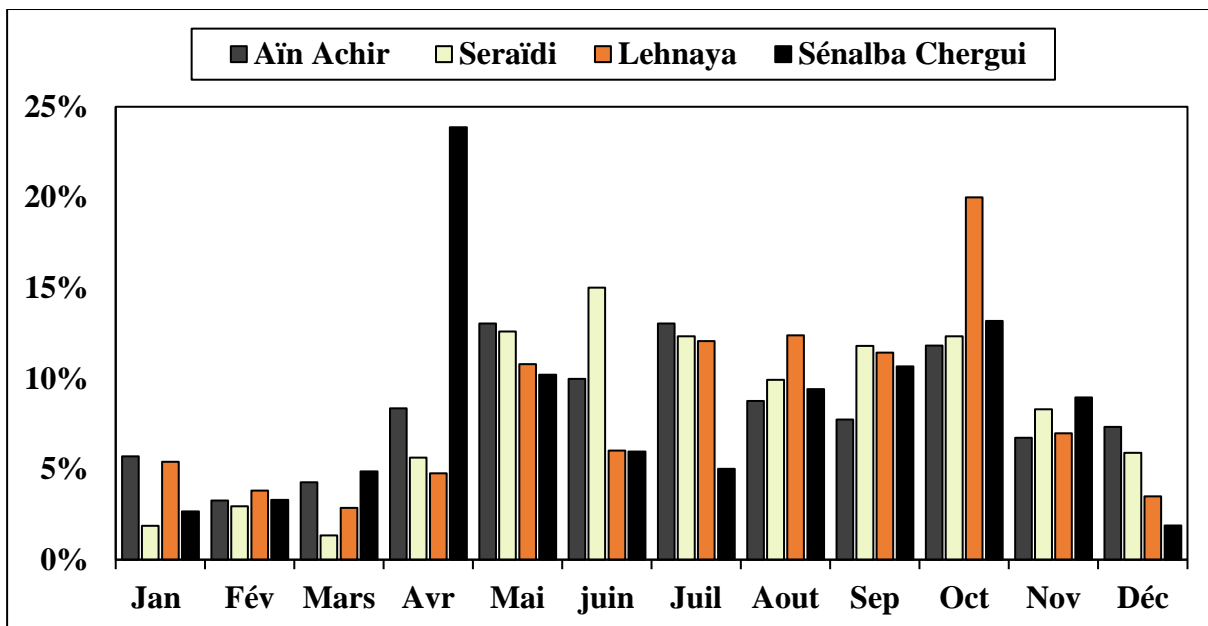


Figure 30. La densité mensuelle des blattes capturées dans les sites d'étude.



A partir des résultats collectés durant les deux années d'étude dans les différentes forêts, le nombre des individus des blattes capturées selon leur stade de développement (jeunes larves, larves âgées et adultes) sont presque les mêmes dans toutes les forêts. Nous avons remarqué que les jeunes larves sont les plus dominants dans les forêts d'Aïn Achir, Seraïdi et Lehnaya avec 12,6%, 17,2% et 15,9% respectivement. Alors pour la forêt de Sénalba Chergui les larves âgées sont les plus abondantes que les deux autres stades de développements avec une densité de 45,1% (Figure 31).

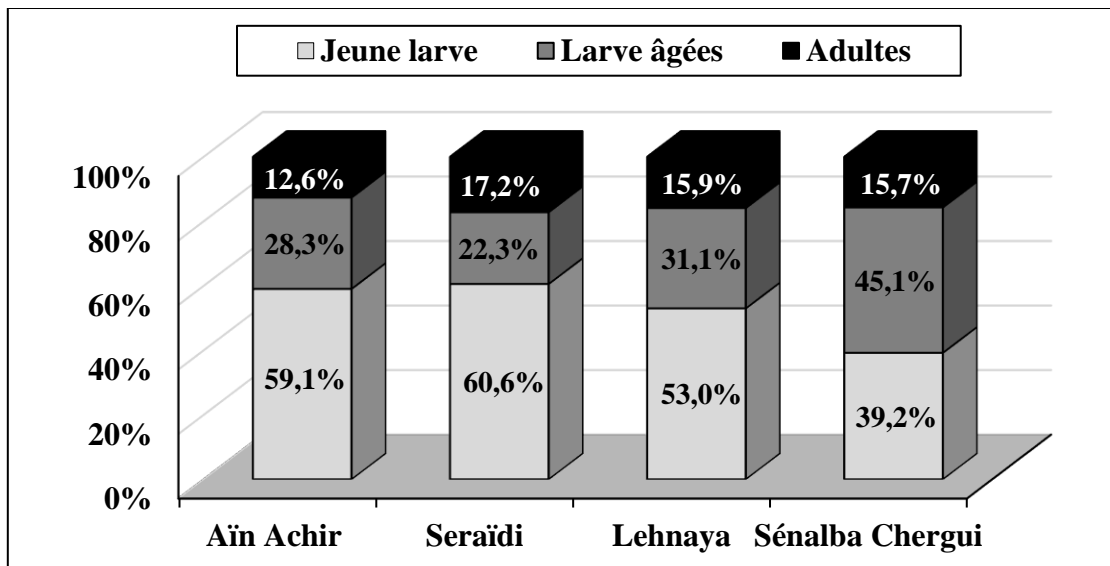


Figure 31. La répartition des blattes par stade de développement selon les sites d'étude.

3.1.1. Les indices écologiques

Les indices écologiques de composition

Nous avons effectué 24 sorties dans chaque site d'étude durant une période étalé sur 24 mois. Nous avons capturé un nombre total de 1816 individus dans tous les sites. Dans la forêt de Sénalba Chergui, le nombre des individus identifier est de 637 individus avec six espèces. Suivi par la forêt de Lehnaya avec une richesse totale de 3 espèces et 315 individus, puis la forêt de Aïn Achir et Seraïdi avec richesse totale de 2 espèces et 491, 373 individus respectivement (Tableau 6). Concernant la richesse moyenne, la forêt de Sénalba Chergui est caractérisée par une richesse moyenne de 26,54. Suivi par la forêt de Aïn Achir avec 20,46. Puis les deux autres sites avec richesse moyenne varient entre 13 et 15 (Tableau 6).



Tableau 6. Richesse totale et richesse moyenne des différentes forêts prospectées

(S : Richesse spécifique ; Sm : Richesse moyenne)

Les sites d'étude	S	Sm
Forêt de Sénalba Chergui (Djelfa)	6	26,54
Forêt de Aïn Achir (Annaba)	2	20,46
Forêt de Seraïdi (Annaba)	2	15,54
Forêt de Lehnaya (El-Tarf)	3	13,13

Dans tous les sites d'étude prospectées le genre *Loboptera* est le plus abondant avec un taux de 80,17% (55,95% *L. decipiens* et 23,68% *L. ovolobata*). Suivis par le genre *Dziriblatta* avec un taux de 2,48%. Le genre *Phyllodromica* et *Ectobius* sont présentés par une seule espèce pour chaque une avec des taux de 1,76% et 0,22% respectivement (Figure 32). Dans les forêts de l'Est *L. decipiens* est l'espèce la plus abondante avec des taux de 19,16%, 16,02% et 12,67% pour Aïn Achir, Seraïdi et Lehnaya respectivement. Suivi par *E. kervillei* avec un taux total de 15,80% (7,87% Aïn Achir ; 4,52% Seraïdi et 3,41% Lehnaya) (Figure 32).

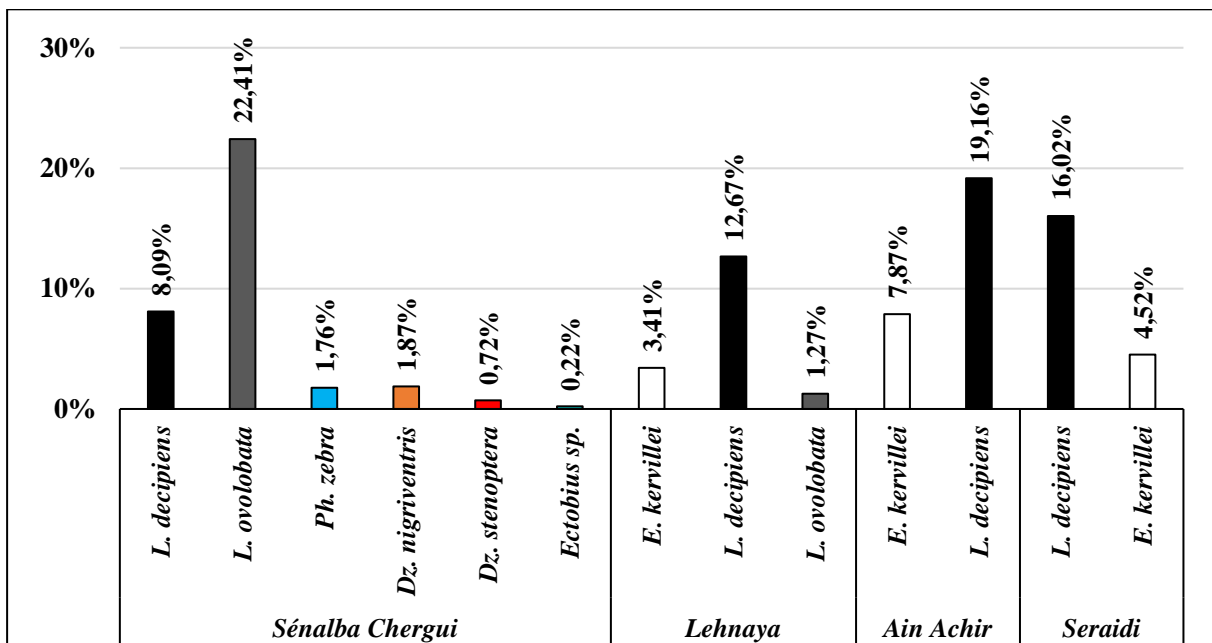


Figure 32. Abondance des espèces capturées selon les différentes forêts prospectées.

Dans la forêt de Sénalba Chergui, l'espèce de *L. ovolobata* est la seule espèce classée dans la catégorie des espèces constante, suivis par *L. decipiens* comme une espèce régulière. Pour les autres espèces capturées dans cette forêt, elles sont classées dans la catégorie des espèces accidentelle. Dans toutes les forêts de l'Est *L. decipiens* est classé dans la catégorie des espèces constante. Suivi par *E. kervillei* comme une espèce régulière dans Lehnaya, accessoire dans la forêt de Seraïdi et régulière dans Aïn Achir (Tableau 7).



Tableau 7. La fréquence d'occurrence (F) et la densité des espèces capturées.

Sites	Les espèces	Densité	Fréquence d'occurrence	Catégorie
Sénalba Chergui	<i>L. ovolobata</i>	25,44	79,17%	Constante
	<i>L. decipiens</i>	7,74	66,67%	Régulière
	<i>D. stenoptera</i>	6,50	8,33%	Accidentelle
	<i>D. nigriventris</i>	8,50	16,67%	Accidentelle
	<i>Ectobius sp.</i>	2,00	12,50%	Accidentelle
	<i>P. zebra</i>	10,67	8,33%	Accidentelle
Lahnaya	<i>L. decipiens</i>	11,50	83,33%	Constante
	<i>L. ovolobata</i>	5,75	16,67%	Accidentelle
	<i>E. kervillei</i>	4,77	54,17%	Régulière
Seraidi	<i>L. decipiens</i>	13,86	87,50%	Constante
	<i>E. kervillei</i>	9,11	37,50%	Accessoire
Aïn Achir	<i>L. decipiens</i>	15,82	91,67%	Constante
	<i>E. kervillei</i>	9,53	62,50%	Régulière

Les indices écologiques de structure

Dans les différentes forêts prospectées durant la période d'étude, la forêt de Sénalba Chergui possède le plus grand indice de Shannon-Weaver qui égal à 2,60 bits, avec une équitabilité de 0,53 ce qui indique que cette forêt est diversifiée et moins équilibrée (Figure 33). Pour la forêt de Lahnaya, elle est classée en deuxième position avec un indice de Shannon-Weaver égale à 1,59 bits et équitabilité de 0,67. Concernant les deux autres sites, elles sont caractérisées par un indice de H' égale à 1 bits avec équitabilités entre 0,71 et 0,79 qui montrent que ces forêts sont équilibrées mais moins diversifiées (Figure 33).

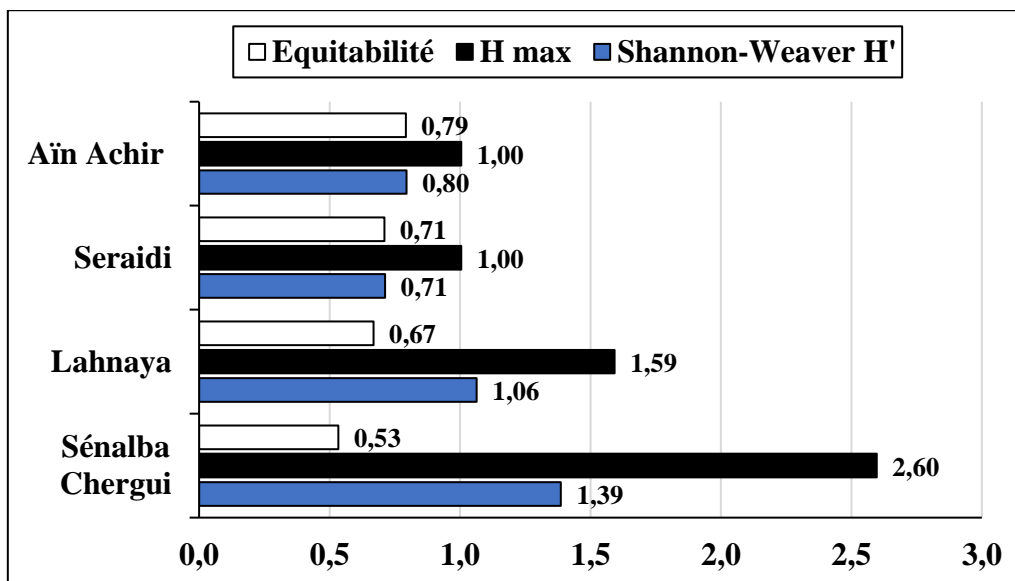


Figure 33. Les indices écologiques de structure selon les différentes forêts prospectées.



Phénologie des espèces récoltées

Le phénogramme des espèces inventoriées dans la forêt de Sénalba Chergui, a révélé que la plupart des espèces (*Dz. stenoptera*, *Dz. nigriventris*, *Ph. zebra* et *Ectobius sp.*) ont une activité annuelle et la plupart sont présent à partir de février jusqu'à mai. Alors que *L. decipiens* disparaître durant les mois de novembre-décembre et la seule espèce présente dans la forêt toute l'année est *L. ovolobata*. Pour les forêts de l'Est, Lehnaya montre que *L. decipiens* et *E. kervillei* sont présents la plupart des mois tandis que *L. ovolobata* apparu entre février et juillet. Pour la forêt de Seraïdi, les deux espèces étaient actives la majeure partie de l'année. Simultanément, les espèces de la forêt d'Aïn Achir ont été impliquées tout au long de l'année (Tableau 8).

Tableau 8. Phénogramme des espèces récoltées dans les différents sites forestiers.

(S1: Sénalba Chergui; S2: Aïn Achir; S3: Seraïdi; S4: Lehnaya)

Forêts	Espèces	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar
Site (1)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+
	<i>L. ovolobata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Dz. Stenoptera</i>	+	+										
	<i>Dz. nigriventris</i>	+	+										+
	<i>Ph. Zebra</i>	+	+										+
	<i>Ectobius sp.</i>	+										+	+
Site (2)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>E. kervillei</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Site (3)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>E. kervillei</i>	+	+	+	+	+	+	+	+				
Site (4)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	<i>E. kervillei</i>	+	+		+	+		+	+	+	+	+	
	<i>L. ovolobata</i>	+	+	+	+							+	+



Figure 34. Les critères d'identification de l'espèce *L. ovobata* (Photos originales)

[**A**- face ventrale du corps ; **B**- face dorsale du corps ; **C**- face dorsale de la plaque sous génitale ; **D**- face ventrale de la plaque sous génitale ; **E**- la tête ; **F**- l'armature de la patte]

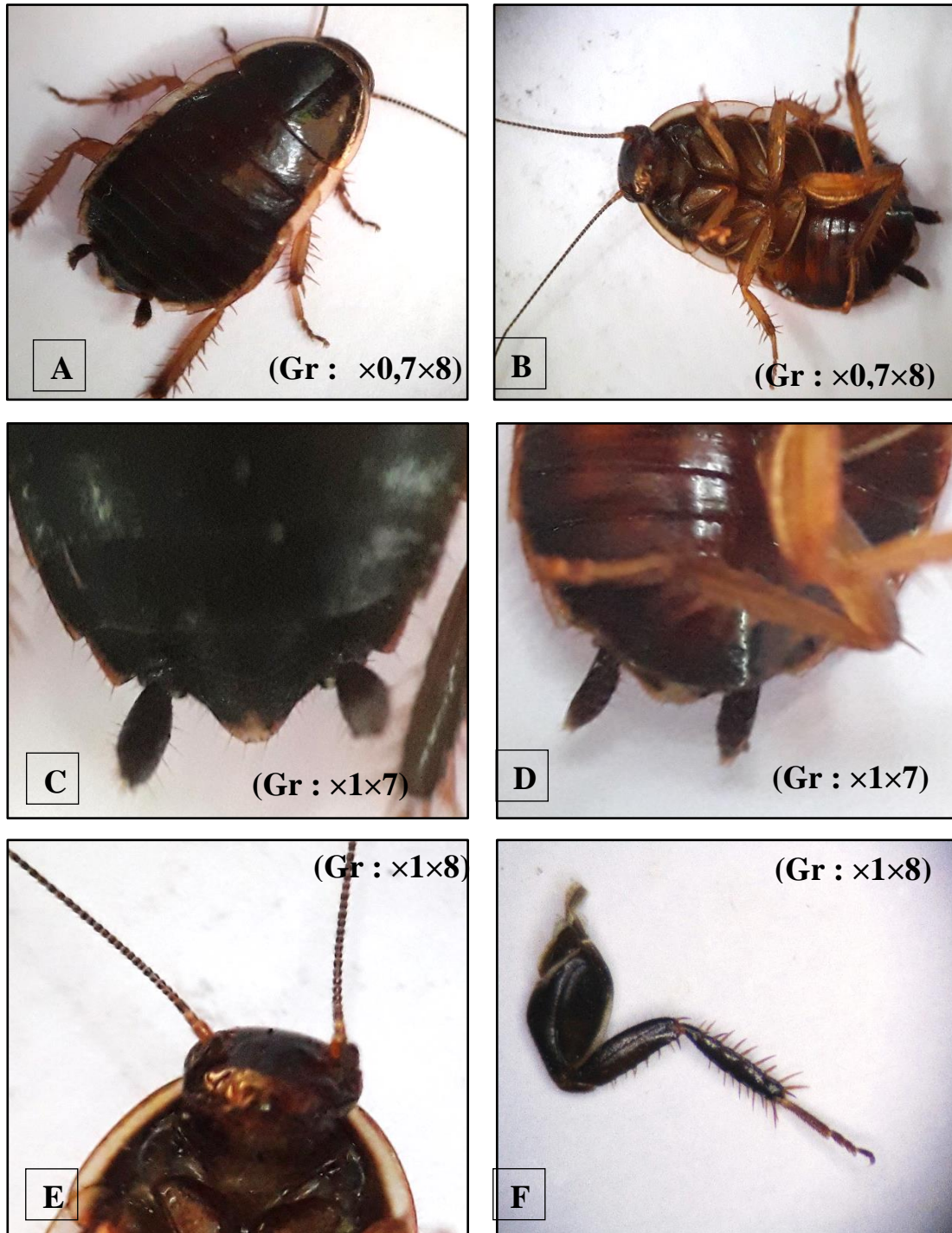


Figure 35. Les critères d'identification de l'espèce *L. decipiens* (Photos originales)

[A- face dorsale du corps. B- face ventrale du corps. C- face dorsale de la plaque sous génital. D- face ventrale de la plaque sous génitale. E- la tête. F- l'armature de la patte]

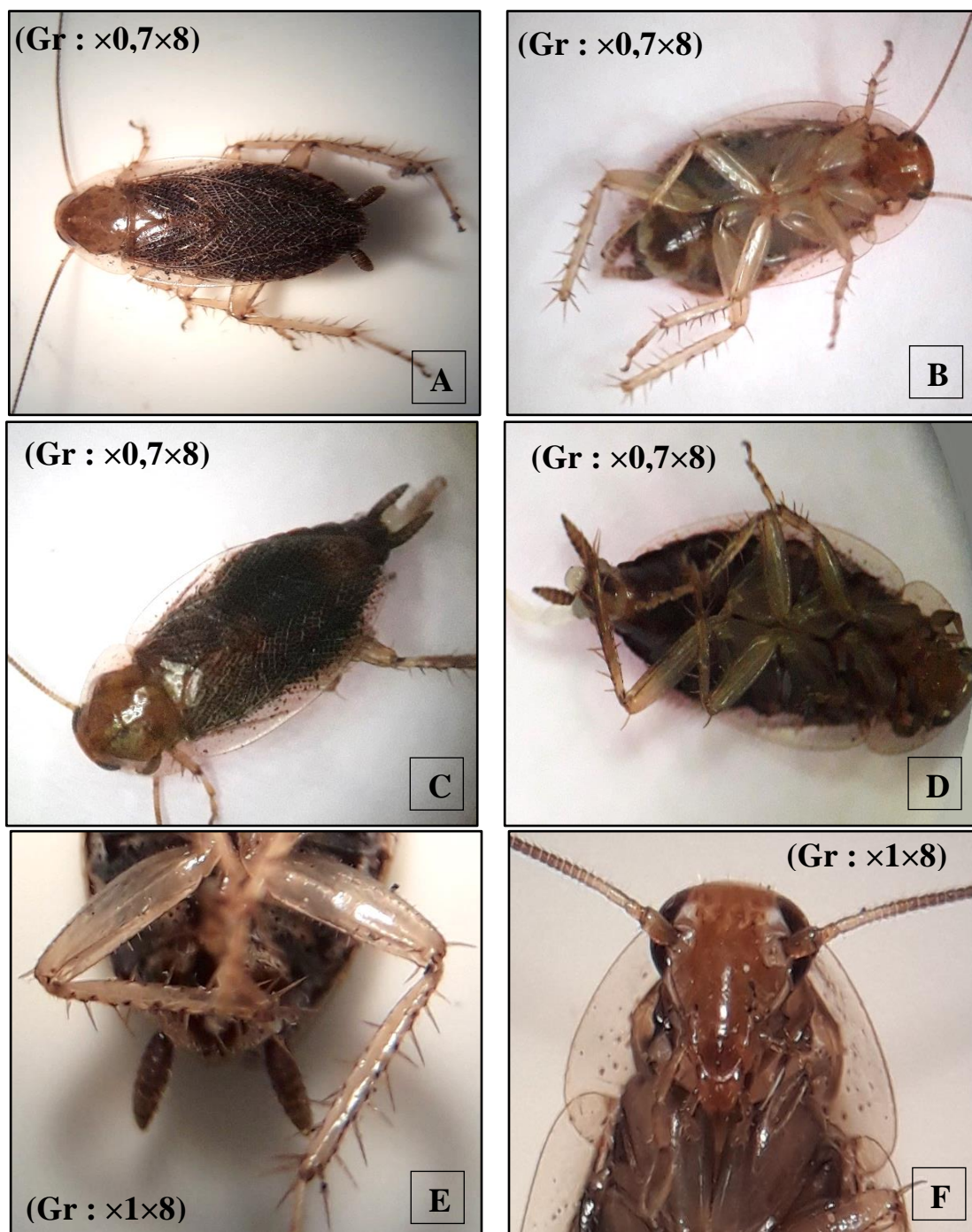


Figure 36. Les critères d'identification de l'espèce *E. kervillai* (Photos originales)

(A, B : Femelles ; C, D : Mâles)

[A, C- face dorsale du corps ; B, D- la face ventrale du corps ; E- la plaque sous génitale ; F- la tête]

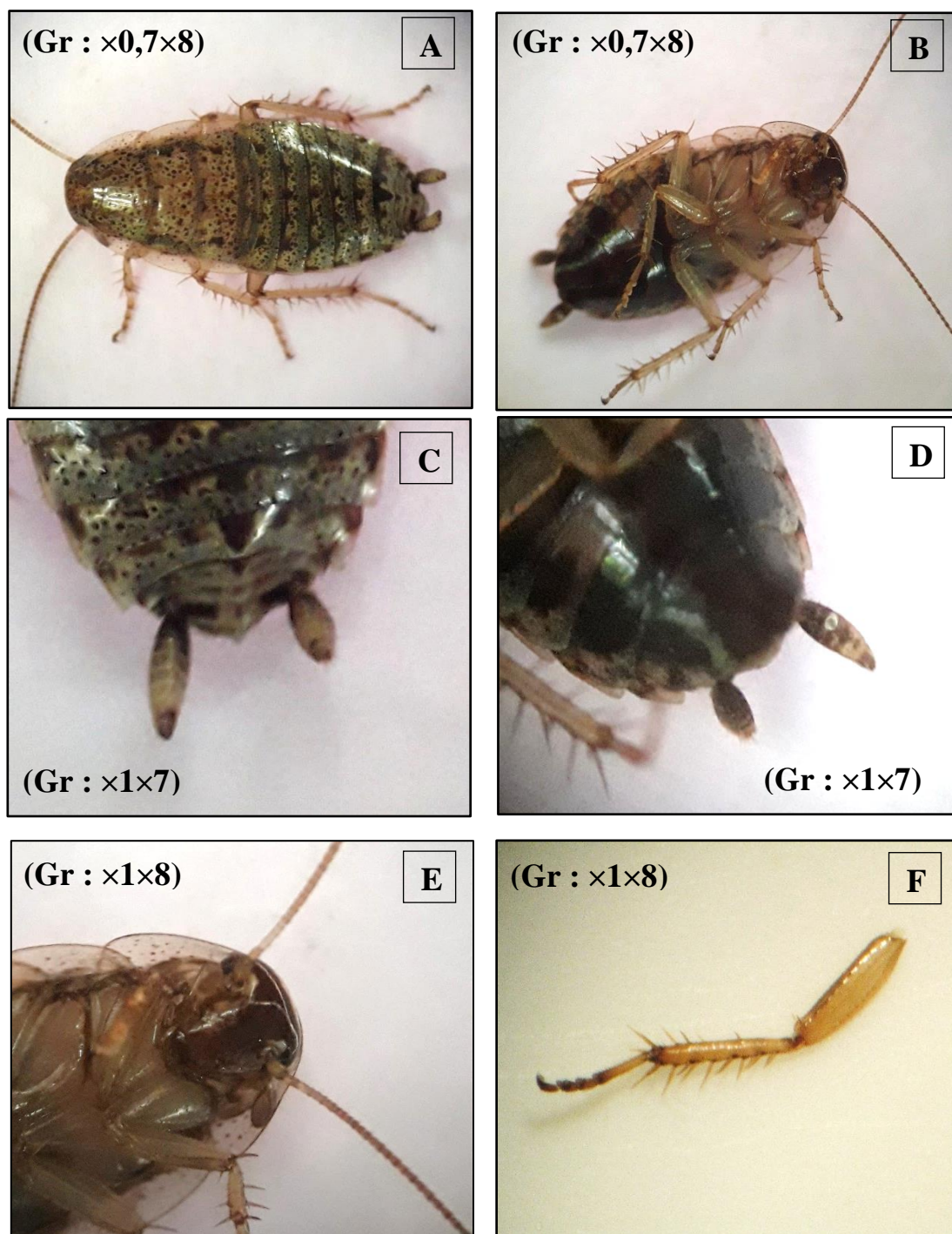


Figure 37. Les critères d'identification de l'espèce *Ectobius* sp. (Photos originales)

[**A-** face dorsale du corps ; **B-** face ventrale du corps ; **C-** face dorsale de la plaque sous génital. **D-** face ventrale de la plaque sous génitale. **E-** la tête. **F-** l'armature de la patte]

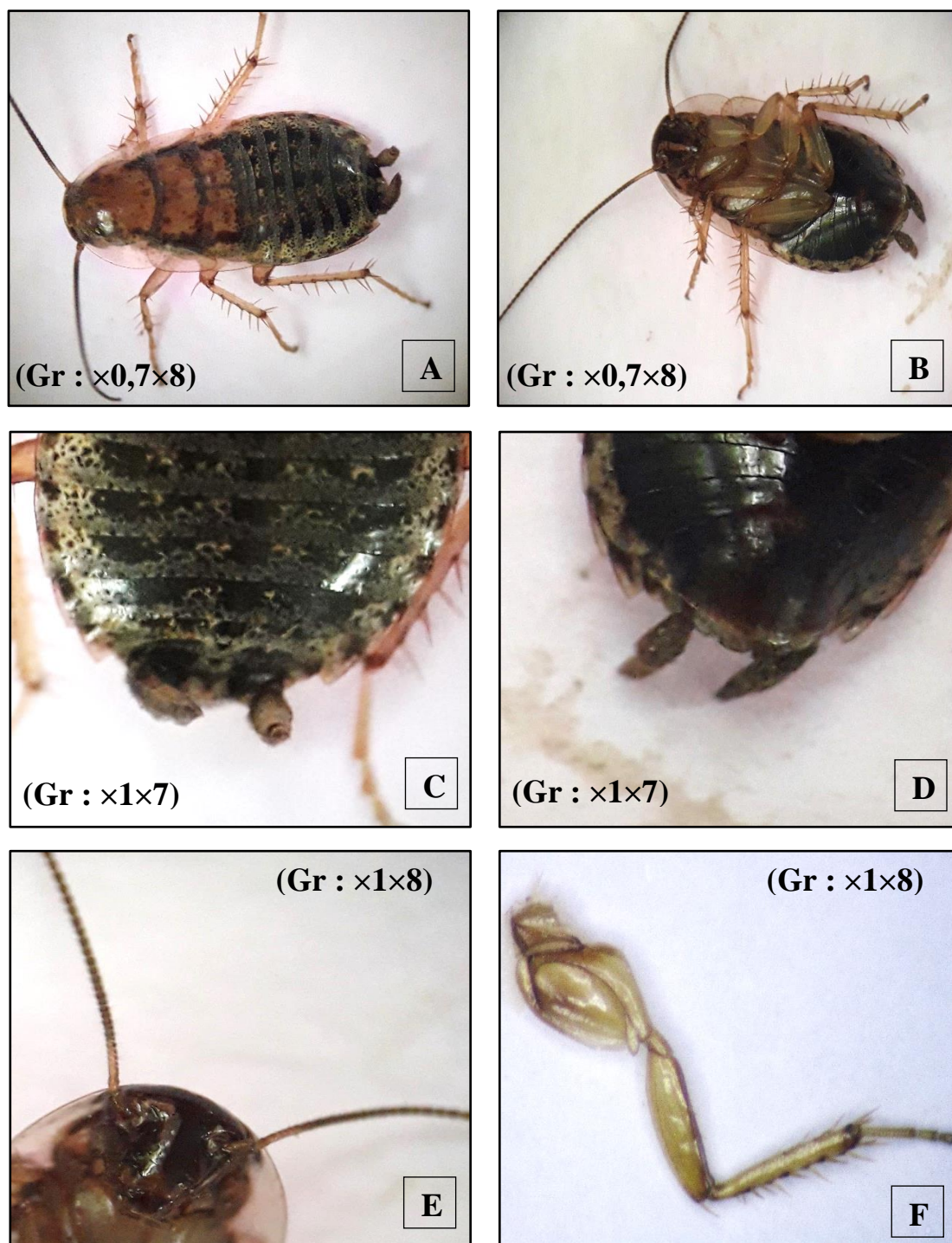


Figure 38. Les critères d'identification de l'espèce *D. nigriventris* (Photos originales)

[A- face dorsale du corps ; B- face ventrale du corps ; C- face dorsale de la plaque sous génitale ; D- face ventrale de la plaque sous génitale ; E- la tête ; F- l'armature de la patte]

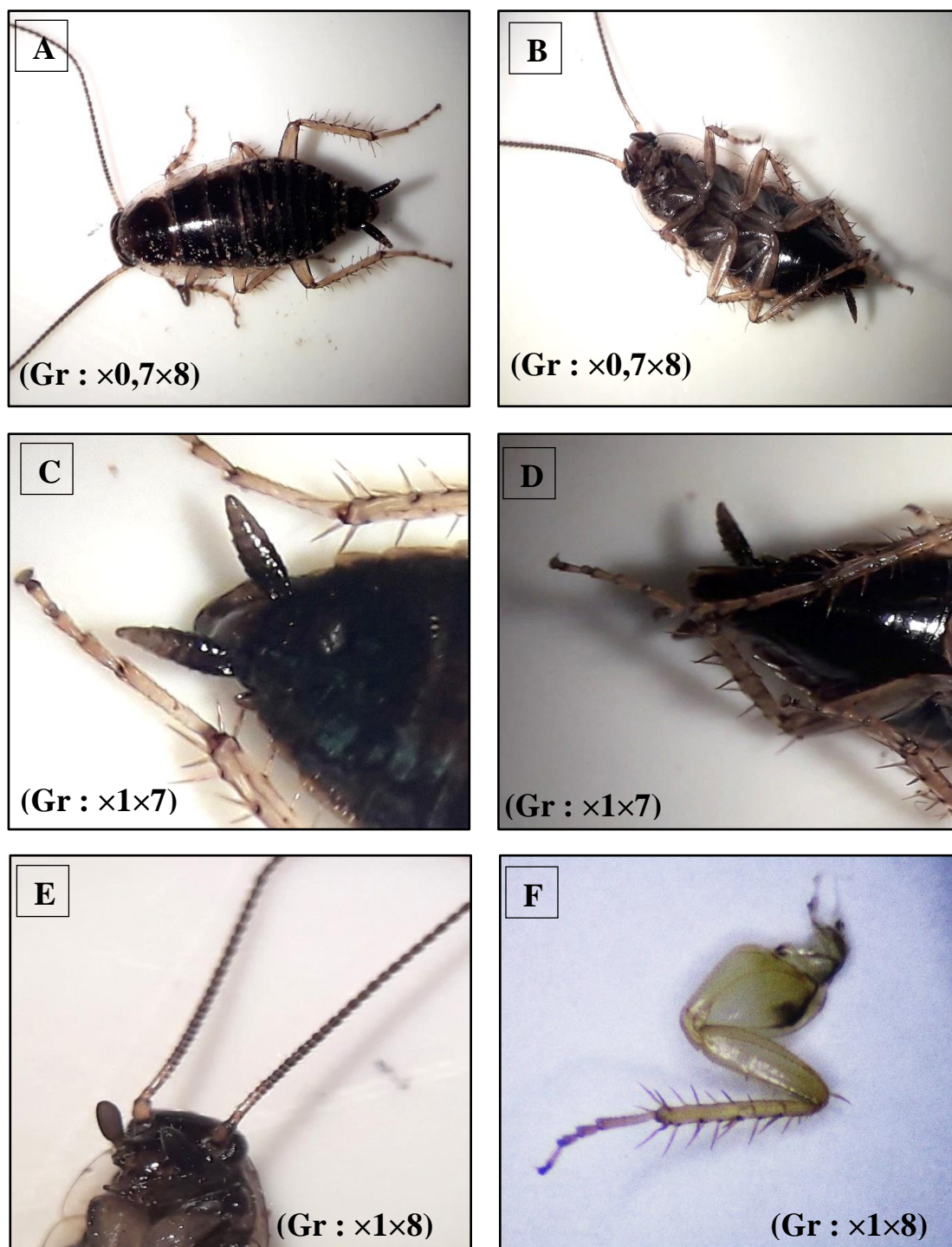


Figure 39. Les critères d'identification de l'espèce *D. stenoptera* (Photos originales)

[A- face dorsale du corps ; B- face ventrale du corps ; C- face dorsale de la plaque sous génital. D- face ventrale de la plaque sous génitale. E- la tête. F- l'armature de la patte]

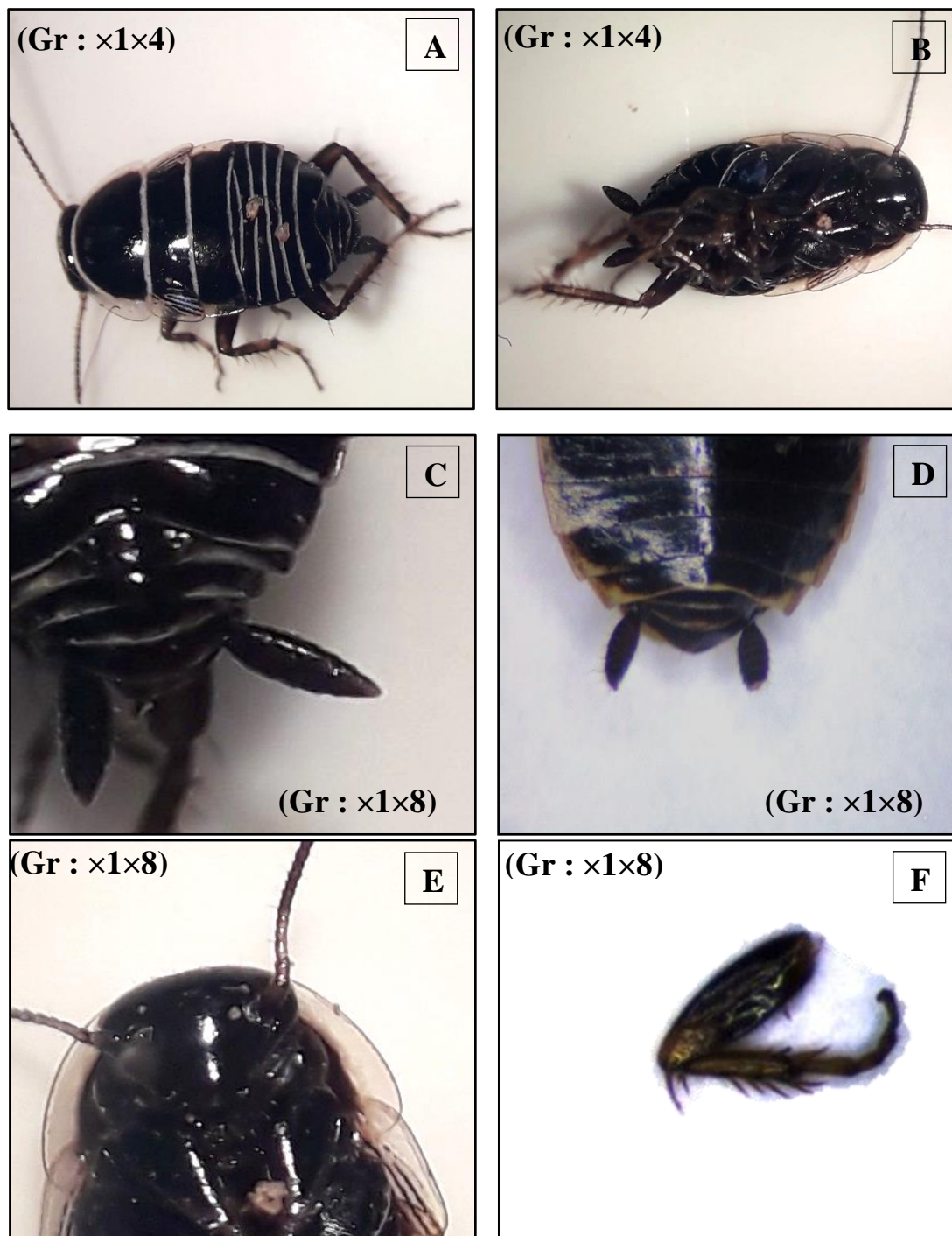


Figure 40. Les critères d'identification de l'espèce *Ph. zebra* (Photos originales)

[**A**- face dorsale du corps ; **B**- face ventrale du corps ; **C**- face dorsale de la plaque sous génital. **D**- face ventrale de la plaque sous génitale. **E**- la tête. **F**- l'armature de la patte]



3.2. Inventaire des blattes urbaines

Les captures réalisées dans les différents sites urbains durant la période d'étude de 24 mois (entre 2019 et 2020) nous permettent de collecter 1094 individus de blattes. Ces individus appartenant à quatre genres et 6 espèces de blattes : *S. longipalpa* (Fabricius, 1798), *B. germanica* (Linnaeus, 1767), *P. americana* (Linnaeus, 1758), *Periplaneta sp.* (Burmeister, 1838), *Bt. orientalis* (Linnaeus, 1758) et *Blatta lateralis* (Walker, 1868).

Durant les deux années d'étude 2019 et 2020, la densité des blattes dans les sites urbains est de 54,11% et 45,89% respectivement. En général, les captures étaient plus abondantes durant la première année que la 2eme année avec un différence de 8,22% (Figure 41).

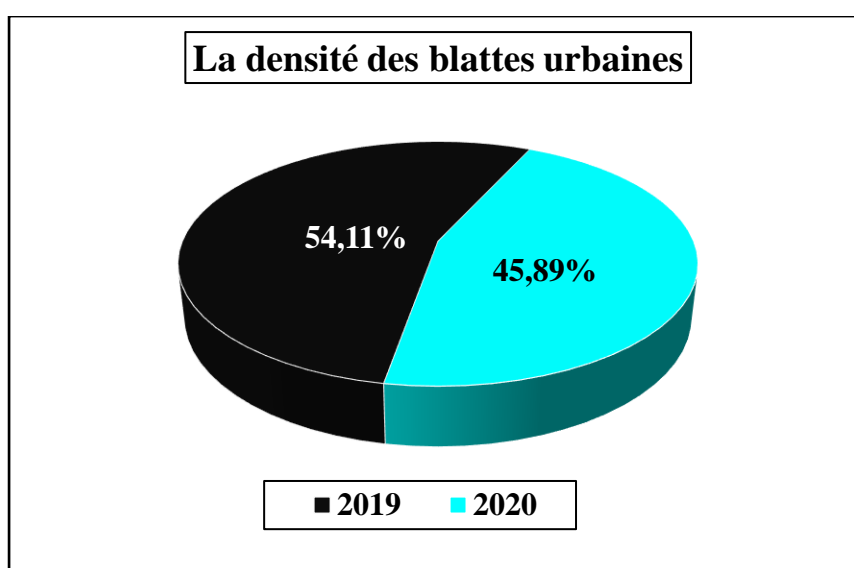


Figure 41. La densité des blattes urbaines durant les deux années d'étude.

L'activité annuelle des blattes urbaines récoltées chaque mois est variable selon les différentes saisons de l'année (Figure 42). Le faible nombre d'individus est récolté durant l'hiver, pour la première année, il est enregistré durant le mois de février avec un effective de 10 individus (2%) et durant les mois de janvier et décembre (6 individus ou 1%) pour l'année 2020. Le plus grand nombre d'individus est récolté durant l'été. Nous avons enregistré le maximum durant les mois de juin et juillet avec 16% (92 individus) pour l'année 2019. Alors pour l'année 2020 est enregistré durant juillet avec un effective de 104 individus (21%). Selon ces résultats obtenus, les blattes urbaines sont très actives durant le printemps et l'été que les deux autres saisons (Figure 42).

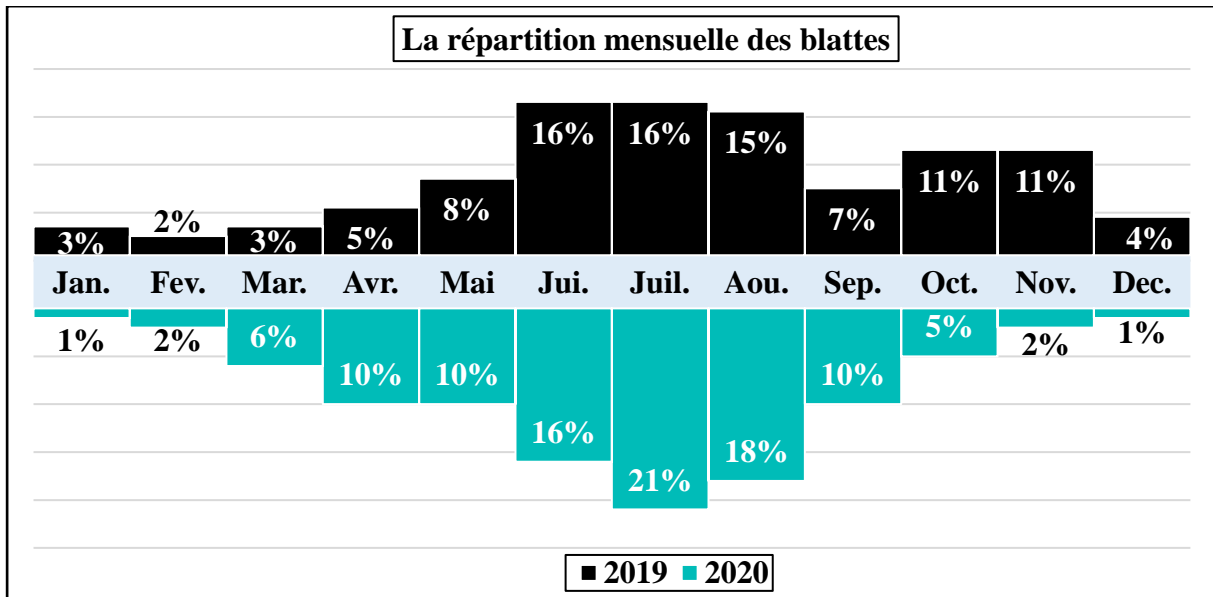


Figure 42. La répartition mensuelle des blattes récoltées durant les deux années d'étude.

La différence entre le nombre des individus des blattes capturés selon leur stade de développement durant la période d'étude, montre que les adultes (mâles et femelles) sont les plus capturés avec un effectif de 481 (43,95%) suivi par les jeunes larves (1^{er} au 3^{ème} stade) avec un taux de 34,83%, et finalement les larves âgées (4^{ème} au 7^{ème} stade) avec 232 individus.

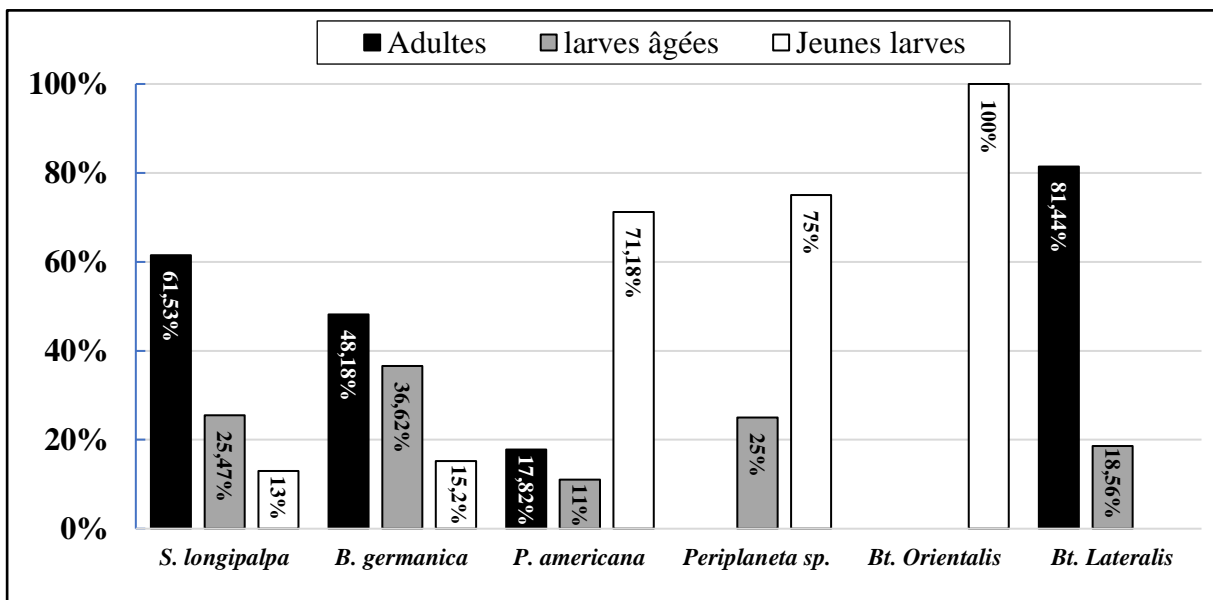


Figure 43. Structure du peuplement des blattes capturées dans les sites urbains.

Selon les résultats montrés dans la figure 43. *Bt. orientalis* est présente en état adultes seulement. Tandis que *Bt. lateralis* et *Periplaneta sp.* Présentent 18,56% à 25% des larves âgées, et 81,44% à 75% des adultes respectivement. Chez *P. americana* les jeunes larves sont les plus représentés avec 71,18%, puis les adultes avec 17,82%. Pour les autres espèces *S.*



longipalpa et *B. germanica* nous enregistrons la présence des adultes (61,53 à 48,18%), suivi par les larves âgées (25,47% à 36,62%) et puis les jeunes larves (13% à 15,20%).

3.2.1. Les indices écologiques

Les indices écologiques de composition

En ce qui concerne les sorties effectuées dans les sites urbains durant notre période d'étude, nous avons effectuées un nombre total de 72 sorties. A partir des 1094 individus capturés, nous avons trouvé une richesse totale (S) de 6 espèces alors que la richesse moyenne (sm) est de valeurs 15,19.

Les résultats des récoltes réalisées dans la région de Bou-Saâda durant les deux années d'étude sont résumés dans la figure 44. L'espèce la plus abondant dans notre région d'étude est *S. longipalpa* avec un taux de 49,63%, suivi par *P. americana* avec 21,66% puis *B. germanica* avec 14,81%. Pour les autres sont d'ordre 8,87%, 4,66% et 0,37% pour *Bt. orientalis*, *Bt. lateralis* et *Periplaneta sp* respectivement (Figure 44).

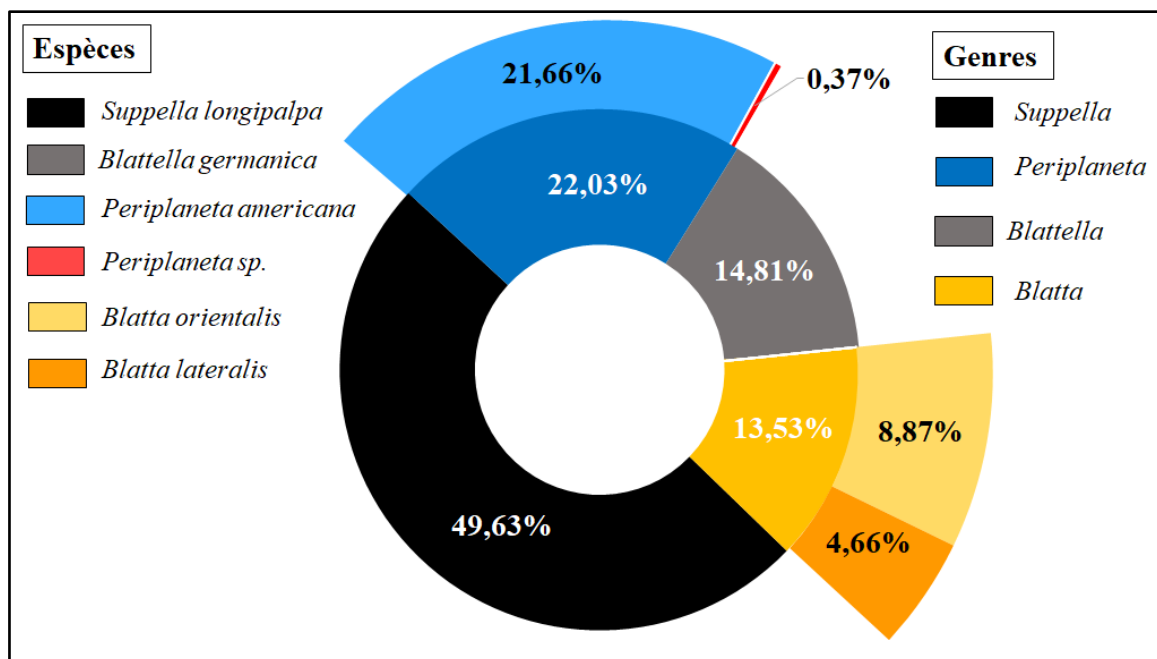


Figure 44. Ration des espèces des blattes récoltées dans les milieux urbains.

D'après nos récoltes réalisées dans les 5 sites urbains : 3 maisons, boulangerie et menuiserie. Nous avons récolté dans les maisons un effective totale de 638 individus, 294 individus dans la boulangerie et 162 individus dans la menuiserie (Tableau 9). Pour la répartition des espèces dans ces différents sites. Nous avons remarqué que *P. americana* est la seule espèce qui est présente dans deux sites d'étude (Maison et boulangerie). *S. longipalpa* et



Bt. lateralis sont présentes seulement dans les maisons, *B. germanica* que dans la menuiserie et pour les autres espèces sont présents au niveau de la boulangerie (Tableau 9).

Tableau 9. Nombre totale et pourcentage des espèces capturées dans les sites urbains

Espèces	Maisons	Boulangerie	Menuiserie
<i>S. longipalpa</i>	85,11%	0	0
<i>B. germanica</i>	0%	0	100%
<i>P. americana</i>	6,90%	65,65%	0
<i>Periplaneta sp.</i>	0%	1,36%	0
<i>Bt. Orientalis</i>	0%	32,99%	0
<i>Bt. Lateralis</i>	7,99%	0	0
Totale	638	294	162

En ce qui concerne la fréquence d’occurrence des espèces urbains récoltés (Tableau 10). *S. longipalpa* la plus abondante espèce dans notre région d’étude est classé dans la catégorie des espèces constante avec une densité de 9,05 individus par échantillon. Dans la catégorie des espèces régulière nous avons seulement *P. americana* avec une densité de 6,71. Et pour *B. germanica* avec une fréquence d’occurrence de 30,56% et 7,36 de densité, elle est classée dans la catégorie des espèces accessoires. Les autres espèces sont classé dans la catégorie des espèces accidentelle avec des fréquence d’occurrence de 11,11%, 5,56% et 2,78% respectivement pour *Bt. lateralis*, *Bt. orientalis* et *Periplaneta sp* (Tableau 10).

Tableau 10. La fréquence d’occurrence (F) et la densité des espèces urbaines

Espèce	Densité	Fréquence d’occurrence	Catégorie
<i>S. longipalpa</i>	9,05	83,33%	Constante
<i>P. americana</i>	6,41	51,39%	Régulière
<i>B. germanica</i>	7,36	30,56%	Accessoire
<i>Bt. lateralis</i>	3,38	11,11%	Accidentelle
<i>Bt. orientalis</i>	24,25	5,56%	Accidentelle
<i>Periplaneta sp</i>	2,00	2,78%	Accidentelle

Les indices écologiques de structure

Selon les résultats des indices écologiques de structure résumés dans la figure 45. Le milieu urbain étudié est caractérisé par un indice de Shannon-Weaver de 2,07 bits durant l’année 2019 qui signifie que notre région d’étude est diversifiée, par contre l’année 2020, on a remarqué la diminution de cet indice vers 1,6 bits (moins diversifiée).

Alors que l’indice de l’équitabilité calculé durant les deux années d’étude montre que ce milieu prospecté est plus équilibré durant la première année (E= 0,80) que la deuxième année



(E= 0,62) d'étude (Figure 45). Pour l'indice de concentration concernant la région de Bou-Saâda. Il est en effet de 0,28 et 0,38 durant 2019 et 2020 respectivement, qui signifie qu'on a une probabilité de 28% et 38% de rencontre la même espèce dans cette région (Figure 45).

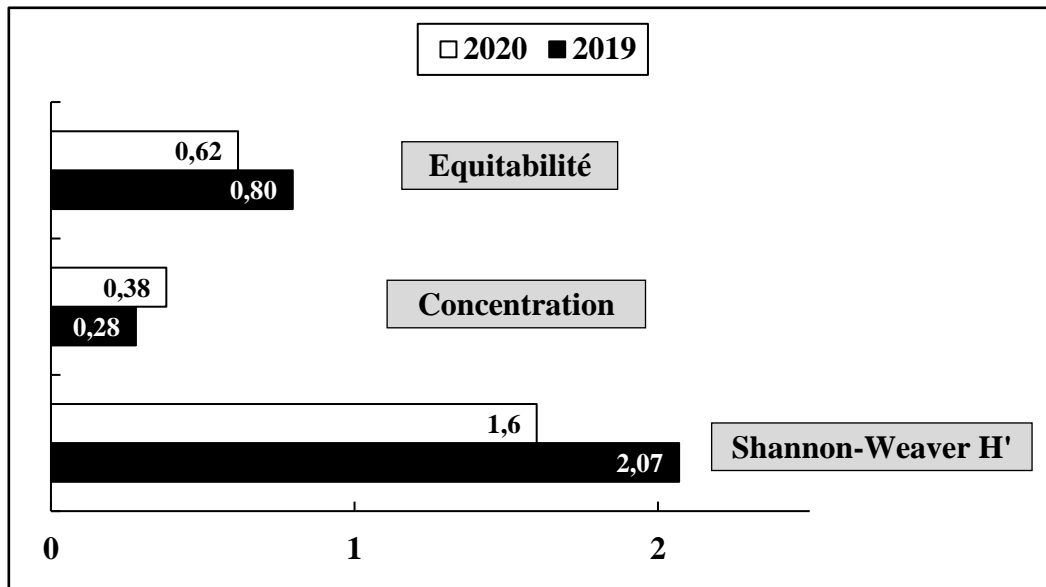


Figure 45. Les indices écologiques de structure de notre région d'étude.

Phénologie des espèces récoltées

Le phénogramme des espèces de blattes inventoriées dans les sites urbains de la région de Bou-Saâda (Tableau 11), montre que *S. longipalpa* et *P. americana* sont présents tous les mois durant notre période d'étude. Tandis que *B. germanica*, on enregistre sa disparition durant les mois de décembre et janvier. Le phénogramme montre également que *Bt. orientalis* est présente durant la période d'octobre jusqu'à janvier et *Bt. lateralis* est présente dans l'été (Mai à août). Pour *Periplaneta sp.*, on a remarqué sa présence seulement dans les mois de Novembre et Décembre (Tableau 11).

Tableau 11. Phénogramme des espèces de blattes récoltées dans la région de Bou-Saâda

	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
<i>S. longipalpa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. germanica</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Bt. Orientalis</i>	+									+	+	+
<i>Bt. Lateralis</i>					+	+	+	+				
<i>P. americana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Periplaneta sp.</i>											+	+



Figure 46. Les critères d'identification de l'espèce *S. longipalpa* (Photos originales)

(C, D, E : Mâle ; A, B, F : femelle ; G, H : larve)

[A, C, G- face dorsale du corps ; B, D, H - face ventrale du corps ; E, F- la plaque sous génitale].

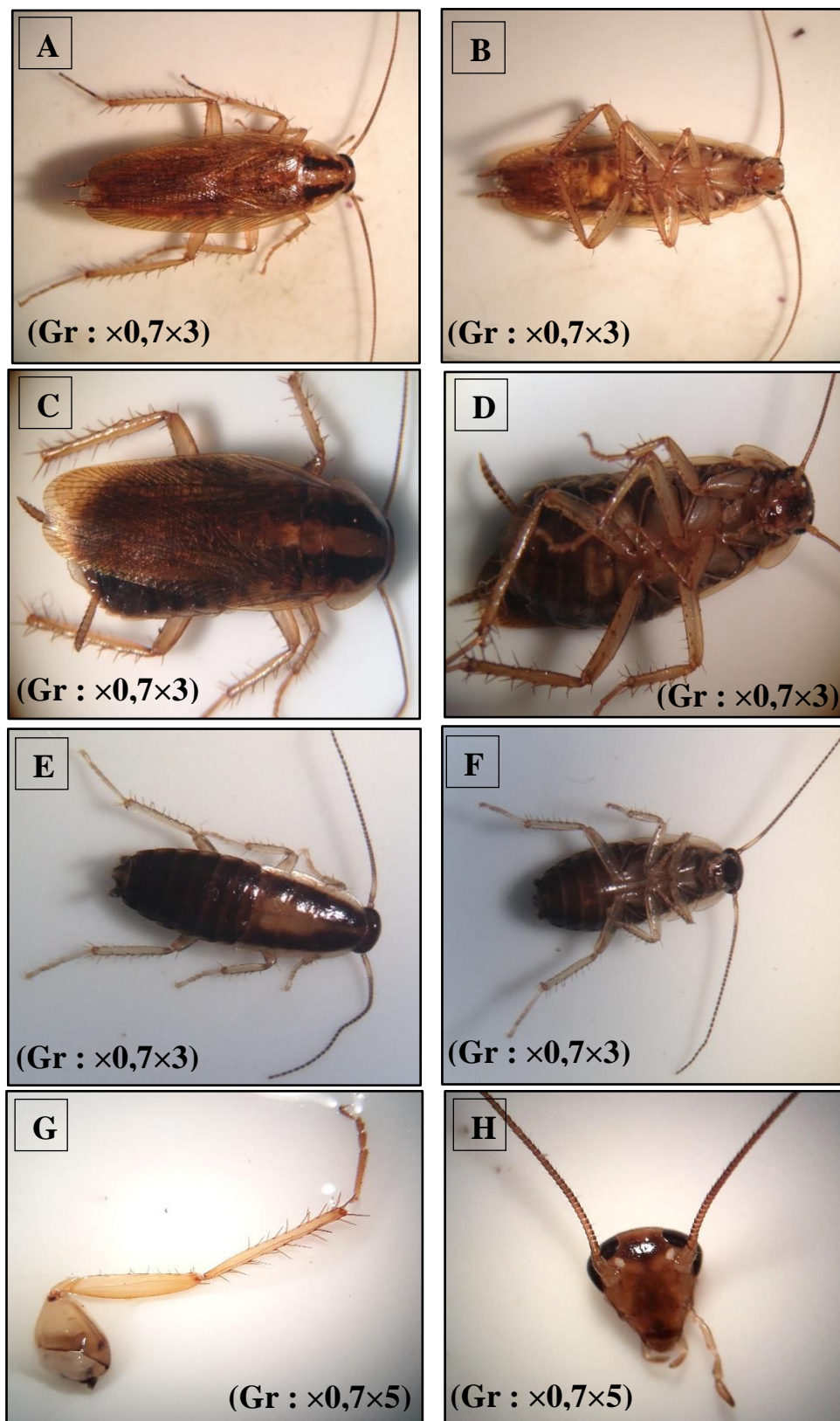


Figure 47. Les critères d'identification de l'espèce *B. germanica* (Photos originales)

(A, B : Mâle ; D, C : femelle ; E, F : larve)

[A, C, E- face ventrale du corps ; B, D, F - face dorsale du corps ; G- l'armature de la patte ; H - la tête].

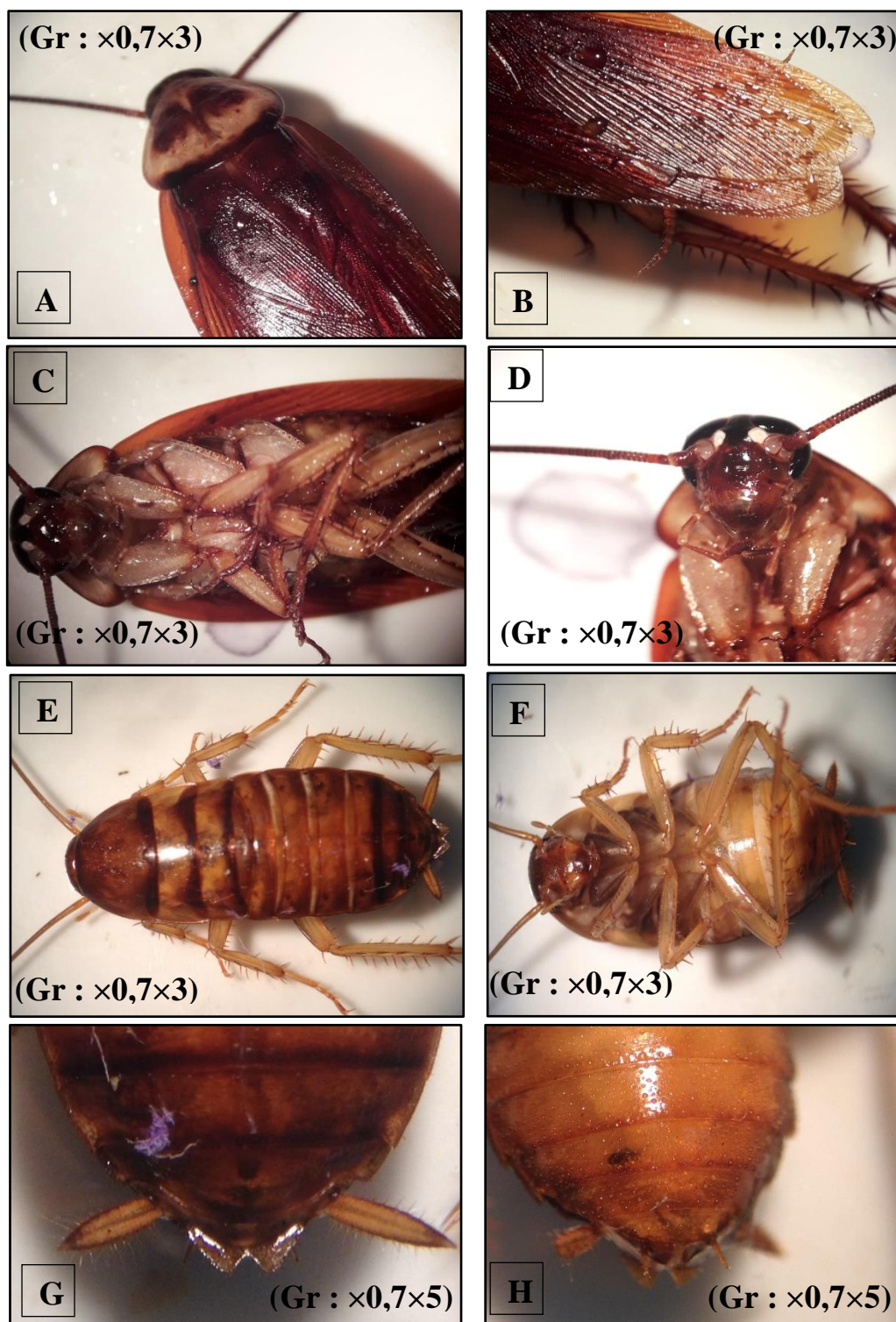


Figure 48. Les critères d'identification de l'espèce *P. americana* (Photos originales)

(A, B, C, D : Mâles ; G, H : Femelles ; E, F : Larve)

[C, F - face ventrale du corps ; A, B, E - face dorsale du corps ; G, H - la plaque sous génitale ; D- la tête]

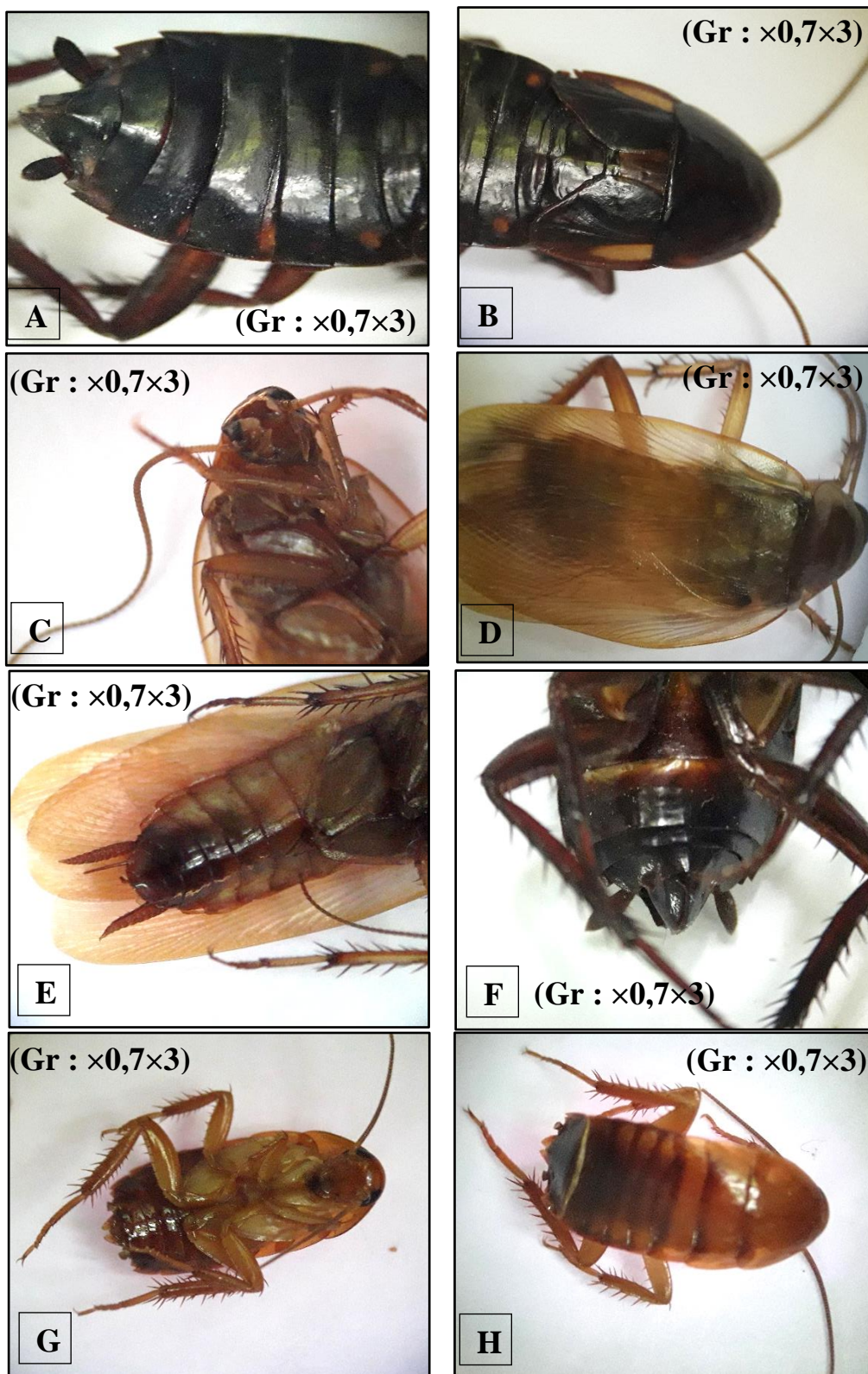


Figure 49. Les critères d'identification de l'espèce *Bt. lateralis* (Photos originales)

(A, B, F : Femelles ; C, D, E : Mâles ; G, H : Larve)

[A, B, D, H - face dorsale du corps ; E, F, G- face ventrale du corps ; E, F- la plaque sous génitale ; C- la tête]

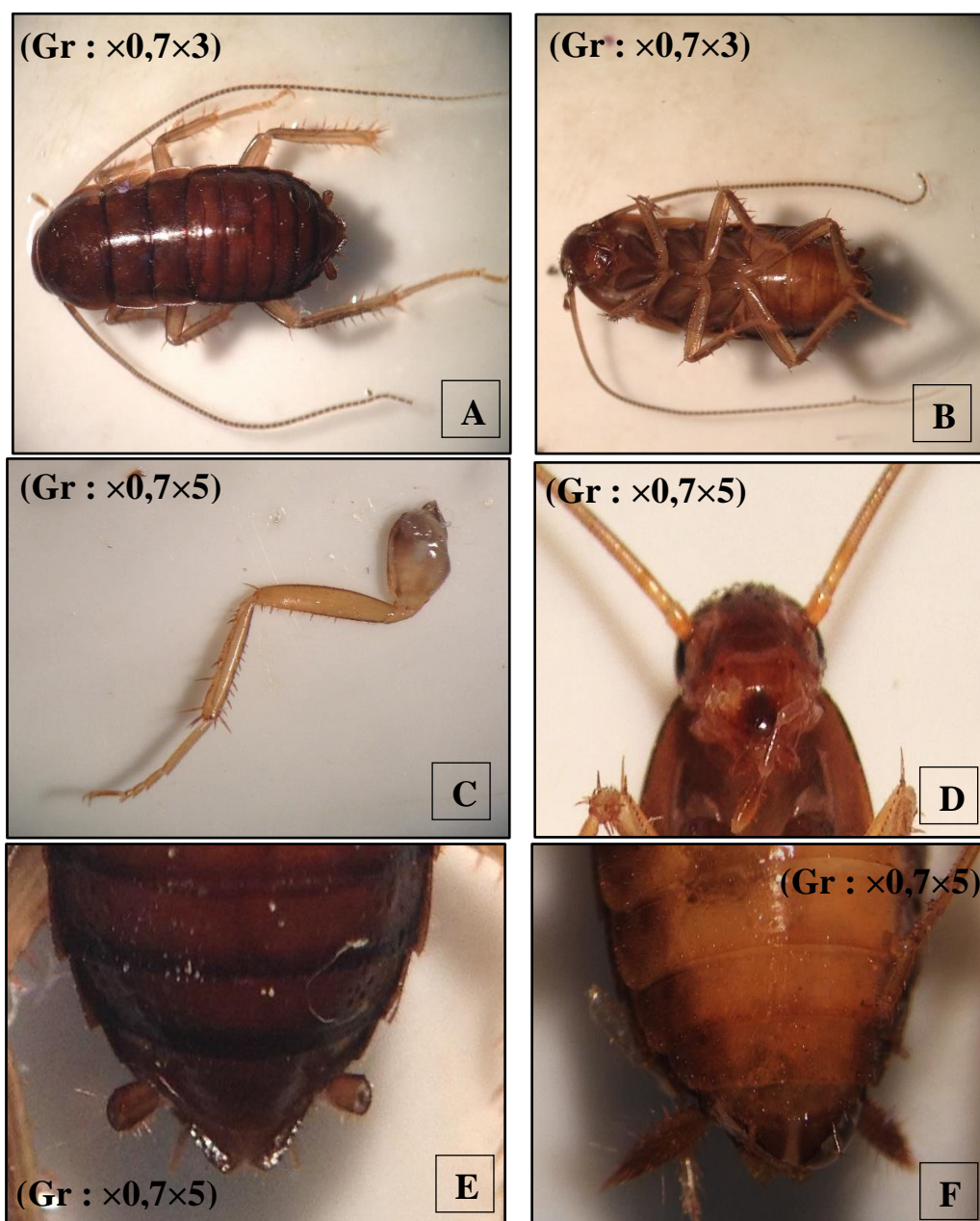


Figure 50. Les critères d'identification de l'espèce *Bt. orientalis* (Photos originales)

(A, B : Larve)

[A- face dorsale du corps ; B- face ventrale du corps ; C- l'armature de la patte ; D- la tête ; E, F- la plaque sous génitale].

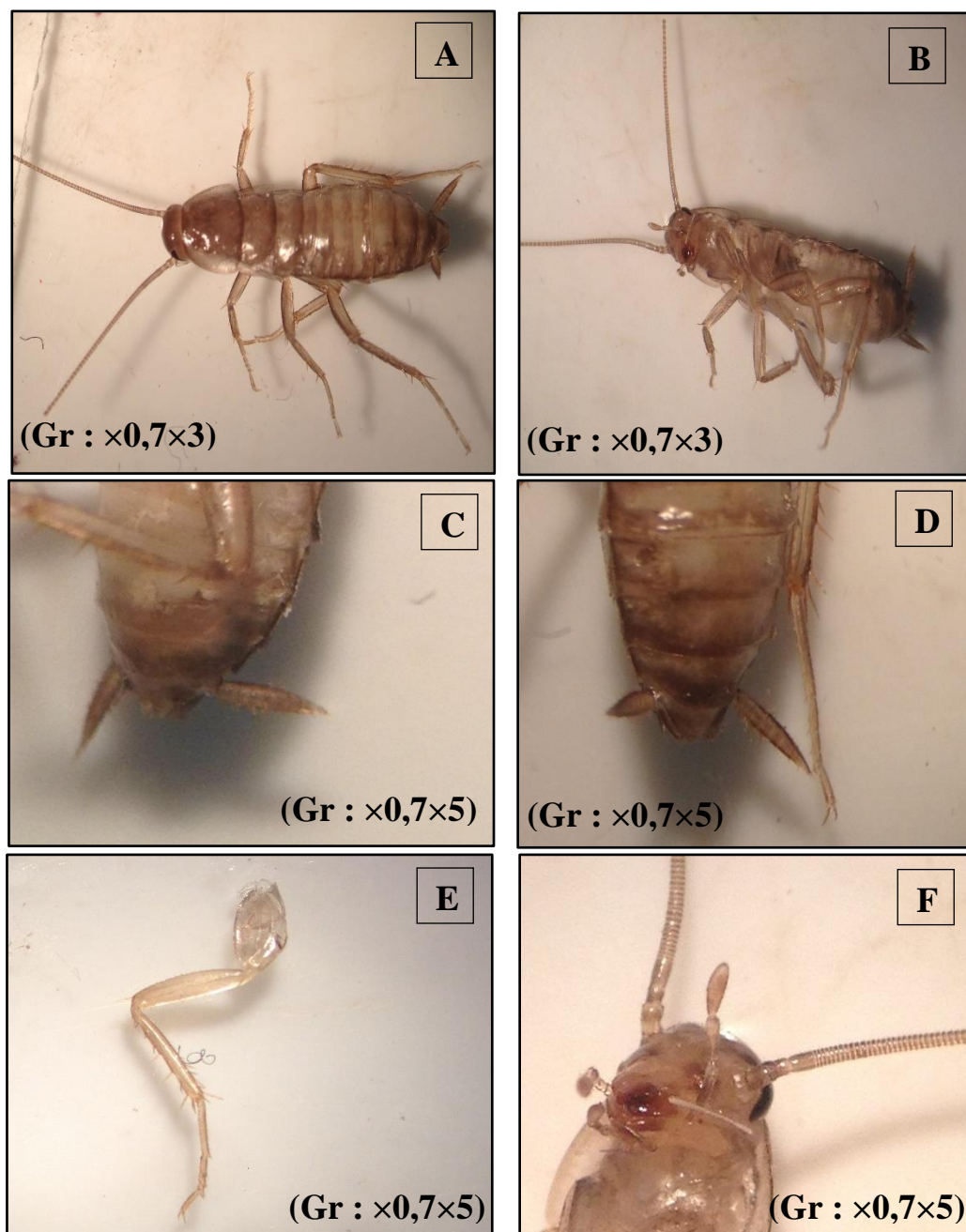


Figure 51. Les critères d'identification de l'espèce *Periplaneta sp.* (Photos originales)

(A, B : Larve)

[A, - face dorsale du corps ; B- face ventrale du corps ; C, D- la plaque sous génitale ; E- l'armature de la patte ; F- la tête].



3.3. Effet sur la mortalité

3.3.1. Effet des extraits aqueux de *C. arabica* sur la mortalité de *B. germanica*

L'étude de l'effet des extraits aqueux des feuilles de *C. arabica* contre les mâles de *B. germanica* après 30 jours de traitement. Montre que l'extrait provoque des mortalités qui varie selon les temps d'exposition et les concentrations utilisées (Tableau 12). Les taux de mortalité obtenu avec la faible concentration 150µg/ml sont de 3,33% au 10^{ème} jour de traitement et atteignant jusqu'à 20% au bout de dernier jour de traitement. Quand on a utilisé la force concentration 750µg/ml, la mortalité commence par un taux de mortalité de 13,33% dans les premiers 5 jours et arrivent jusqu'à 63,33% après 30 jours de traitements. L'analyse des variances montre qu'il existe des différences significatives entre les taux de mortalité enregistrés après 5 jours de traitements avec les différentes concentrations ($F_{obs} = 7,04$; $p : 0,01^*$) (Tableau 12).

Tableau 12. Taux de mortalité des mâles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de *C. arabica*

Concentrations	5 jours	10 jours	15 jours	30 jours	F_{obs}	P
150 µg/ml	0%	3,33%	6,67%	20,00%	5,4	0,04*
250 µg/ml	3,33%	10,00%	16,67%	36,67%	5,81	0,03*
500 µg/ml	0%	20,00%	36,67%	53,33%	4,86	0,05
750 µg/ml	13,33%	26,67%	43,33%	63,33%	4,62	0,06
F_{obs}	7,04	0,58	0,13	0,54		
P	0,01*	0,64	0,93	0,66		

Chez les femelles de *B. germanica*, l'utilisation des mêmes concentrations des extraits aqueux de *C. arabica* provoque des taux de mortalité varie entre 3,33% et 83,33% (Tableau 13). Après 10 jours de traitement par différentes concentrations, nous avons enregistré un taux de mortalité de 13,33% avec la faible concentration de 150 µg/ml et 46,67% par la forte concentration de 750µg/ml durant le même temps d'exposition. Au bout de 30^{ème} jour de traitement, le taux de mortalité enregistré par la concentration de 250 µg/ml est 56,67%, tandis que la forte concentration est de 83,33%. Il existe des différences significatives entre les taux de mortalité enregistrés après 5 jours de traitements et les différentes concentrations utilisées ($F_{obs} = 4,44$; $p : 0,04^*$) (Tableau 13).



Tableau 13. Taux de mortalité des femelles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de *C. arabica*

Concentrations	5 jours	10 jours	15 jours	30 jours	F _{obs}	P
150 µg/ml	3,33%	13,33%	16,67%	36,67%	4,39	0,06
250 µg/ml	6,67%	20,00%	26,67%	56,67%	7,38	0,02*
500 µg/ml	10,00%	26,67%	33,33%	66,67%	5,26	0,04*
750 µg/ml	13,33%	46,67%	60,00%	83,33%	7,54	0,02*
F _{obs}	4,44	2,15	1,87	1,58		
P	0,04*	0,17	0,21	0,26		

Les résultats présentés dans le tableau 14. Montrent qu'il y a une forte corrélation positive entre les taux de mortalité et les concentrations de l'extrait aqueux utilisé chez les deux sexes (Mâles et femelles) de *B. germanica*.

Les calculs des concentrations létales (CL16%, CL50%, CL84% et CL90%) montrent que les femelles sont plus sensibles que les mâles aux différentes concentrations de cette bio-insecticide. Après 30 jours de traitement, il est nécessaire d'utiliser une concentration de 59,2 µg/ml pour éliminer 16% des femelles, par contre les mâles la concentration est de 111,8 µg/ml. Pour assurer une mortalité de 50% des mâles pendant 30 jours, la concentration de l'extrait aqueux de *C. arabica* doit être égale à 446,7 µg/ml. Alors que chez les femelles est seulement 223,9 µg/ml. Et pour éliminer 90% de la population des blattes pendant une période de 30 jours, la concentration de cette bio-insecticide doit être égale à 1258,9 µg/ml et 2691,5 µg/ml chez les femelles et les mâles respectivement (Tableau 14)

Tableau 14. Concentrations létales des extraits aqueux des feuilles de *C. arabica*

Femelles ♀				
Temps d'exposition	5 jours	10 jours	15 jours	30 jours
Régression	Y=-5,93+3,03 X (R=0,45)	Y= 0,92+1,35X (R=0,96)	Y= 0,61+1,56 X (R=0,94)	Y= 0,97+1,71 X (R=0,98)
CL16% (µg/ml)	1893,3	191,2	149,0	59,2
CL 50% (µg/ml)	3981,1	1047,1	645,7	223,9
CL84% (µg/ml)	8590,0	5695,8	2810,1	862,3
CL90% (µg/ml)	10471,3	9332,5	4265,8	1258,9
Mâles ♂				
Régression	Y= -5,47+2,83 X (R=0,44)	Y= -0,48+1,71X (R=0,99)	Y= -0,67+1,94 X (R=0,99)	Y= 0,62+1,65 X (R=0,99)
CL16% (µg/ml)	2219,7	416,8	255,4	111,8
CL 50% (µg/ml)	4897,8	1584,9	831,8	446,7
CL84% (µg/ml)	11206,5	6076,1	2710,1	1797,0
CL90% (µg/ml)	14125,4	8912,5	3801,9	2691,5



En ce qui concerne les résultats des temps létaux résumé dans le tableau 15. Il existe une forte corrélation positive entre les taux de mortalité des mâles et femelles de *B. germanica* et les temps d'exposition. Est ça le résultat d'un coefficient de corrélation varie entre 0,99 et 1,00.

Les résultats indiquent que TL90% des mâles prend 102,32 jours avec la faible concentration par contre les femelles qui prend presque la moitié de ce temps (64,56 jours). Tandis que forte concentration 750 µg/ml, le TL 90% est de 38,9 jours et 28,84 chez les mâles et les femelles respectivement (Tableau 15). Ce résultat obtenu montre que les temps létaux diminuant avec l'augmentation des concentrations des extraits aqueux des feuilles de *C. arabica*, et aussi que les mâles prennent plus du temps que les femelles pour obtenir les mêmes temps létaux.

Tableau 15. Temps létaux des extraits aqueux des feuilles de *C. arabica*

Femelles ♀					
Concentration	Régression	TL16%	TL50%	TL84%	TL90%
150 µg/ml	Y= -1,14+4,09X (R=0,99)	18,06 J	31,62 J	55,37 J	64,56 J
250 µg/ml	Y= -1,27+4,52X (R=1,00)	14,65 J	23,98 J	40,38 J	46,77 J
500 µg/ml	Y= -1,34+4,74X (R=1,00)	13,38 J	21,37 J	35,19 J	39,81 J
750 µg/ml	Y= -1,45+5,26X (R=0,99)	10,87 J	16,59 J	25,97 J	28,84 J
Mâles ♂					
150 µg/ml	Y= -1,03+3,63X (R=1,00)	24,30 J	45,7 J	85,88 J	102,32 J
250 µg/ml	Y= -1,14+4,09X (R=0,99)	18,06 J	31,62 J	55,37 J	64,56 J
500 µg/ml	Y= -1,22+4,53X (R=0,99)	14,20 J	23,44 J	39,05 J	44,66 J
750 µg/ml	Y= -1,29+4,74X (R=0,99)	13,06 J	20,89 J	34,35 J	38,9 J

3.3.2. Effet des extraits aqueux de *R. chalepensis* sur la mortalité de *B. germanica*

Les résultats de l'étude toxicologique, montre que l'extrait aqueux de *R. chalepensis* a un effet bio-insecticide sur les mâles de *B. germanica* (Tableau 16). Cet effet est traduit par des taux de mortalité qui varie entre 0% et 70% selon la durée d'exposition et les concentrations utilisées.

L'utilisation de la faible concentration induite une mortalité de 3,33 pendant 5 jours et 26,67% au bout de le dernier jour de traitement. L'application de la forte concentration 500 µg/ml provoque un taux de mortalité de 13,33% durant les premiers 10 jours de traitement et augment vers le maximum au bout de 30^{ème} jours pour arriver jusqu'au 70% (Tableau 16).



L'analyse des variances montre qu'il existe des différences significatives entre les taux de mortalité enregistrés après 5 jours de traitements et les différentes concentrations ($F_{obs} = 8,5$; $p : 0,01^*$) (Tableau 16).

Tableau 16. Taux de mortalité des mâles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de *R. chalepensis*

Concentrations	5 jours	10 jours	15 jours	30 jours	F_{obs}	P
150 µg/ml	3,33%	3,33%	6,67%	26,67%	8,53	0,01*
250 µg/ml	0%	6,67%	26,67%	46,67%	8,08	0,02*
500 µg/ml	6,67%	13,33%	33,33%	70,00%	4,32	0,06
F_{obs}	8,5	0,6	3,02	2,04		
P	0,01*	0,57	0,12	0,21		

Pour les femelles de la blatte germanique, l'application des différentes concentrations de la même bio-insecticide provoque des mortalités varie entre 0% et 50% selon la concentration et la durée d'exposition (Tableau 17).

Les observations prenez au cours de traitement, montre que la moyenne concentration 250 µg/ml de l'extrait aqueux de *R. chalepensis*, induit une mortalité de 3,33% au bout de 10^{ème} jour, et qui atteignant 13,33% au 30^{ème} jour de traitement. Tandis quand on traite les femelles par la forte concentration 500 µg/ml, les taux de mortalité enregistré sont de 10% et 50% pour le 10^{ème} et 30^{ème} jour d'exposition (Tableau 17).

D'après l'analyse des variances, il existe des différences significatives entre les taux de mortalité enregistrés après 30 jours de traitements et la faible concentration utilisé ($F_{obs} = 8$; $p : 0,02^*$) (Tableau 17).

Tableau 17. Taux de mortalité des femelles traité par différentes concentrations de l'extraits aqueux de *R. chalepensis*

Concentrations	5 jours	10 jours	15 jours	30 jours	F_{obs}	p
150 µg/ml	0%	3,33%	3,33%	6,67%	8	0,02*
250 µg/ml	0%	3,33%	6,67%	13,33%	3,85	0,08
500 µg/ml	0%	10,00%	23,33%	50,00%	5,28	0,04*
F_{obs}	-	0,16	0,74	0,3		
P	-	0,85	0,51	0,74		

Les concentrations létales des extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis* testé sur les adultes de la blatte germanique sont résumé dans le tableau 18, les résultats montre qu'il y a



une forte corrélation positive entre les taux de mortalité des adultes et les concentrations de l'extrait appliqué.

Pour assurer une mortalité de 50% des femelles après 10 jours, la concentration de l'extrait aqueux doit être égale à 7762,5 µg/ml, par contre une concentration de 3090,3 µg/ml seulement chez les mâles. Les calculs indiquent aussi que les mâles meurent avec la concentration de 1096,5 µg/ml au bout 30 jours, mais chez les femelles la concentration doit être de 1445,4 µg/ml (Tableau 18).

Tableau 18. Concentrations létales des extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis*

Femelles ♀				
Temps d'exposition	5 jours	10 jours	15 jours	30 jours
Régression	-	Y=0,64+1,12X (R=0,91)	Y=-1,6+2,16X (R=0,99)	Y=-2,98+2,93X (R=0,98)
CL16% (µg/ml)	-	1000,0	391,4	241,1
CL 50% (µg/ml)	-	7762,5	1122,0	524,8
CL84% (µg/ml)	-	59811,6	3265,0	1152,0
CL90% (µg/ml)	-	107151,9	4365,2	1445,4
Mâles ♂				
Régression	Y= -0,93+1,3X (R=0,17)	Y= 0,14+1,39X (R=1,00)	Y= -0,63+1,97X (R=0,90)	Y=-0,38+2,19X (R=1,00)
CL16% (µg/ml)	6198,8	598,4	224,0	100,0
CL 50% (µg/ml)	31622,8	3090,3	708,0	281,8
CL84% (µg/ml)	210415,1	16167,1	2293,0	810,4
CL90% (µg/ml)	316227,8	25704,0	3162,3	1096,5

Selon les résultats illustrés dans le tableau 19. Qui résume les temps létaux calculé pour les adultes de *B. germanica* traité par différentes concentrations de *R. chalepensis*. Avec des indices de corrélations varie entre 0,99 et 1,00. Il existe une forte corrélation positive entre le taux de mortalité des blattes et le temps d'exposition.

Chez les mâles de *B. germanica* l'utilisation de la concentration de 250 µg/ml prend presque 26,3 jours pour le TL50%, mais pour les femelles le nombre des jours est le double pour obtenir le même temps léta. Si on a utilisé la forte concentration 500 µg/ml, le nombre des jours nécessaires doit être 51,28 jours et 38,9 jours pour les femelles et les mâles (Tableau 19).



On a remarqué que les temps létaux diminuant avec l'augmentation des concentrations des extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis*, et aussi que les femelles prennent plus du temps que les mâles pour obtenir les mêmes temps létaux (Tableau 19).

Tableau 19. Temps létaux des extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis*

Femelles ♀					
Concentration	Régression	TL16%	TL50%	TL84%	TL90%
150 µg/ml	Y= -0,85+3,11X (R=0,99)	36,26 J	75,85 J	158,25 J	194,98 J
250 µg/ml	Y= -0,94+3,45X (R=0,99)	27,03 J	52,48 J	102,02 J	123,02 J
500 µg/ml	Y= -1,23+4,38X (R=0,99)	15,63 J	26,3 J	44,5 J	51,28 J
Mâles ♂					
150 µg/ml	Y= -1,09+3,77X (R=1,00)	22,39 J	40,73 J	75,51 J	89,12 J
250 µg/ml	Y= -1,19+4,35X (R=0,99)	15,6 J	26,3 J	44,73 J	51,28 J
500 µg/ml	Y= -1,37+4,8X (R=1,00)	13,14 J	20,89 J	34,15 J	38,9 J

3.4. Effet sur le comportement sexuel

3.4.1. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* (500 µg/ml)

❖ Effet sur le taux des réussites d'accouplement

Les résultats présentés dans le tableau 20. Montré que l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica*, administré à une concentration sublétales 500µg/ml, agit sur le taux de réussite d'accouplement chez les couples de *B. germanica*. Nous avons enregistré chez les couples témoins 80% d'accouplements réussis, 20% d'accouplement avorté et aucun accouplement nul. Par contre les insectes traités ou bien l'un des partenaires traités, tous les accouplements étudiés sont nul 100%.

Tableau 20. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le taux de réussite des accouplements chez *B. germanica*

Les couples	Réussi	Avorté	Nul
M.T x F.T	80%	20%	0%
M.C x F.C	0%	0%	100%
M.T x F.C	0%	0%	100%
M.C x F.T	0%	0%	100%

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]



❖ Effet sur les séquences comportementales

Effet sur le temps du premier contact antennaire

Chez les couples témoins, nous avons enregistré un temps moyen du premier contact antennaire égale à $35,70 \pm 13,27$ seconds, avec un minimum de 3 seconds et maximum de 131 seconds (Figure 52.A). Alors que lorsque les deux partenaires sont traités, le temps moyen est égal à $131,2 \pm 42,96$ seconds avec un minimum aussi de 3 seconds et maximum de 409 seconds (Figure 52.B). Pour les couples où la femelle est traitée et le mâle est témoin le temps moyen est $131,3 \pm 41,02$ seconds et $84,50 \pm 27,86$ seconds chez les couples dont la femelle est le témoin et le mâle est traité (Figure 52. C, D). La comparaison des variances montre qu'il existe des différences significatives entre les temps du premier contact enregistrés chez les différents couples testés ($F_{obs} = 2,93$; $p : 0,04^*$).

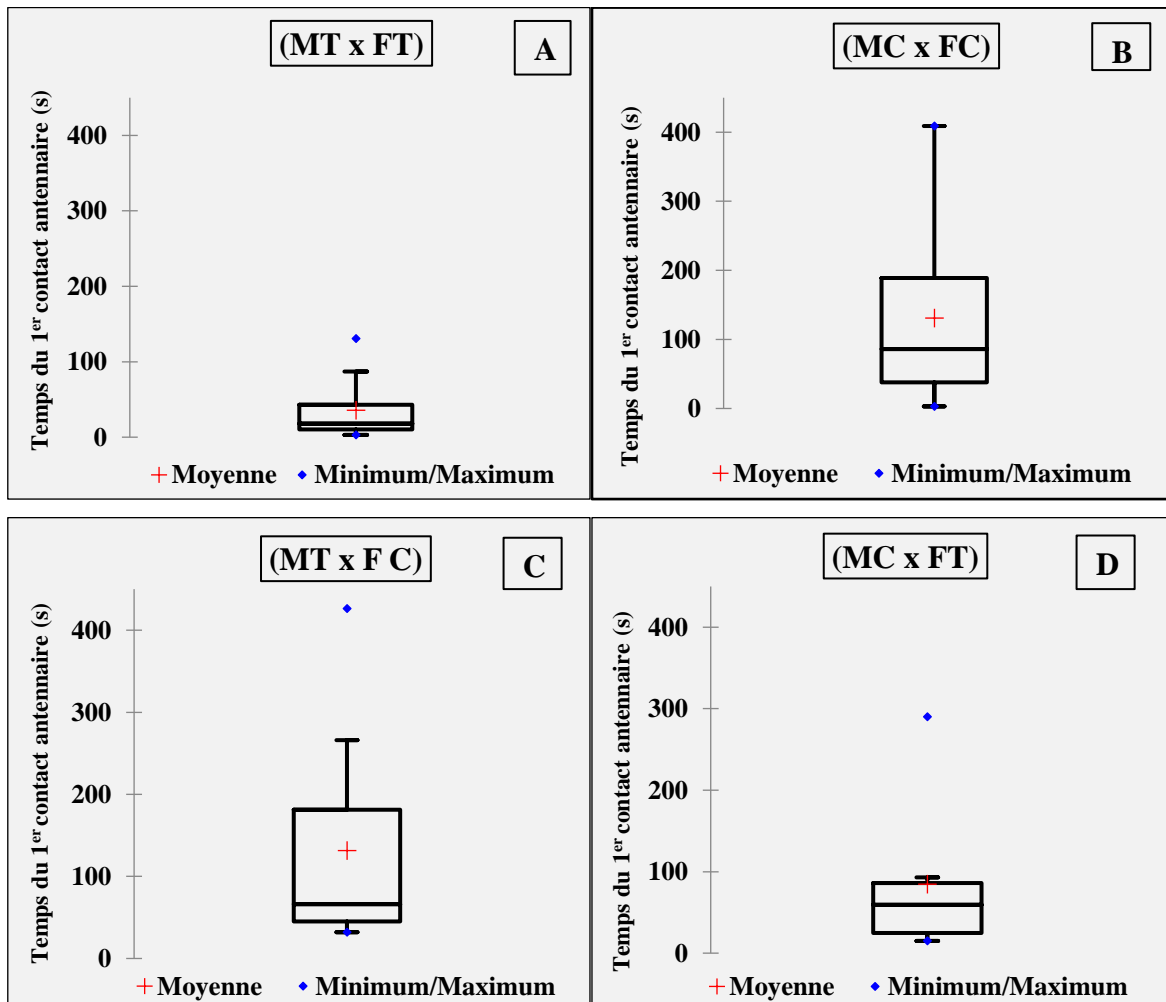


Figure 52. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le temps du premier contact antennaire

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]



Effet sur le temps de la première parade

Chez les couples témoins, les mâles commencent leur parade après un temps moyen de $83,50 \pm 9,58$ seconds avec un temps minimum de 47 seconds et 144 seconds pour le maximum (Figure 53.A). Par contre les couples traités, nous avons enregistré un temps moyen de $121,4 \pm 80,65$ seconds avec un valeur minimum de zéro et maximum de 755 seconds (Figure 53.B).

Les mâles traités tiennent leur position d'appel pour les femelles témoins après un temps moyen de $116,90 \pm 67,72$ seconds avec un minimum et maximum de 0 à 664 seconds (Figure 53.D). Alors chez les mâles témoin et les femelles traités le temps moyen enregistré est de $304,50 \pm 94,26$ seconds avec un valeur minimum de zéro et 795 seconds de maximum (Figure 53.C).

La comparaison des variances montre qu'il existe des différences hautement significatives entre les temps enregistrés chez les couples étudiées ($F_{obs} = 4,49 ; p : 0,009^{**}$).

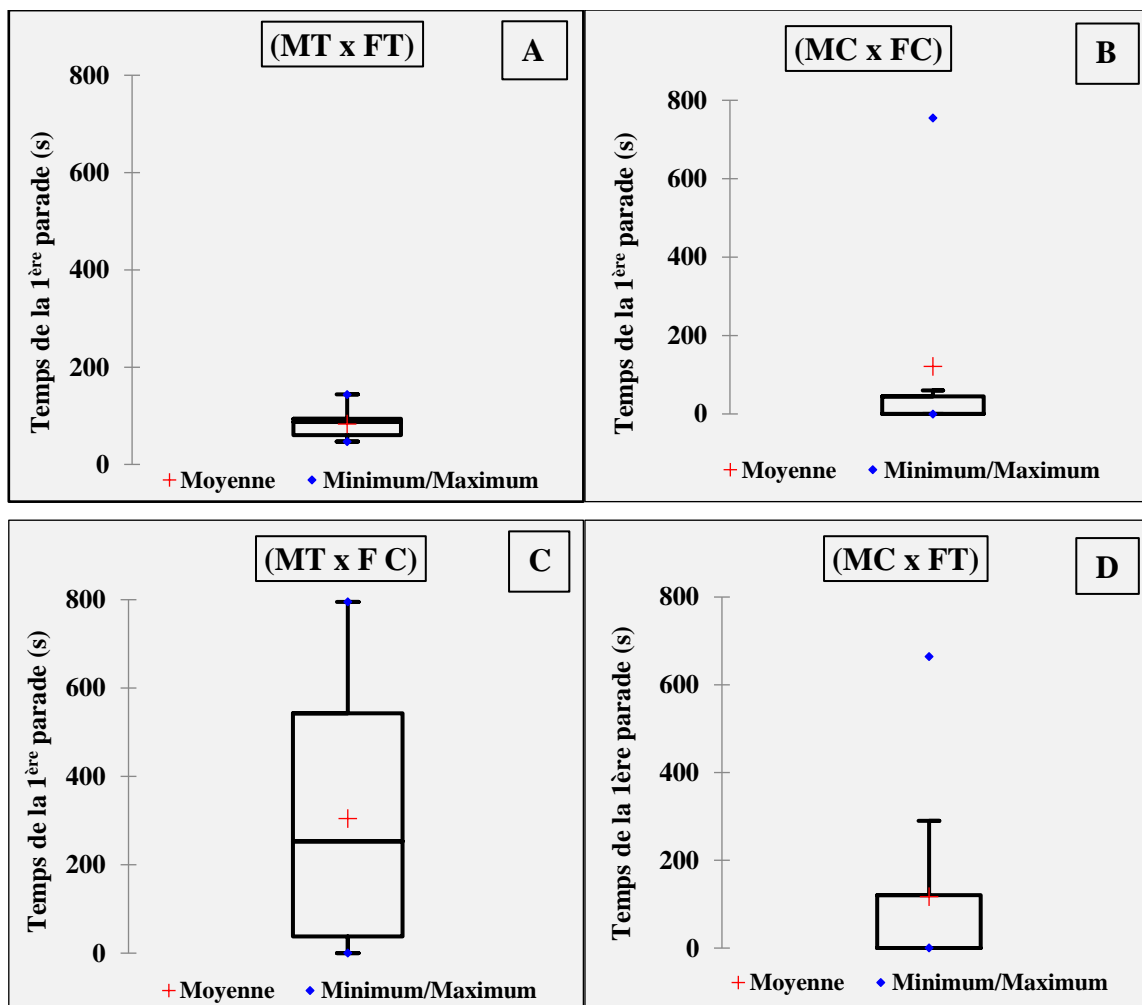


Figure 53. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le temps de la première parade

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]



Effet sur le nombre de parade

Pour le nombre de parade, les résultats obtenus indiquent que chez les couples témoins le nombre moyen de parade est $4,50 \pm 0,79$ parades, avec un minimum de 2 parades et maximum de 9 parades (Figure 54.A). Tandis que chez les couples traités, nous avons enregistré un nombre moyen de parade égal à $0,80 \pm 0,46$ parades, avec un nombre minimum de zéro et maximum de 4 parades (Figure 54.B).

Chez les couples où le mâle est témoin et la femelle traitée le nombre moyenne est $1,70 \pm 0,84$ parades avec un nombre maximum de 9 parades et minimum de 0 (Figure 54.C). Alors que chez les mâles traités avec des femelles témoin, nous avons enregistré un moyen de $0,50 \pm 0,22$ parades avec un maximum de 2 parades (Figure 54.D). La comparaison des variances montre qu'il n'existe pas des différences significatives entre le nombre de parade chez les quatre couples testées ($F_{obs} = 2,05 ; p : 0,12$).

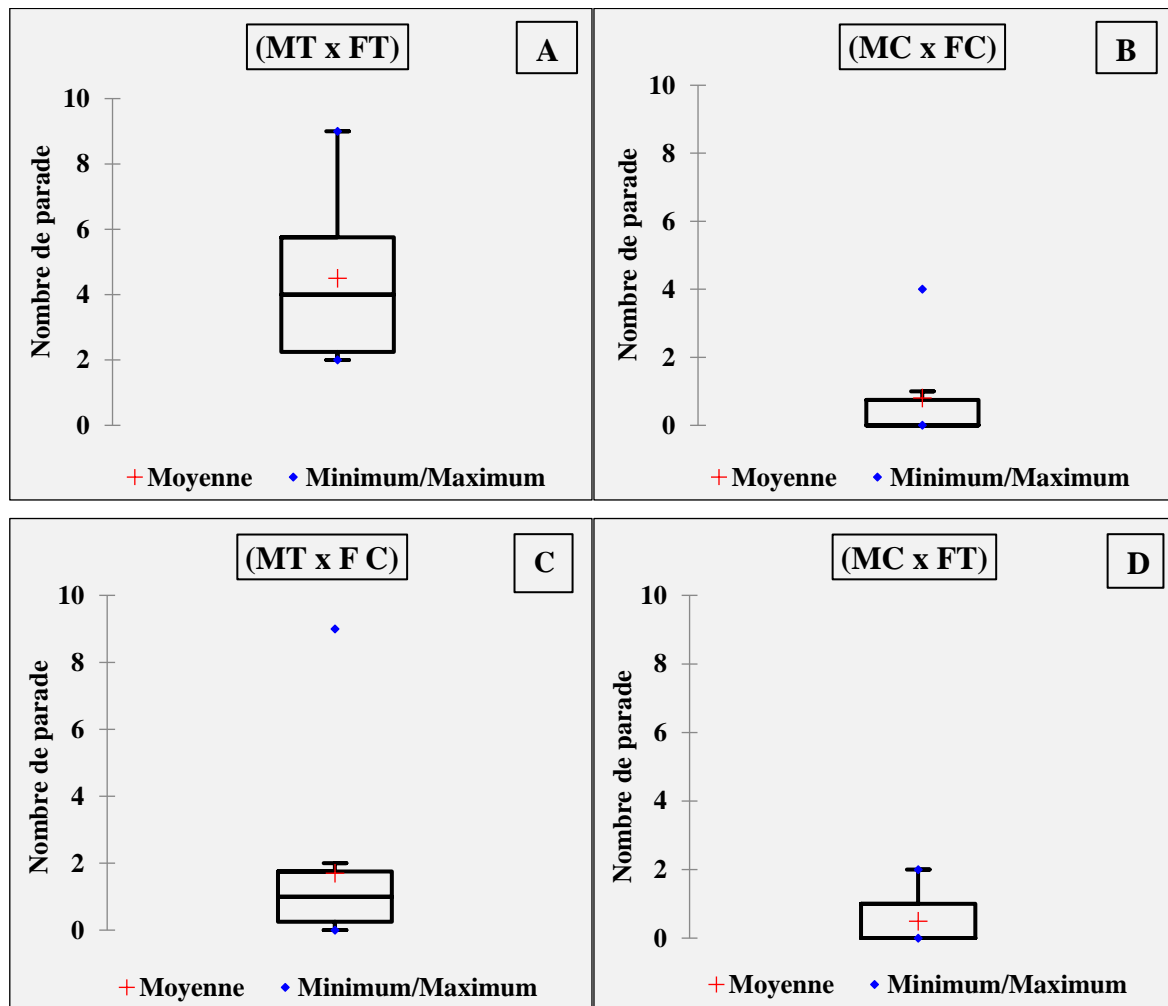


Figure 54. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le nombre de parade

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]



Effet sur le temps du premier léchage

A partir des résultats obtenus dans la figure 55. Les femelles témoins se nourrissent aux sécrétions de mâles témoins après un temps moyen de $198,60 \pm 15,36$ secondes, avec un minimum et maximum de 109 et 276 secondes respectivement (Figure 55.A). Tandis que le temps moyen chez les femelles traitées pour alimenter aux sécrétions des mâles traités est égale à $100,80 \pm 82,75$ secondes avec un temps minimum de zéro et maximum de 828 secondes (Figure 55.B).

En ce qui concerne les couples où les femelles sont témoins, nous avons enregistré un temps moyen de $103,10 \pm 103,1$ secondes, avec un temps maximum de 1031 secondes (Figure 55.C). Par contre les couples où les femelles sont traitées, le phénomène de léchage est nul (Figure 55.D). La comparaison des variances indique l'existence des différences significatives entre les temps du premier léchage effectué chez les couples étudiés ($F_{\text{obs}} = 3,07$; $p : 0,04^*$).

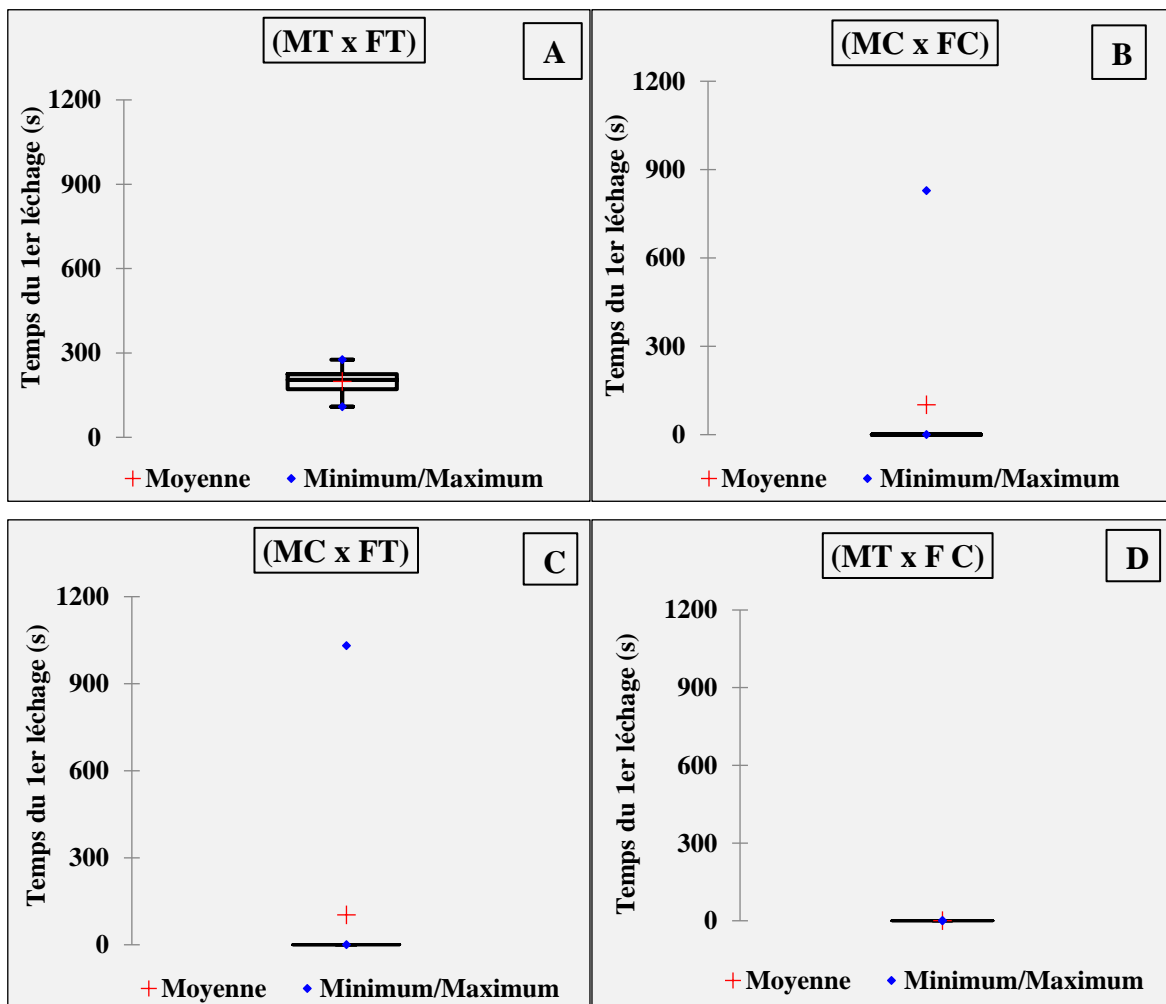


Figure 55. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le temps du premier léchage

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]



Effet sur le nombre de léchage

Le nombre moyen de léchage effectué chez les couples témoins est de $6,40 \pm 0,60$ léchages, avec un maximum de 9 léchages et minimum de 4 léchages (Figure 56.A). Tandis que chez les couples où les deux partenaires sont traités et les couples dont les femelles sont témoins le nombre de léchage est entre 0 et 2 léchages (Figure 56. B, C). La comparaison des variances au seuil de signification $\alpha=0,05$, montre qu'il existe de différences très hautement significatives entre les couples étudiés ($F_{obs}= 15,76 ; p : <0,0001^{***}$).

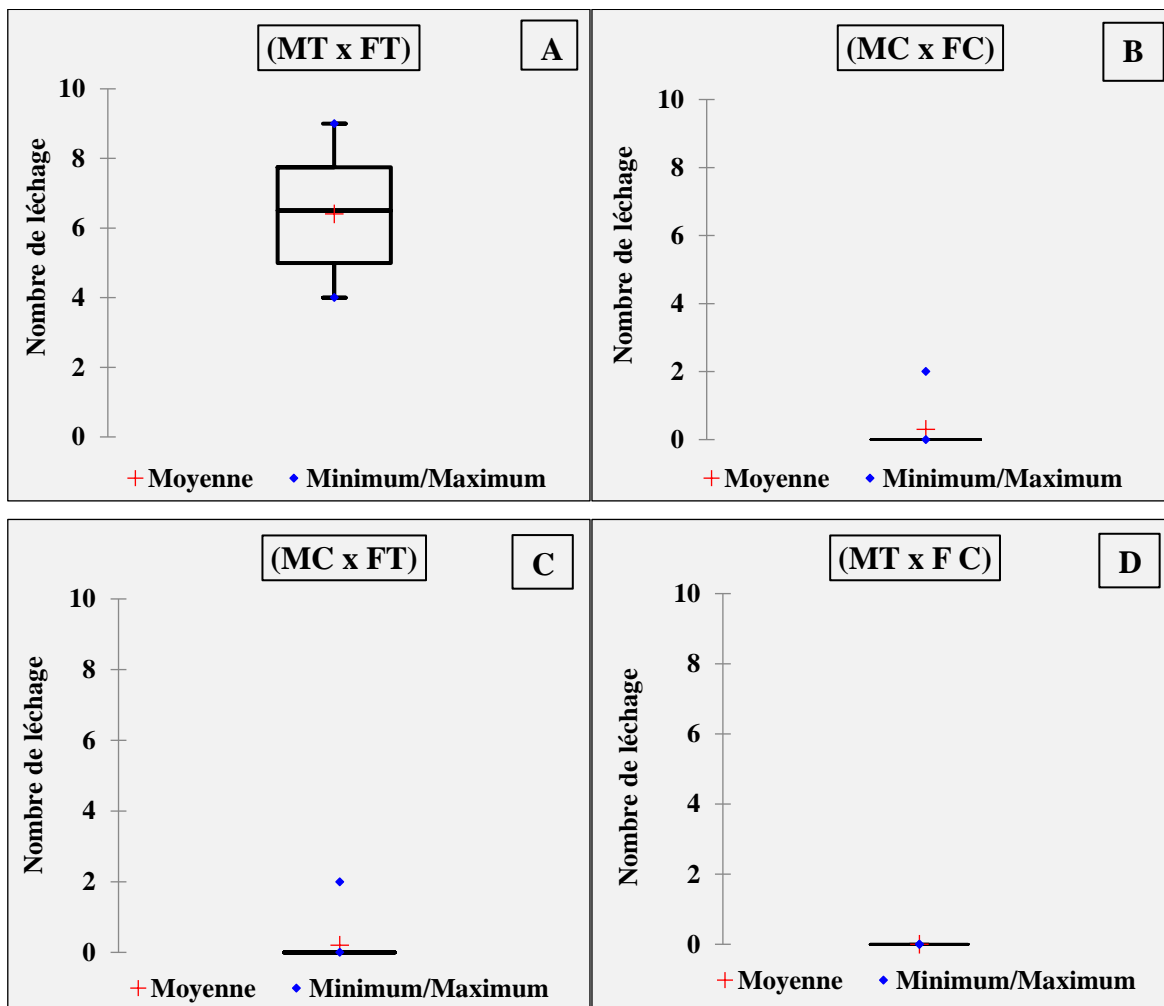


Figure 56. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le nombre de léchage

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]

Effet sur le temps de première tentative d'accouplement

Les résultats obtenus de l'effet sur la tentative d'accouplement, montre cette séquence est observé seulement chez les couples témoins. Les deux partenaires tentent de s'accoupler



après un temps moyen de $284,70 \pm 30,03$ seconds dont la valeur maximale est de 437 seconds et la valeur minimal égal à 125 seconds (Figure 57.A).

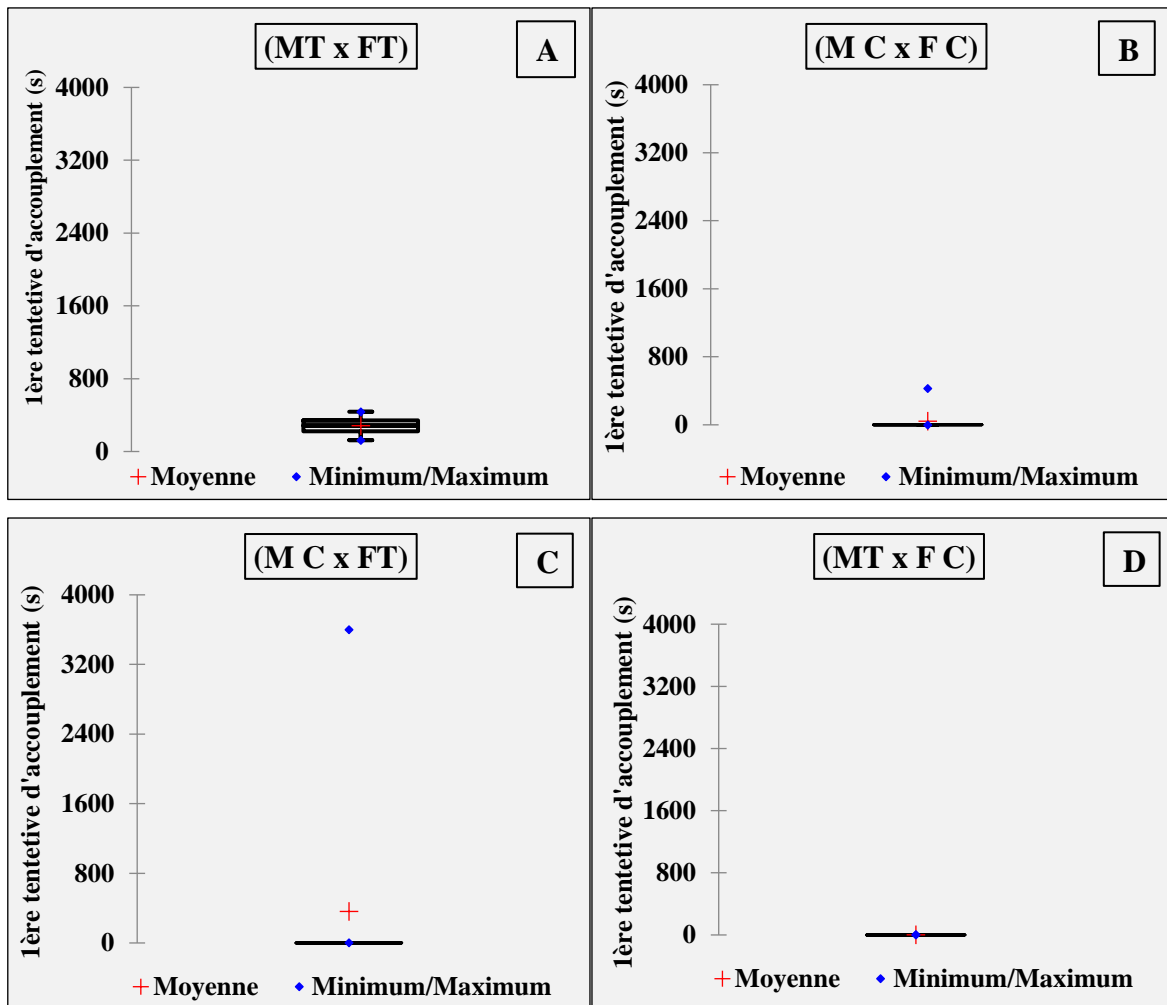


Figure 57. Effet de *C. arabica* (500 μ g/ml) sur le temps de la première tentative d'accouplement

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]

Effet sur le nombre de tentative d'accouplement

Concernant le nombre de tentative d'accouplement enregistré, le nombre moyen est de $4,60 \pm 0,54$ tentatives avec un minimum de 2 tentatives et maximum de 7 tentatives d'accouplement pour les couples témoins (Figure 58.A). Par contre les couples traités (les deux partenaires traités ou bien l'un des deux est traité) le nombre de tentative d'accouplement enregistré est nul (Figure 58. B. C. D).

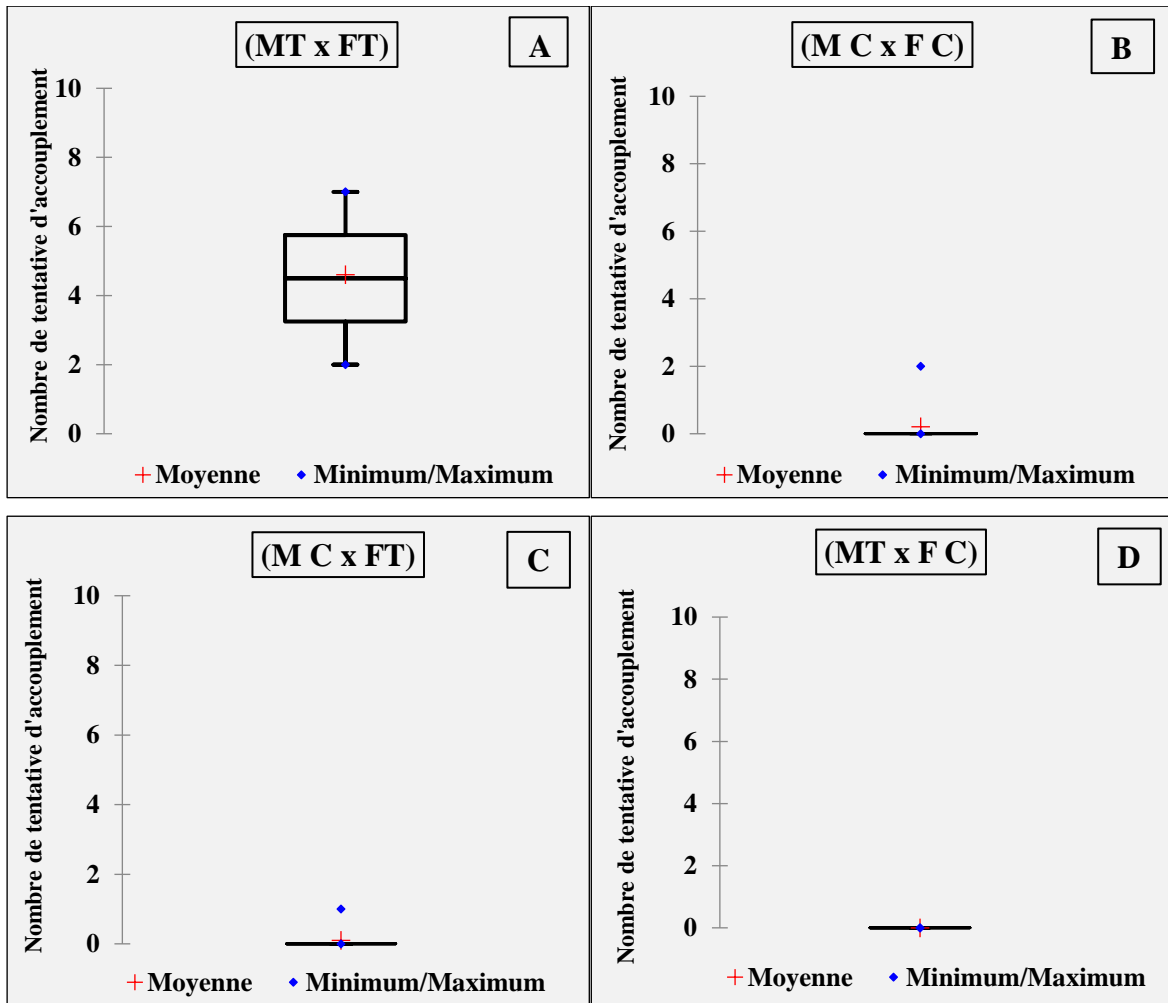


Figure 58. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur le nombre de tentative d'accouplement

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]

Effet sur la durée de l'accouplement

Cette séquence est observée seulement chez les couples témoins, les partenaires aboutissent à un accouplement réussi après un temps moyen de $1051,20 \pm 263,27$ seconds avec un temps minimal de zéro et maximal de 2734 seconds (Figure 59.A). Ces résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux de *C. arabica* influe sur l'accouplement des blattes traités (les deux partenaires traités ou bien l'un des deux est traité) parce que tous les accouplements sont nul.

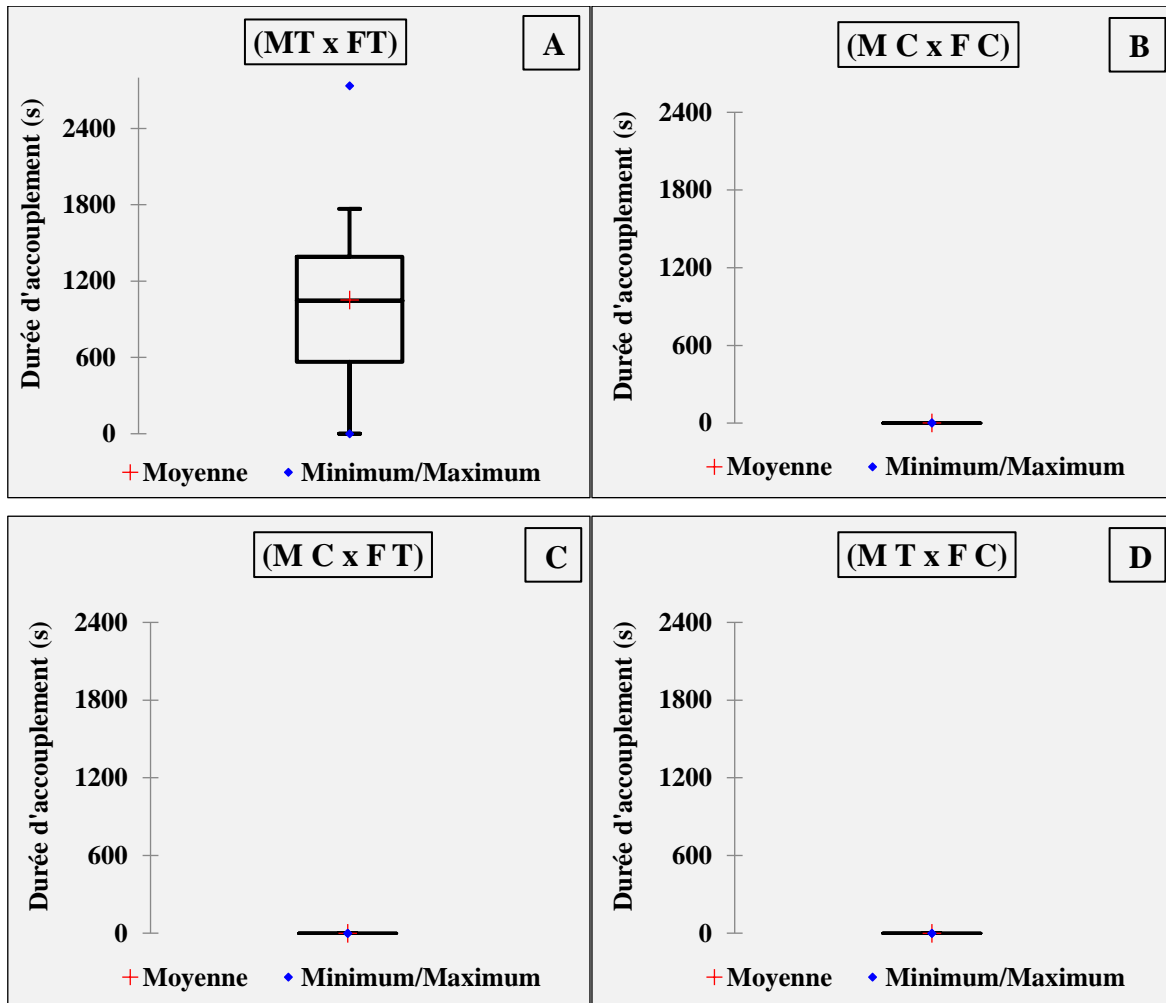


Figure 59. Effet de *C. arabica* (500 µg/ml) sur la durée de l'accouplement

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; C : *C. arabica*]

3.4.2. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* (500 µg/ml)

❖ Effet sur le taux des réussites d'accouplement

Les résultats obtenus montrés que l'extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis*, appliqué à une concentration sublétales 500µg/ml, possède un effet sur le taux de réussite d'accouplement chez les adultes de *B. germanica*. Chez les couples témoins, nous avons enregistré un taux de réussis 80%, pour les accouplements avortés un taux de 20% et aucun accouplement nul. Par contre les couples des blattes (l'un des partenaires traités ou les deux partenaires traités), tous les accouplements enregistrés sont nul avec un taux de 100% (Tableau 21).



Tableau 21. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le taux de réussite des accouplements chez *B. germanica*

Les couples	Réussi	Avorté	Nul
M.T x F.T	80%	20%	0%
M.R x F.R	0%	10%	90%
M.T x F.R	0%	0%	100%
M.R x F.T	0%	10%	90%

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

❖ *Effet sur les séquences comportementales*

Effet sur le temps du premier contact antennaire

Les couples traités de *B. germanica*, prend un temps moyen de $297,20 \pm 69,13$ seconds pour faire leur premier contact antennaire avec un temps minimal de 58 seconds et maximal qui allait jusqu'à 644 seconds (Figure 60. B). Chez les couples où les femelles sont traités et les mâles sont témoins, le temps moyen pour faire leur 1^{er} contact antennaire est de $386,00 \pm 91,12$ seconds avec un temps minimum et maximum de 147 et 1050 seconds (Figure 60. C). Par contre les couples dont les femelles sont des témoins, le temps moyen est égal à $249,30 \pm 93,14$ seconds avec un minimum de 16 seconds et 983 seconds de maximum (Figure 60. D).

La comparaison des variances au seuil de signification $\alpha=0,05$, montre qu'il y a des différences significatives entre les temps du premier contact enregistrés chez les différents couples testés ($F_{\text{obs}} = 3,94 ; p : 0,01^*$).

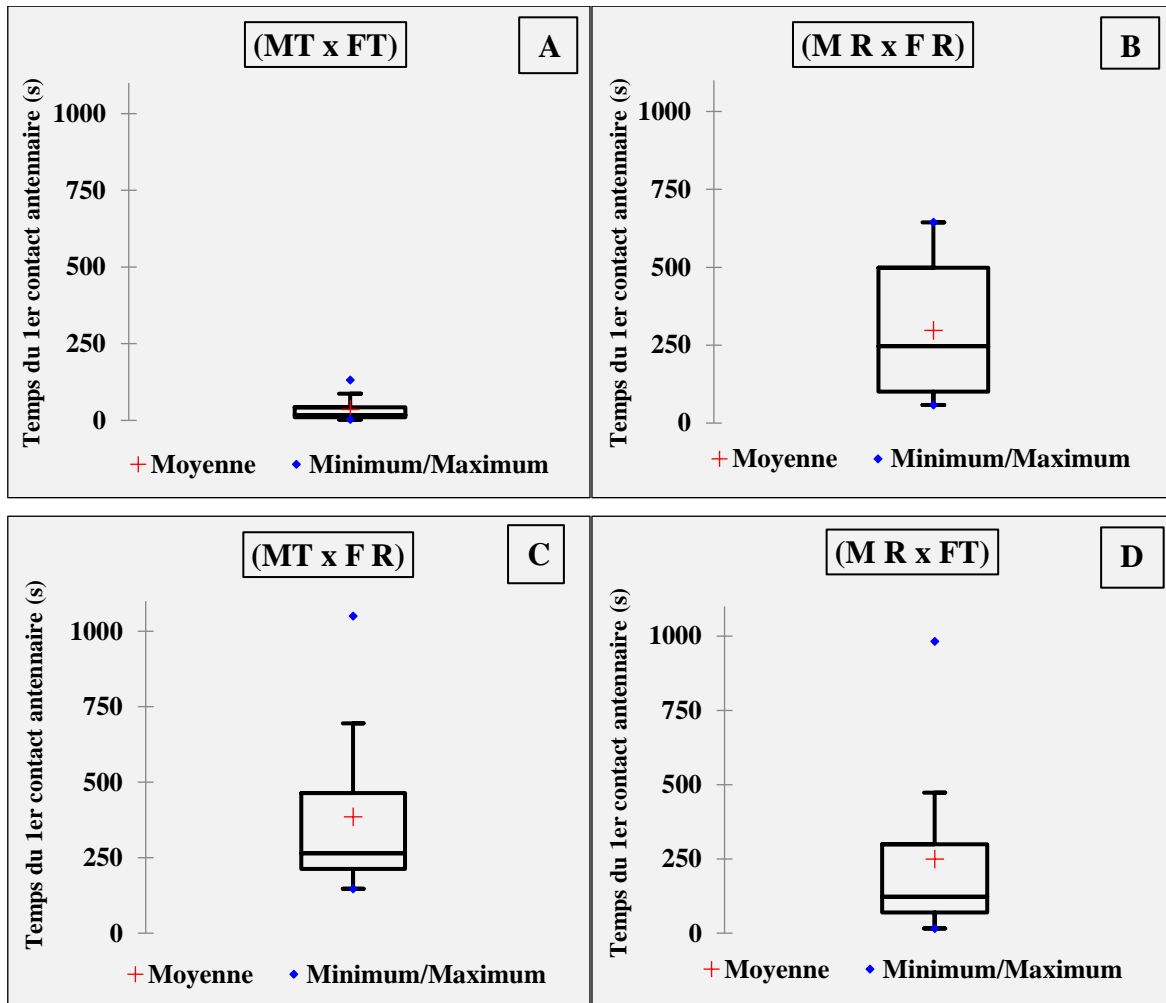


Figure 60. Effet de *R. chalepensis* (500µg/ml) sur le temps du premier contact antennaire

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur le temps de la première parade

Les résultats illustrés dans la figure 61. Indiquent que les mâles des couples traités de la blatte germanique prennent un temps moyen de $225,80 \pm 128,00$ seconds pour effectuer leur première parade, avec un temps minimal de zéro et maximale de 1145 seconds (Figure 61. B).

D'autre part, les couples dont le mâle est témoin et la femelle est traité, leur mâle commence à lever ses ailes après un temps moyen de $284,10 \pm 111,80$ seconds, avec un temps minimal de zéro jusqu'à le maximum qui est 833 seconds (Figure 61. C). En revanche, chez les partenaires dont le mâle est traité et la femelle est témoin, le mâle prend un temps moyen égal à $63,40 \pm 43,11$ seconds pour adopter leur position de Wing-raising (Figure 61. D).

La comparaison des variances, indique l'existence des différences très hautement significatives entre les temps enregistrés chez les couples testées ($F_{obs} = 10,04 ; p < 0,0001^{***}$).

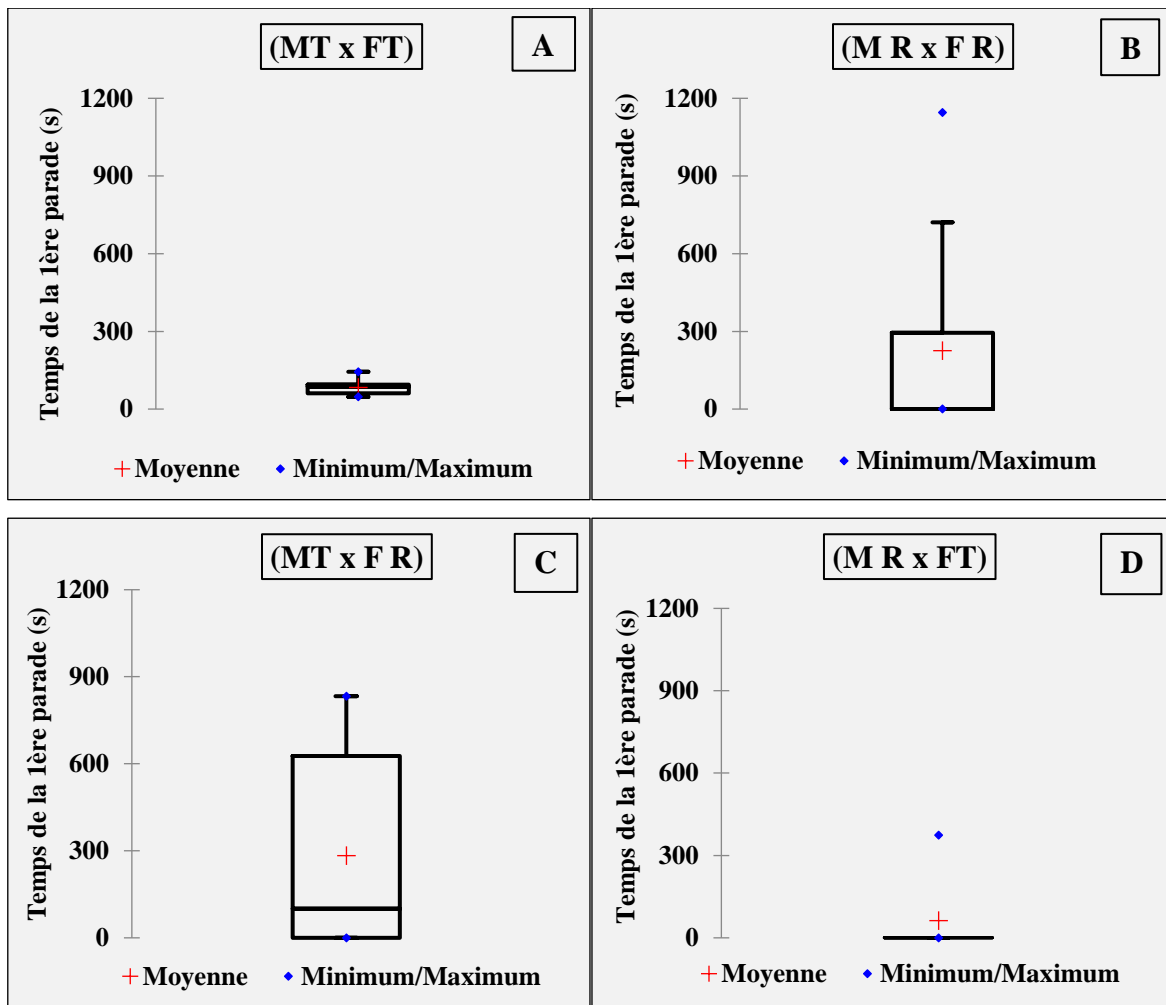


Figure 61. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le temps de la première parade

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur le nombre de parade

Concernant le nombre de parade, les couples traités effectués un nombre moyen de parade égal à $1,10 \pm 0,70$ parades, avec un minimum de 0 et maximum de 9 parades (Figure 62. B).

Tandis que chez les couples où le mâle est témoin et la femelle traitée, nous avons enregistré un nombre moyen de parade égal à $1,60 \pm 0,77$ parades, avec un nombre maximum de 7 parades (Figure 62. C).

Alors chez les couples dont les mâles sont traités avec des femelles témoin le nombre moyenne est $1,10 \pm 0,90$ parades avec un maximum de 9 parades (Figure 62. D).

La comparaison des variances montre qu'il n'existe pas des différences significatives entre le nombre de parade chez les quatre couples étudiées ($F_{obs} = 0,13$; $p : 0,94$).

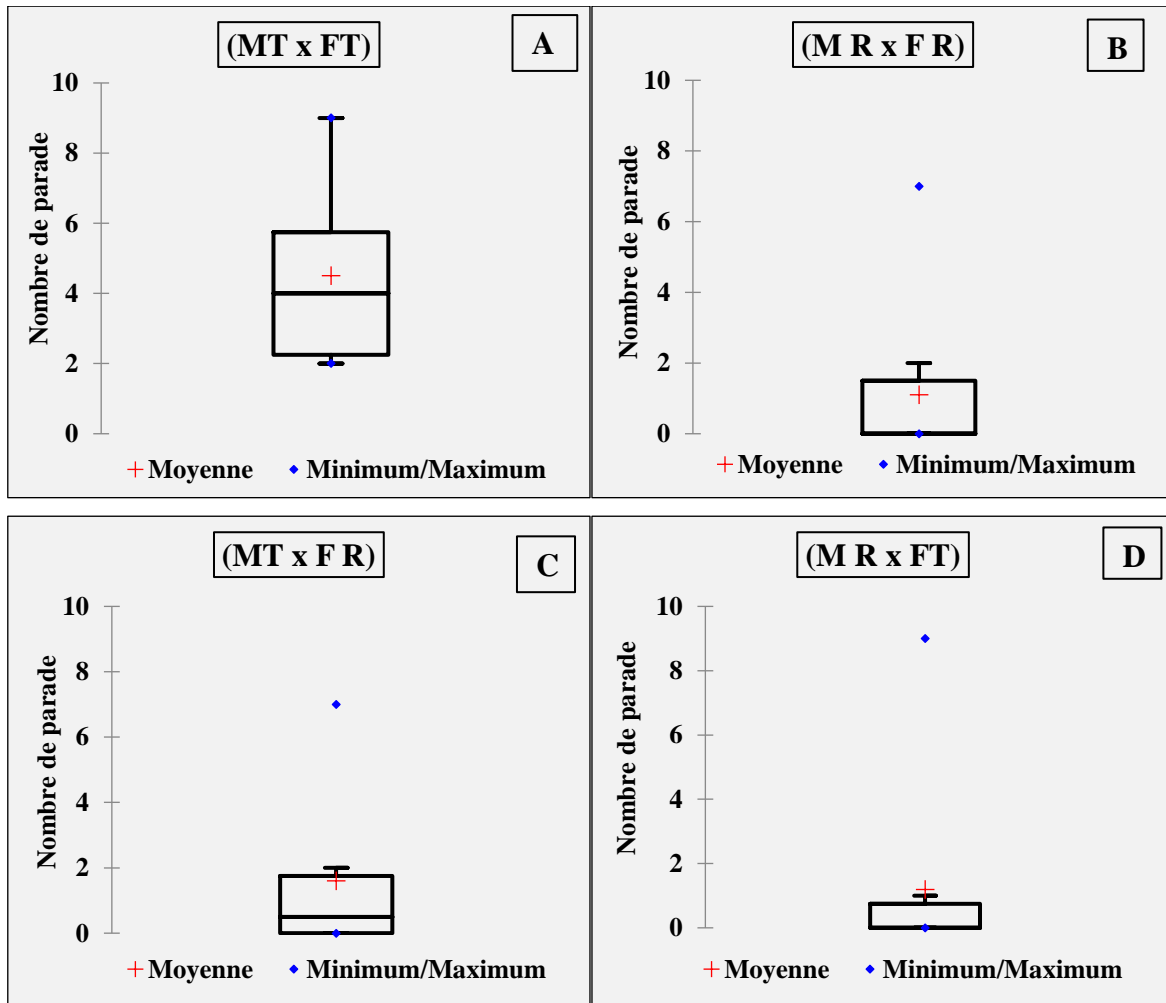


Figure 62. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le nombre de parade

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur le temps du premier léchage

Les femelles traitées se nourrissent aux sécrétions de mâles traités après un temps moyen de $40,20 \pm 40,20$ seconds, avec un minimum et maximum de 0 à 402 seconds respectivement (Figure 63. B). Tandis que chez les femelles traitées pour alimenter aux sécrétions des mâles témoins, le temps moyen enregistré est $218,00 \pm 169,87$ seconds avec un temps maximum de 1680 seconds (Figure 63. C).

En ce qui concerne les couples où les femelles sont témoins et les mâles sont traités, nous avons enregistré un temps moyen de $115,60 \pm 80,58$ seconds, avec un temps maximum de 736 seconds (Figure 63. D). La comparaison des variances avec un seuil de signification $\alpha=0,05$. Indique l'existence des différences significatives entre les temps du premier léchage effectué chez les différents couples étudiés ($F_{obs} = 4,11 ; p : 0,01^*$).

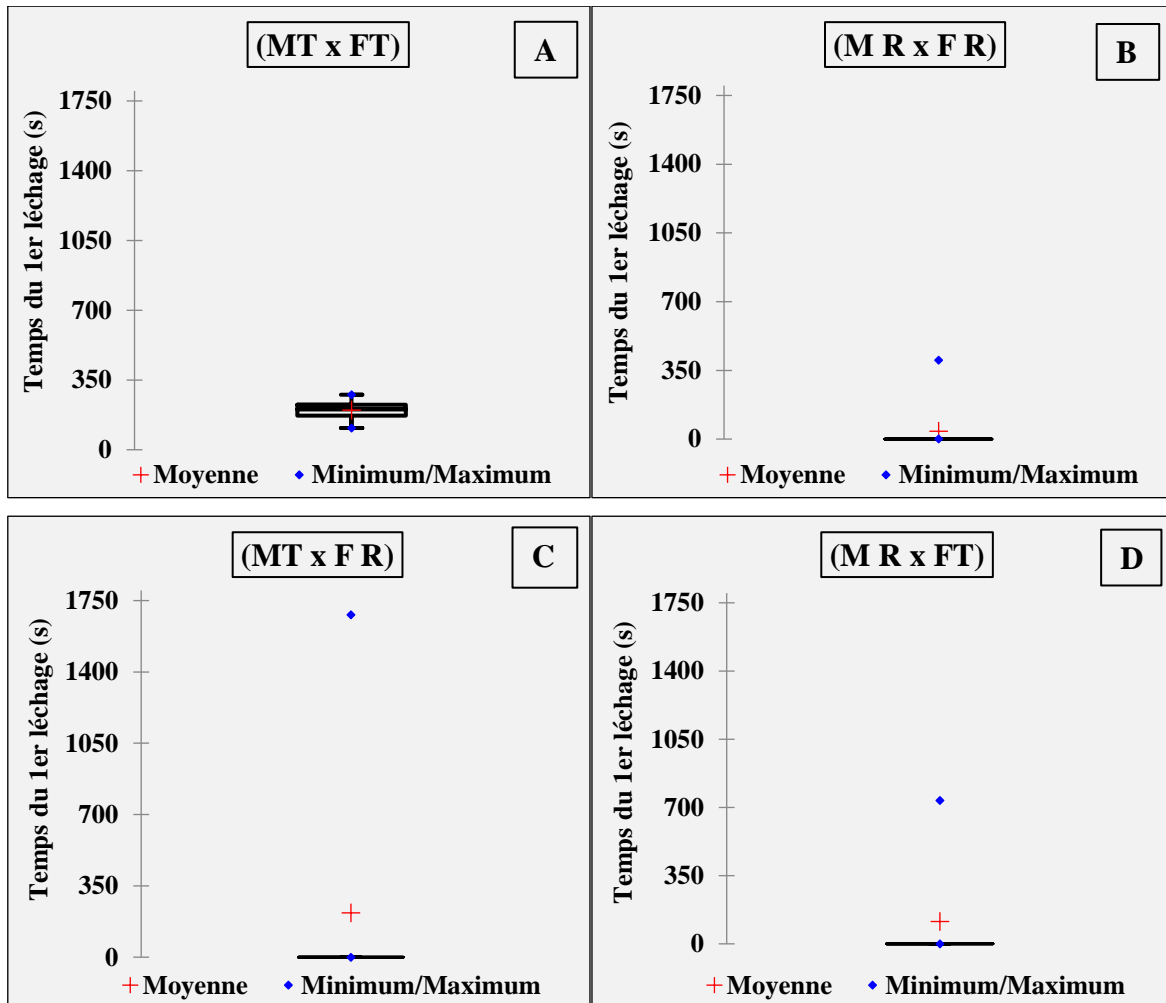


Figure 63. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le temps du premier léchage

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur le nombre de léchage

A partir de la figure 64. Les résultats montrent que le nombre moyen de léchage effectué chez les couples traités par la concentration sublétales l'extrait aqueux de *R. chalepensis* est égal à $0,40 \pm 0,40$ léchages, avec un minimum de zéro et maximum de 4 léchages (Figure 64. B).

Alors que chez les couples dont les femelles sont traités, le léchage des sécrétions des mâles témoins possède un nombre minimal de 0 et maximal de 5 léchages avec un moyen de $0,7 \pm 0,51$ léchages (Figure 64. C). Par contre les femelles témoins qui effectuant le phénomène de léchage des sécrétions des mâles traités une seul fois (Figure 64. D). La comparaison des variances au seuil de signification $\alpha=0,05$, indique l'existence des différences significatives entre les couples testées ($F_{obs}= 3,84 ; p : 0,01^*$).

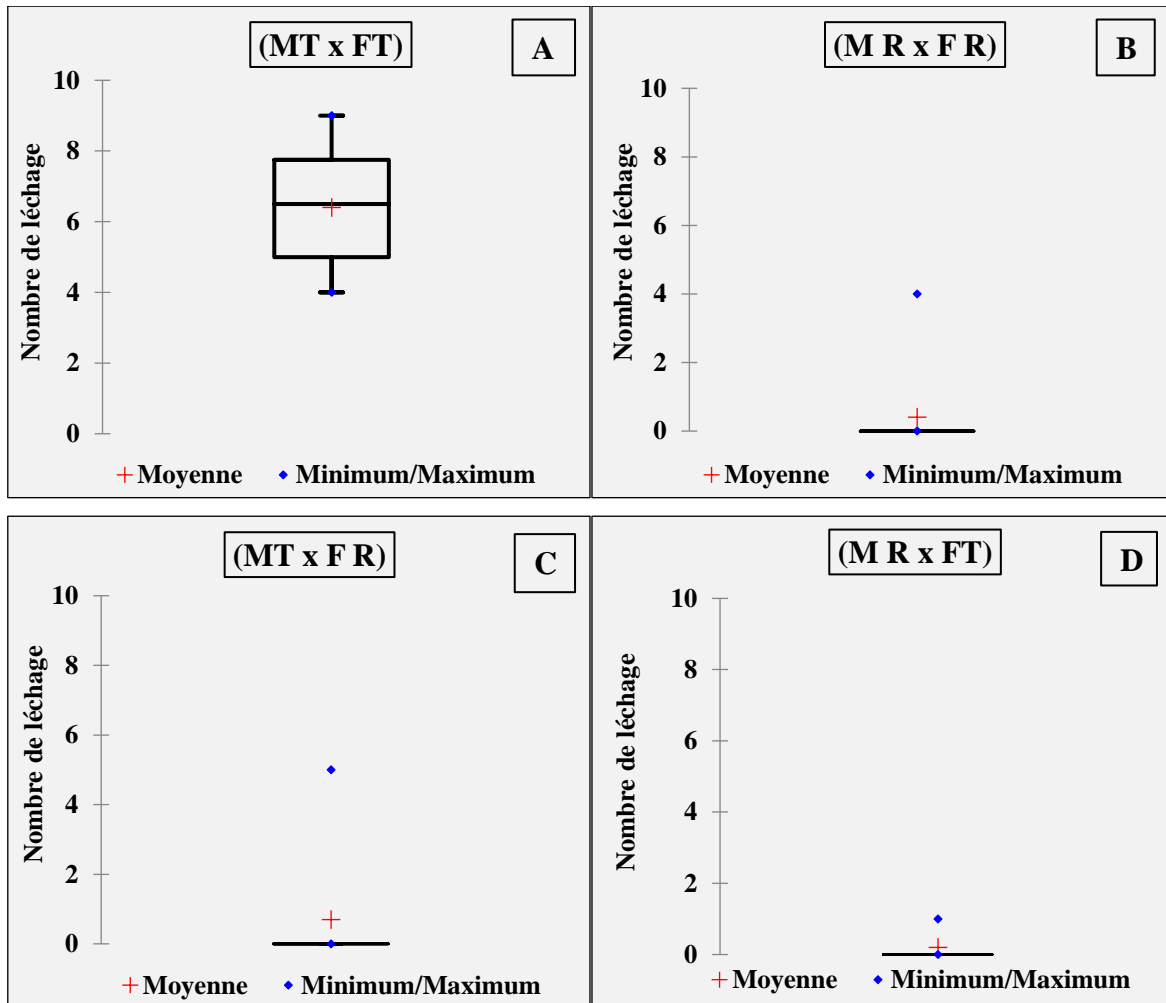


Figure 64. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le nombre de léchage

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur le temps de première tentative d'accouplement

Selon les résultats démontrés dans la figure 65. Un seul couple des blattes traité tente de s'accoupler, soit dans le cas des deux partenaires sont traité et aussi dans le cas où le mâle est traité avec une femelle témoin. Nous avons remarqué que dans la 1^{er} cas les deux partenaires prend un temps de 430 seconds pour effectuer cette séquence (Figure 65. B). Tandis que dans la deuxième cas le temps enregistré est de 3600 seconds (Figure 65. C).

En revanche, chez les couples dont le femelle est traité avec un mâle témoin, nous avons enregistré l'absence de cette séquence. En ce qui concerne la première tentative d'accouplement, la comparaison des variances au seuil de signification $\alpha=0,05$, indique l'existence de différences significatives entre les couples étudiés ($F_{obs}= 4,29 ; p : 0,01^*$).

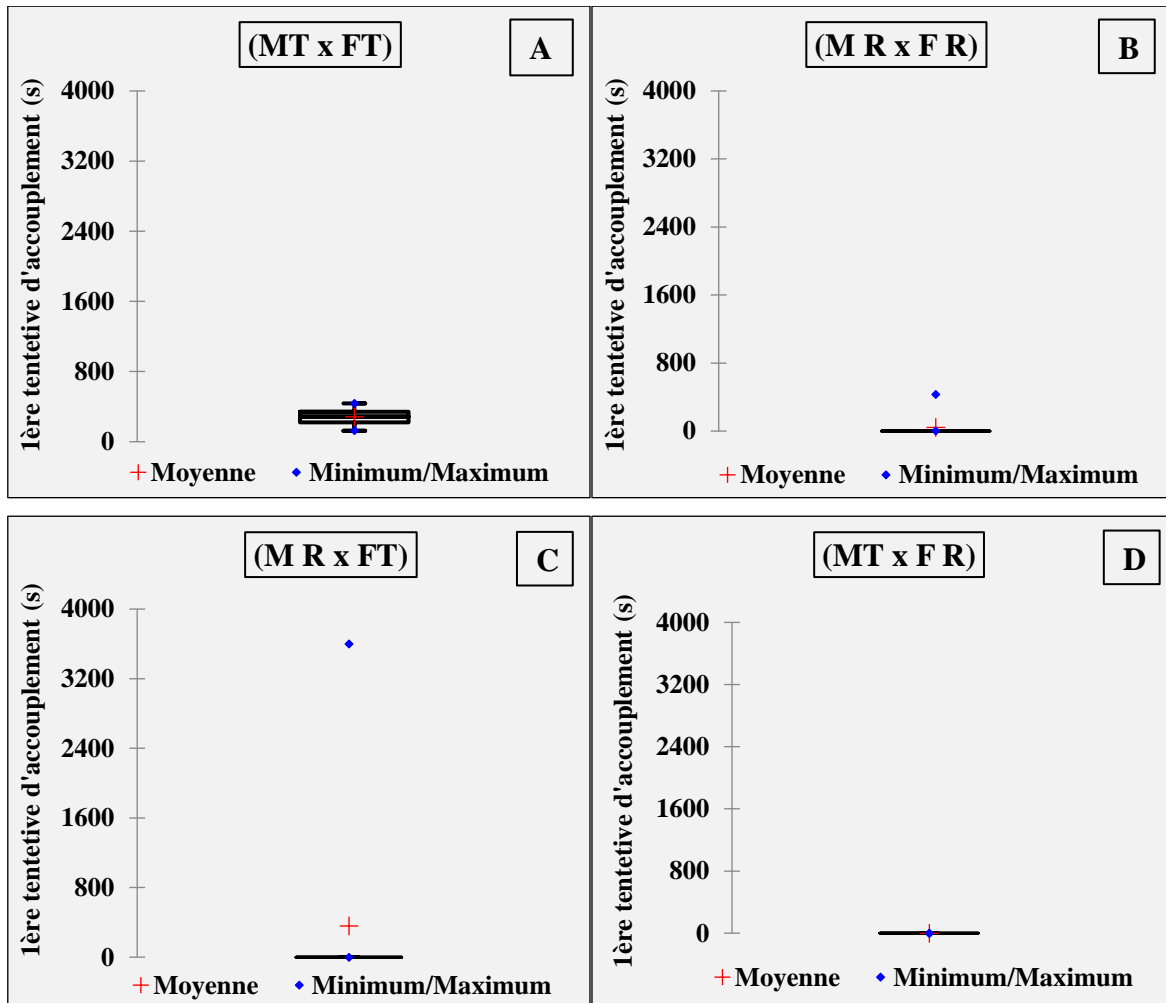


Figure 65. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le temps de la première tentative d'accouplement

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur le nombre de tentative d'accouplement

Nous avons enregistré que le couple traité tente de s'accoupler deux fois durant le teste (Figure 66. B). Par contre, le couple dont le mâle est traité avec une femelle témoin ce phénomène est observé une seul fois (Figure 66. C). Pour les couples où femelles sont des traitées avec des mâles témoins cette séquence est nul (Figure 66. D).

Ces résultats montrent l'effet appliqué par l'extrait aqueux de *R. chalepensis* sur cette séquence d'accouplement. L'analyse statistique des données selon la comparaison des variances. Indique qu'il y a des différences très hautement significatives entre les couples étudiées ($F_{obs} = 14,64$; $p < 0,0001^{***}$).

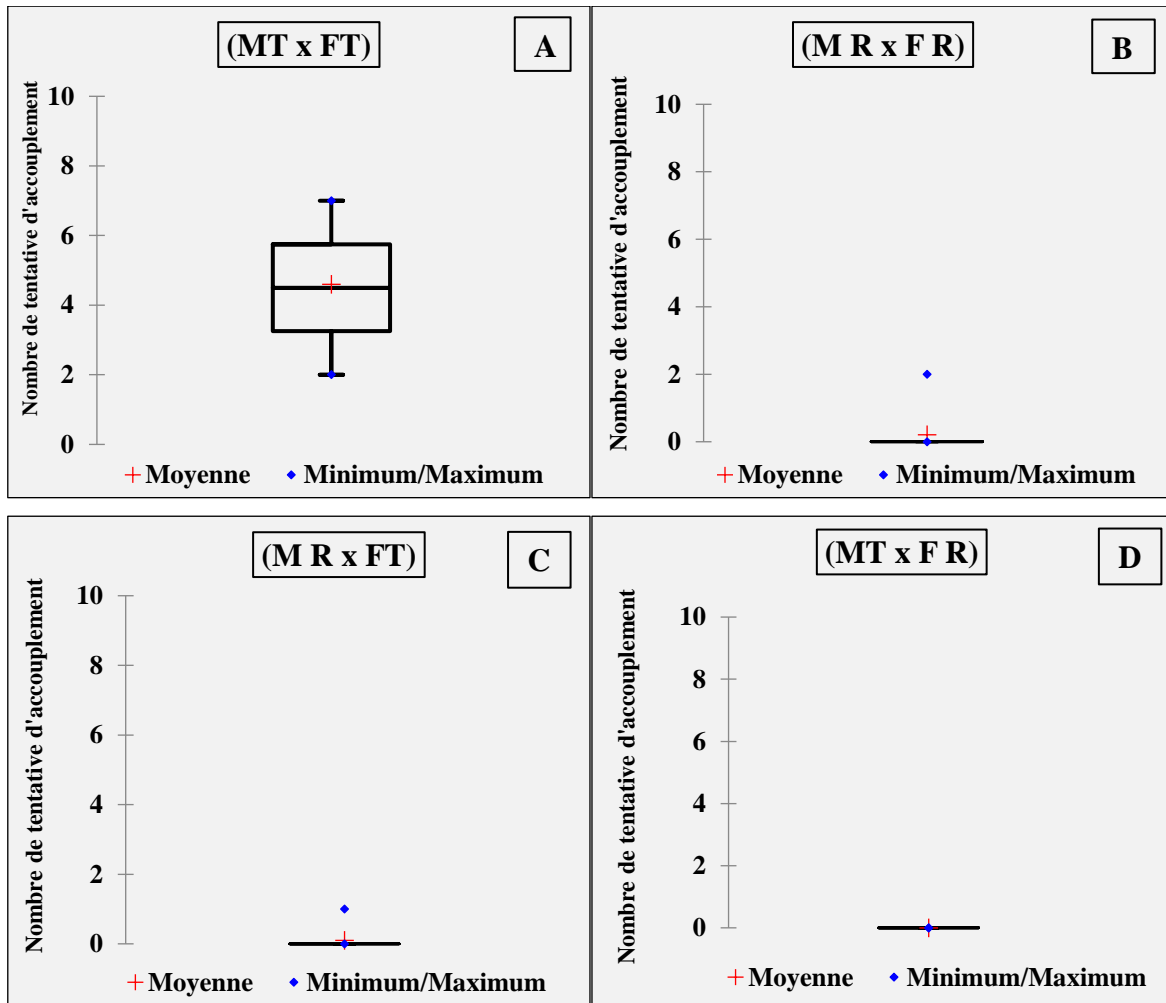


Figure 66. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur le nombre de tentative d'accouplement

[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin ; R : *R. chalepensis*]

Effet sur la durée de l'accouplement

Les résultats collectés à partir des tests effectués sur les différents couples de blattes, montrent que l'extrait aqueux de *R. chalepensis* avec la concentration sublétales (500 µg/ml) influe sur l'accouplement des couples traités (les deux partenaires traités ou bien l'un des deux est traité) parce que tous les accouplements enregistrés sont nul (Figure 67. B. C. D). Cette séquence d'accouplement est observée seulement chez les couples témoins (Figure 67.A).

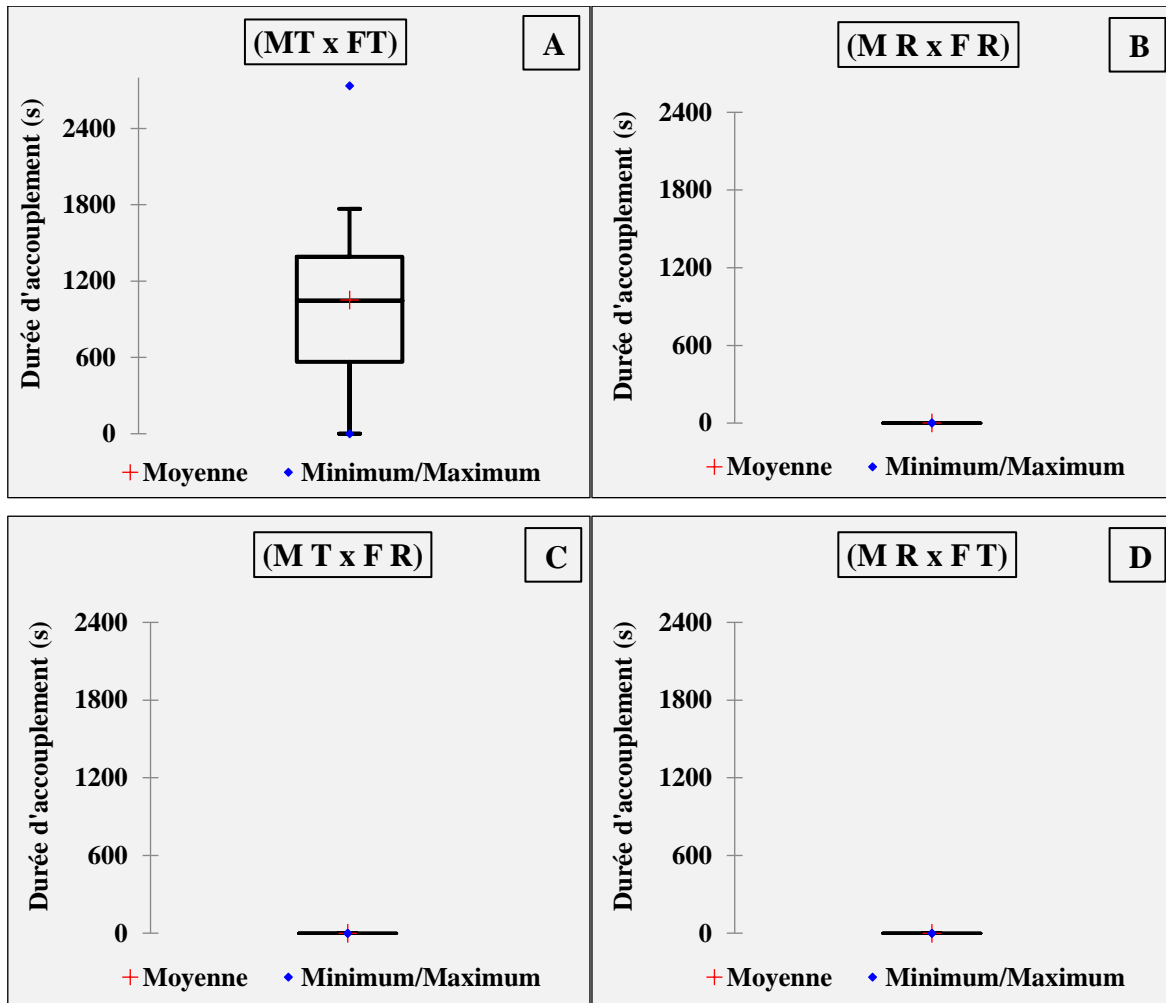


Figure 67. Effet de *R. chalepensis* (500 µg/ml) sur la durée de l'accouplement
[M : Mâle ; F : Femelle ; T : Témoin]

3.5. Effet sur l'attractivité sexuelle en olfactomètre

Les tests effectués sur l'attraction à distance des blattes en olfactomètre bidirectionnel indique les effets des deux produits bio-insecticides (*C. arabica* et *R. chalepensis*) sur l'attractivité des adultes, non seulement sur la perception des insectes mais aussi sur leur signal chimique.

3.5.1. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* (500 µg/ml)

A partir de test de monté Carlo, les résultats obtenus dans le tableau 22. Montrent que l'extrait aqueux de *C. arabica* (500 µg/ml) agit sur l'attractivité des adultes de *B. germanica* témoins et traités.

Les mâles témoins sont attirés significativement par l'extrait des femelles témoins et l'extrait des mâles témoins avec un taux de 80% ($p : 0,978$). Tandis que les femelles témoins



sont attirés par l'odeur des extraits des mâles témoins avec un taux de 93,33% et 86,67% pour l'odeur des extraits des femelles témoins ($p : 0,993$) (Tableau 22).

Les extraits des mâles et femelles traités n'attirent pas significativement les adultes, quelques soient traités ou témoins. L'attractivité la plus faible est enregistrée chez les femelles traitées avec l'extrait des femelles témoins et l'extrait des mâles traités avec un taux ne dépasse pas 13,33% (Tableau 22).

Tableau 22. Taux d'attractivité des adultes de *B. germanica* traités avec une concentration sublétales des feuilles de *C. arabica* (500 µg/ml)

[T : Témoin ; C : Extrait de *C. arabica* ; A : Attiré ; NA : Non attiré ; S : Significative ; NS : Non significative]

Insectes testés	Extraits				
	T ♂	T ♀	C ♂	C ♀	
T ♂	A	80,00%	80,00%	53,33%	46,67%
	NA	20,00%	20,00%	46,67%	53,33%
	P	0,978 (S)	0,978 (S)	<0,915 (NS)	<0,915 (NS)
T ♀	A	93,33%	86,67%	33,33%	53,33%
	NA	6,67%	13,33%	66,67%	46,67%
	P	1,00 (S)	0,993 (S)	<0,915 (NS)	<0,915 (NS)
C ♂	A	26,67%	26,67%	26,67%	40,00%
	NA	73,33%	73,33%	73,33%	60,00%
	P	<0,915 (NS)	<0,915 (NS)	<0,915 (NS)	<0,915 (NS)
C ♀	A	40,00%	13,33%	13,33%	26,67%
	NA	60,00%	86,67%	86,67%	73,33%
	P	<0,915 (NS)	<0,915 (S)	<0,915 (S)	0,915 (NS)

Selon les résultats des temps de détection présenté dans le tableau 23. Les mâles témoins mettent significativement plus du temps que les traités pour localiser la source de l'odeur provenant des femelles et mâles témoins ou traités, sauf le cas de l'extrait des mâles témoins ou nous avons enregistré le contraire. Par contre les femelles le temps de détection est plus chez les traités que les témoins pour détecter l'odeur provenant de l'extrait des adultes traités et témoins. La comparaison des variances chez les mâles témoins, il y a des différences significatives entre les temps moyens de détection enregistrés pour les différents extraits testées ($F_{obs} = 3,46$; $p = 0,02^*$). De plus, au sein de même extrait utilisé (cas des mâles et femelles traité, cas de mâle témoin), il existe des différences hautement significatives (Tableau 23).



Tableau 23. Temps moyens de détection en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de *B. germanica*, (Moy \pm SEM), (n = 15)

[T : Témoin ; C : Extrait de *C. arabica* ; * : Significative ; ** : Hautement significative ; *** : Très hautement significative]

Insectes testés	Extraits				F _{obs}	P
	T ♂	T ♀	C ♂	C ♀		
T ♂	3,94 \pm 0,38	4,71 \pm 0,78	5,49 \pm 0,78	5,32 \pm 0,91	3,46	0,02*
T ♀	5,66 \pm 0,42	6,79 \pm 0,77	5,46 \pm 0,79	5,1 \pm 0,53	1,48	0,22
C ♂	4,52 \pm 0,36	4,37 \pm 0,72	3,51 \pm 0,21	3,56 \pm 0,26	1,60	0,19
C ♀	7,79 \pm 0,85	6,81 \pm 0,70	5,68 \pm 0,64	5,54 \pm 0,67	1,10	0,35
F _{obs}	8,63	0,38	5,35	6,17		
P	< 0,0001***	0,77	0,002**	0,001**		

Les mâles témoins mettent moins du temps que les traités pour arriver à la source odorante des extraits des mâles témoins. Pour les femelles témoins, le temps pour arriver à la source de l'odeur de l'extrait témoin est plus que l'extrait des femelles traités. Les insectes traités mettent un temps plus ou moins élevé pour arriver au contact avec l'extrait de l'odeur des mâles et femelles traités et témoins (Tableau 24).

Concernant les femelles traités, la comparaison des variances montre l'existence des différences très hautement significatives entre les temps moyens d'arriver enregistrés pour les différents extraits testées (F_{obs} = 12,72 ; p : < 0,0001***). De plus, au sein de même extrait utilisé (cas des mâles témoins et traités), il existe des différences hautement et très hautement significatives (F_{obs} = 4,89 ; p : 0,004 et F_{obs} = 6,90 ; p : 0,0005***) (Tableau 24).

Tableau 24. Temps moyens d'arriver en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de *B. germanica*, (Moy \pm SEM), (n = 15)

[T : Témoin ; C : Extrait de *C. arabica* ; ** : Hautement significative ; *** : Très hautement significative]

Insectes testés	Extraits				F _{obs}	P
	T ♂	T ♀	C ♂	C ♀		
T ♂	3,14 \pm 0,25	3,74 \pm 1,10	4,23 \pm 1,33	4,28 \pm 1,07	1,02	0,39
T ♀	4,00 \pm 0,41	4,04 \pm 0,37	4,66 \pm 0,69	3,84 \pm 1,08	1,19	0,32
C ♂	3,95 \pm 0,63	2,60 \pm 0,31	1,88 \pm 0,27	2,39 \pm 0,51	3,01	0,03
C ♀	5,55 \pm 0,90	3,18 \pm 0,29	2,12 \pm 0,03	4,32 \pm 1,33	12,72	< 0,0001***
F _{obs}	4,89	1,42	6,90	1,64		
P	0,004**	0,25	0,0005***	0,19		

3.5.2. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* (500 μ g/ml)

Comme nos résultats montrent dans le tableau 25. Tous les mâles témoins sont attirés significativement avec un taux de 80% par l'extrait des mâles et femelles témoins (p : 0,978).



Pour les femelles témoins les taux d'attraction sont plus importants 86,67% pour l'extrait des mâles témoins et 93,33% pour l'extrait des femelles témoins ($p : 0,993$; $p : 1,00$).

Pour les adultes traités par l'extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* (500 µg/ml), ils ne sont pas attirés significativement par les extraits des mâles ou des femelles, quelques soient traités ou témoins.

L'attractivité la plus faible est enregistrée chez les femelles témoins avec l'extrait des femelles traités avec un taux de 13,33%, et pour les insectes traités est chez les mâles traités avec l'extrait des mâles témoins et aussi chez les femelles traités avec l'extrait des mâles traités avec un taux de 20% (Tableau 25).

Tableau 25. Taux d'attractivité des adultes de *B. germanica* traités avec une concentration sublétales des feuilles de *R. chalepensis* (500 µg/ml)

[T: Témoin ; R: Extrait de *R. chalepensis* ; A: Attiré ; NA: Non attiré ; S: Significantive ; NS: Non significative]

Insectes testés	Extraits				
	T ♂	T ♀	R ♂	R ♀	
T ♂	A	80,00%	80,00%	60,00%	33,33%
	NA	20,00%	20,00%	40,00%	66,67%
	P	0,978 (S)	0,978 (S)	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)
T ♀	A	86,67%	93,33%	66,67%	13,33%
	NA	13,33%	6,67%	33,33%	86,67%
	P	0,993 (S)	1,00 (S)	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)
R ♂	A	20,00%	40,00%	26,67%	33,33%
	NA	80,00%	60,00%	73,33%	66,67%
	P	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)
R ♀	A	40,00%	40,00%	20,00%	26,67%
	NA	60,00%	60,00%	80,00%	73,33%
	P	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)	< 0,915 (NS)

Les mâles témoins sont les seuls qui prend un temps moyen moins pour localiser la source de l'odeur provenant de l'extrait des mâles témoins que l'extrait des mâles traités. Par contre les autres insectes (cas des femelles témoins, cas des femelles et mâles traités), le temps moyen de détecter l'odeur des extraits des témoins est plus élevé que l'extrait des traités (Tableau 26). En ce qui concerne les mâles témoins et les femelles traités, la comparaison des variances montre l'existence différences significatives entre les temps moyens de détection enregistrés pour les différents extraits testées ($F_{obs} = 2,97$; $p = 0,03^*$ et $F_{obs} = 4,29$; $p = 0,008^*$). De plus, au sein de même extrait utilisé (cas des mâles et femelles traité), il existe des différence significatives ($F_{obs} = 3,47$; $p = 0,02^*$ et $F_{obs} = 3,94$; $p = 0,01^*$) (Tableau 26).



Tableau 26. Temps moyens de détection en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de *B. germanica*, (Moy \pm SEM), (n = 15)

[T : Témoin ; R : Extrait de *R. chalepensis* ; * : Significative ** : Hautement significative]

Insectes testés	Extraits				F _{obs}	P
	T ♂	T ♀	R ♂	R ♀		
T ♂	3,94 \pm 0,38	4,71 \pm 0,78	4,93 \pm 0,42	3,96 \pm 0,25	2,97	0,03*
T ♀	5,66 \pm 0,42	6,79 \pm 0,77	5,23 \pm 0,58	4,79 \pm 0,45	2,3	0,08
R ♂	4,04 \pm 0,26	4,11 \pm 0,37	3,43 \pm 0,29	3,33 \pm 0,18	1,7	0,17
R ♀	4,83 \pm 0,46	6,26 \pm 0,62	4,55 \pm 0,51	4,13 \pm 0,30	4,29	0,008**
F _{obs}	1,81	1,79	3,47	3,94		
P	0,15	0,16	0,02*	0,01*		

Les adultes (mâles et femelles) traités mettent moins du temps que les témoins pour arriver à la source odorante des extraits adultes, sauf le cas de l'odeur de l'extrait des femelles traités ou les femelles traités prennent plus de temps que les femelles témoins pour arriver à la source de l'odeur (Tableau 27).

La comparaison des variances chez les femelles témoins et traités montre l'existence des différences significatives et très hautement significatives entre les temps moyens d'arriver enregistrés pour les différents extraits testés (Tableau 27). De plus, au sein de même extrait utilisé (cas des mâles témoins et traités), il existe des différences significatives et hautement significative (F_{obs} = 2,78 ; p : 0,04* et F_{obs} = 5,11 ; p : 0,003**) (Tableau 27).

Tableau 27. Temps moyens d'arriver en secondes de différents extraits utilisés à des adultes témoins et traités de *B. germanica*, (Moy \pm SEM), (n = 15)

[T : Témoin ; R : Extrait de *R. chalepensis* ; * : Significative ; ** : Hautement significative ; *** : Très hautement significative]

Insectes testés	Extraits				F _{obs}	P
	T ♂	T ♀	R ♂	R ♀		
T ♂	3,14 \pm 0,25	3,74 \pm 1,10	3,20 \pm 0,43	2,40 \pm 0,15	0,92	0,44
T ♀	4,00 \pm 0,41	4,04 \pm 0,37	2,58 \pm 0,18	2,52 \pm 0,02	2,80	0,04*
R ♂	2,29 \pm 0,12	2,68 \pm 0,40	1,92 \pm 0,26	2,04 \pm 0,17	3,52	0,02*
R ♀	2,93 \pm 0,25	3,67 \pm 0,53	2,05 \pm 0,53	2,61 \pm 0,14	8,17	0,0001***
F _{obs}	2,78	0,68	5,11	2,66		
P	0,04*	0,56	0,003**	0,05		



3.6. Comparaison entre l'effet des deux plantes

3.6.1. L'effet sur la mortalité

Concernant les résultats collectés à partir de tests multivariés sur la mortalité des adultes (mâle et femelle) de *B. germanica* et deux différentes plantes avec leurs concentrations utilisées, nous avons enregistré des valeurs de $P > 0,05$ (variant entre 0,08 et 0,91) pour les différents paramètres calculés (Sexe, plante et sexe*plante). Ces résultats indiquent l'absence de différences significatives entre les différentes variables qui signifient que les deux plantes ont le même effet sur la mortalité de *B. germanica* (Figure 28).

Tableau 28. Tests multivariés sur la mortalité

Effet		Valeur	F	ddl	Erreur ddl	P
Plante	Trace de Pillai	0,22	0,56	3,00	6,00	0,66
	Lambda de Wilks	0,78	0,56	3,00	6,00	0,66
	Trace de Hotelling	0,28	0,56	3,00	6,00	0,66
	Plus grande racine de Roy	0,28	0,56	3,00	6,00	0,66
Sexe	Trace de Pillai	0,08	0,17	3,00	6,00	0,91
	Lambda de Wilks	0,92	0,17	3,00	6,00	0,91
	Trace de Hotelling	0,09	0,17	3,00	6,00	0,91
	Plus grande racine de Roy	0,09	0,17	3,00	6,00	0,91
Plante * sexe	Trace de Pillai	0,65	3,72	3,00	6,00	0,08
	Lambda de Wilks	0,35	3,72	3,00	6,00	0,08
	Trace de Hotelling	1,86	3,72	3,00	6,00	0,08
	Plus grande racine de Roy	1,86	3,72	3,00	6,00	0,08

Les résultats obtenus sur les tests des effets inter-sujets sur la mortalité de la blatte germanique présentés dans le tableau 29, montrent qu'il y a aucune différence significative entre la mortalité enregistrée pour les concentrations utilisées pour les deux plantes étudiées d'une part (p : entre 0,38 et 1,00), et entre le sexe de l'espèce et les différentes concentrations d'autre part (p : entre 0,24 et p : 0,91).

Tableau 29. Tests des effets inter-sujets sur la mortalité

Source		Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	P
Plante	Concentration 1	4,08	1,00	4,08	0,65	0,44
	Concentration 2	10,08	1,00	10,08	0,85	0,38
	Concentration 3	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
Sexe	Concentration 1	0,08	1,00	0,08	0,01	0,91
	Concentration 2	0,75	1,00	0,75	0,06	0,81
	Concentration 3	0,33	1,00	0,33	0,05	0,82
Plante * sexe	Concentration 1	10,08	1,00	10,08	1,61	0,24
	Concentration 2	18,75	1,00	18,75	1,58	0,24
	Concentration 3	8,33	1,00	8,33	1,35	0,28



3.6.2. L'effet sur le comportement sexuel

A partir des résultats obtenus de tests multivariés sur l'effet des deux extraits (*C. arabica* et *R. chalepensis*) sur le comportement sexuel de la blatte germanique. La comparaison entre les variables avec un seuil de signification $\alpha=0.05$, montre qu'il y a aucune différence significative enregistré sur l'effet plantes et l'effet plante*croissement ($P : 1,00$). Par contre l'effet de croisement où le test indique l'existence des différences très hautement significative ($P < 0.0001^{***}$) (Tableau 30).

Tableau 30. Tests multivariés sur le comportement sexuel

[***: Très hautement significative]

Effet		Valeur	F	Ddl	Erreur ddl	P
Plante	Trace de Pillai	0	/	0	0	/
	Lambda de Wilks	1,00	/	0	59,50	/
	Trace de Hotelling	0	/	0	2,00	/
	Plus grande racine de Roy	0	0	8,00	55,00	1,00
Croissement	Trace de Pillai	1,23	2,45	40,00	300,00	< 0,0001***
	Lambda de Wilks	0,09	4,61	40,00	246,89	< 0,0001***
	Trace de Hotelling	7,08	9,63	40,00	272,00	< 0,0001***
	Plus grande racine de Roy	6,65	49,85	8,00	60,00	< 0,0001***
Plante * Croissement	Trace de Pillai	0	/	0	0	/
	Lambda de Wilks	1,00	/	0	59,50	/
	Trace de Hotelling	0	/	0	2,00	/
	Plus grande racine de Roy	0	0	8,00	55,00	1,00

Pour les résultats de tests des effets inter-sujets sur l'effet des différentes plantes testés (*C. arabica* et *R. chalpensis*) sur le comportement sexuel, le tableau 31 indique l'existence des différences significatives entre les différentes séquences d'accouplement et le croisement seulement. Nous avons enregistré un seuil de signification hautement significative chez le nombre de parade ($P : 0,003^{**}$) et très hautement significatives pour le nombre de léchage, le nombre de tentative d'accouplement et l'accouplement ($P < 0,0001^{***}$).



Tableau 31. Tests des effets inter-sujets sur le comportement sexuel

[** : *Hautelement significative*, ***: *Très hautelement significative*]

	Source	Somme des carrés de type III	Ddl	Carré moyen	F	P
Plante	1 ^{er} contact	0	0	/	/	/
	1 ^{er} parade	0	0	/	/	/
	N° de parade	0	0	/	/	/
	1 ^{er} léchage	0	0	/	/	/
	N° de léchage	0	0	/	/	/
	1 ^{er} tentative	0	0	/	/	/
	N° de tentative	0	0	/	/	/
	Accouplement	0	0	/	/	/
Croissement	1 ^{er} contact	158752,94	5,00	31750,59	0,85	0,52
	1 ^{er} parade	561935,28	5,00	112387,06	1,55	0,18
	N° de parade	101,34	5,00	20,27	4,03	0,003**
	1 ^{er} léchage	356585,68	5,00	71317,14	0,91	0,47
	N° de léchage	293,14	5,00	58,63	46,05	< 0,0001***
	1 ^{er} tentative	1381032,34	5,00	276206,47	1,46	0,21
	N° de tentative	158,90	5,00	31,78	64,79	< 0,0001***
	Accouplement	8287660,80	5,00	1657532,16	16,74	< 0,0001***
Plante * Croissement	1 ^{er} contact	0	0	/	/	/
	1 ^{er} parade	0	0	/	/	/
	N° de parade	0	0	/	/	/
	1 ^{er} léchage	0	0	/	/	/
	N° de léchage	0	0	/	/	/
	1 ^{er} tentative	0	0	/	/	/
	N° de tentative	0	0	/	/	/
	Accouplement	0	0	/	/	/

3.6.3. L'effet sur l'attractivité sexuel

Le tableau 32, résume les résultats obtenus à partir de tests multivariés sur l'attractivité sexuelle de *B. germanica* traité par des concentrations sub-létales de deux plantes, les résultats montrent l'existence des différences très hautement significatives chez le paramètre de croissement ($P < 0,0001***$), par contre les deux autres paramètres étudiés (plante et plante*croissement), nous avons remarqué l'absence totale des différences significatives ($P : 1,00$), il n'y a aucun effet entre eux.



Tableau 32. Tests multivariés sur l'attractivité sexuel

[***: Très hautement significative]

Effet		Valeur	F	ddl	Erreur ddl	P
Plante	Trace de Pillai	0	/	0	0,00	/
	Lambda de Wilks	1,00	/	0	391,00	/
	Trace de Hotelling	0	/	0	2,00	/
	Plus grande racine de Roy	0	/	3,00	389,00	1,00
Croissement	Trace de Pillai	0,42	2,43	78,00	1176,00	< 0,0001***
	Lambda de Wilks	0,63	2,49	78,00	1167,04	< 0,0001***
	Trace de Hotelling	0,51	2,54	78,00	1166,00	< 0,0001***
	Plus grande racine de Roy	0,27	4,12	26,00	392,00	< 0,0001***
Plante * Croissement	Trace de Pillai	0	/	0	0,00	/
	Lambda de Wilks	1,00	/	0	391,00	/
	Trace de Hotelling	0	/	0	2,00	/
	Plus grande racine de Roy	0	/	3,00	389,00	1,00

En ce qui concerne les tests des effets inter-sujets sur l'attractivité sexuel de la blatte germanique traité par les deux extraits de *C. arabica* et *R. chalepensis*. Nous avons remarqué l'existence des différences très hautement significatives ($P < 0,0001^{***}$) seulement chez le croissement et les différentes étapes de tests d'olfaction (temps détection, le temps d'arriver et le choix de l'espèce). Pour les deux autres effets (plante et plante*croissement), il y a aucune différence significative enregistré (Tableau 33).

Tableau 33. Tests des effets inter-sujets sur l'attractivité sexuel

[Temps A : Temps de détection, Temps B : Temps d'arriver, ***: Très hautement significative]

Source		Somme des carrés de type III	Ddl	Carré moyen	F	P
Plante	Temps A	0	0	/	/	/
	Temps D	0	0	/	/	/
	Choix	0	0	/	/	/
Croissement	Temps A	419,85	26	16,14	3,45	< 0,0001***
	Temps D	310,87	26	11,95	3,18	< 0,0001***
	Choix	19,413	26	0,74	3,60	< 0,0001***
Plante * Croissement	Temps A	0	0	/	/	/
	Temps D	0	0	/	/	/
	Choix	0	0	/	/	/

Discussion



4. Discussion

Les blattes sont une forme ancienne et très réussie de la vie des insectes. Ils existent depuis l'époque pennsylvanienne (carbonifère supérieur). Les archives fossiles indiquent qu'ils ont atteint une forme corporelle optimale au début de leur histoire évolutive et qu'ils sont restés un groupe très stable depuis cette époque (**Moore *et al.*, 1952**).

Environ 3 500 espèces de blattes vivantes ont été répertoriées (**Princis, 1962 ; 1971**), mais d'autres espèces et même de nouveaux genres sont trouvés et nommés (**Grandcolas, 1994 ; Peck & Roth 1992**). Le nombre final dépassera probablement de loin le chiffre de 4 000 suggéré par **James & Harwood (1969)**. Les blattes appartiennent à l'ordre de Blattodea, qui contient plusieurs familles, La plupart des blattes apparentant de deux familles (Ectobiidae et Blattidae). Les Ectobiidae contiennent 3 grands sous-familles qui sont riche en espèces (Blattellinae, Ectobiinae, Pseudophyllodromiinae), et les Blattidae est plus caractérisé par la sous-famille des Blattinae (**Baccaloni, 2015**).

Les Blattellinae sont une grande sous-famille contenant 997 espèces réparties à travers le monde (**Beccaloni, 2015**). La plupart des Blattellinae suivent le schéma de couleurs commun des blattes avec diverses nuances de brun, mais la sous-famille contient également des espèces aux couleurs frappantes (**Foottit *et al.*, 2017**). Les Blattellines sont généralement des blattes de taille petite à moyenne (6-18 mm) relativement minces (**Roth, 2002**), mais certaines espèces myrmécophiles sont même plus petit (< 3–4 mm) (**Gurney, 1937 ; Roth, 1995**). Elles produisent généralement des oothèques contenant 20 à 44 œufs (**Boyer & Rivault, 2004**), mais les myrmécophiles produisent des oothèques beaucoup plus petites contenant 3 à 6 œufs (**Roth, 1995**). D'autres Blattellinae peuvent être trouvées dans ou sous la litière de feuilles (**Schal & Bell, 1986**).

Les Pseudophyllodromiinae sont une grande sous-famille de 867 espèces (**Beccaloni 2015**), qui sont réparties dans une grande partie du monde. Les pseudophyllodromiines sont des blattes minces, de taille petite à moyenne (longueur du corps 7-16 mm, largeur pronotale 2-5 mm) (**Hebard, 1943 ; Roth, 1995**), et similaires aux Blattellines en termes de taille corporelle et habitus (**Picker *et al.*, 2004**). La plupart des pseudophyllodromiines sont de diverses nuances de brun, parfois à motifs, mais certains ont des marques blanches ou jaunes. Elles sont souvent associées aux plantes, se cachant dans les broméliacées (**Willis, 1969 ; Rocha e Silva Albuquerque & Lopes, 1976**). Elles produisent des oothèques contenant généralement 15 à 36 œufs (**Willis, 1969 ; Boyer & Rivault, 2004**).



La sous-famille des Ectobiinae contient 263 espèces (**Beccaloni, 2015**). La plupart des ectobiines sont de différentes nuances de brun, parfois avec des marques telles que des taches plus foncées ou des veines de couleur claire sur les tegmina. Cependant, les espèces de *Phyllodromica* peuvent avoir des marques noires et blanches frappantes. Les ectobiines sont de petites blattes (5-11 mm) (**Hebard, 1943 ; Roth, 1992**). Diverses espèces d'ectobiines sont enregistrées dans les prairies, les dunes, les landes, les tourbières sèches, les lisières des forêts et les forêts de feuillus (**Payne, 1973 ; Schal et al., 1984**). Elles produisent des oothèques contenant 9 à 18 œufs (**Roth & Willis, 1957 ; Brown, 1973**).

La sous-famille des Blattinae sont présents dans le monde entier, et contient les espèces urbaines nuisibles de grande taille. Elles peuvent être aptères, à ailes courtes ou entièrement ailées (**Roth, 1993**). Un certain nombre d'espèces ont des mâles aux longues ailes et incapables de voler femelles. De nombreux Blattines sont bruns, parfois noirs, avec des marques jaunes, mais d'autres ont des couleurs plus sourdes avec différentes nuances de brun (**Picker et al., 2004**). Elles sont de différentes nuances de brun, avec des femelles aptères (ou presque) et des mâles ailés. Les blattidés produisent généralement des oothèques contenant 10 à 30 œufs (**Roth & Willis, 1954 ; Willis et al., 1958**).

L'analyse des résultats obtenus au cours 2 ans (2019 et 2020) de récolte des blattes dans les quatre sites prospectés, montre l'existence d'une richesse totale de 7 espèces, il s'agit de *Loboptera decipiens*, *Loboptra ovolobata*, *Ectobius kervillei*, *Ectobius sp.*, *Dziriblatta stenoptera*, *Dziriblatta nigriventris* et *Phyllodromica zebra*. Avec *L. decipiens* est l'espèce la plus abondante. Ces sept espèces répertoriées dans cette étude sont déjà signalées dans différentes régions d'Algérie, Dans la région côtière d'Annaba deux espèces (*L. decipiens* et *E. kervillei*) ont été identifiées par **Habbachi (2013)**, six espèces (*L. decipiens*, *L. ovolobata*, *Dz. nigriventris*, *Dz. stenoptera*, *Ph. zebra* et *Ectobius sp.*) Dans la région de Djelfa par **Masna (2016)** et deux espèces (*Dz. stenoptera* et *Ph. zebra*) dans la région de Batna par **Azoui (2017)**.

Loboptera (**Brunner, 1865**) est un genre cosmopolite, il est surtout connu en Afrique du Nord (**Chopard, 1943**) et en Algérie. Il vit parmi les feuilles mortes, sous les pierres et dans les régions un peu humides, et il appartient à la famille des Pseudomopinae. Ce genre est représenté en Algérie par 3 espèces. *L. decipiens* qui est trouvé dans les régions de Guelma, Annaba, Djelfa, Laghouat (**Cherairia, 2004 ; Habbachi, 2013 ; Masna, 2016**). *L. ovolobata* dans les régions de Djelfa et Laghouat (**Masna, 2016**) et *L. angulata* dans la région de Batna (**Azoui, 2017**). Dans notre cas, il est représenté par deux espèces qui sont *L. decipiens* et *L.*



ovolobata. Pour la première espèce *L. decipiens*, elle est présente dans toutes les régions d'étude prospectées (Annaba, El Tarf et Djelfa). Pour *L. ovolobata*, elle était absente dans la région d'Annaba et présente dans les autres régions.

L. decipiens (**Germar, 1817**), blatte inféodée au bassin méditerranéen, appartient dans la famille des Blattellidae à la sous-famille des Blattellinae. C'est une espèce de petite taille 8 à 10 mm a un corps noir brillant avec une bande jaunâtre ou blanche sur les côtés. Les pattes sont souvent plus faibles et brunes rougeâtre. Les élytres sont minces et latéraux, avec un sommet arrondi. L'abdomen est quelque peu agrandi au milieu. La plaque sous-génitale est transverse chez les mâles et chez les femelles est souvent de forme triangulaire (**Chopard, 1943**). Elle est signalée par **Chopard (1951)** en Europe méridionale, en Afrique du Nord et en Asie mineure, au Maroc, en Algérie et en Tunisie.

L. ovolobata (**Bohn, 1991**), est une espèce de la sous-famille des Blattellinae, qui ressemble beaucoup l'espèce *L. decipiens*. Elle est caractérisée par un corps noir brillant et une taille de 10 à 12 mm, avec des élytres courts. Elle est dépourvue de la bande jaunâtre ou blanche sur les côtés qui existe chez *L. decipiens*. Cette espèce est signalée au Maroc, et en Algérie pour la première fois dans la région de Djelfa par **Masna (2016)**, dans notre cas, nous avons trouvés l'espèce dans la forêt de Séalba Chergui (Djelfa) et dans la forêt de Lehnaya (El Tarf).

Ectobius (**Stephens, 1835**), est un genre qui existe dans l'Afrique et Paléarctique, qui vivant surtout sous les feuilles sèches, sur les herbes et les buissons, dans les bois et parfois on les trouve à terre. Ce genre est caractérisé par des élytres membraneux qui atteignant l'extrémité de l'abdomen, ailes triangle intercalé bien visible, plaque sous-génitale portant un seul style (**Chopard, 1951**).

Les espèces de ce genre trouvés en Algérie sont d'ordre trois. *Ectobius pallidus*, trouvé dans la région de Guelma par **Cherairia (2004)**, *E. kervillei* est signalé dans le Nord-est de l'Algérie par **Habbachi (2013)**, et pour la dernière espèce *Ectobius sp.* Il est mentionné dans les études de **Benia (2010)** et **Masna (2016)**. Dans notre inventaire, Nous avons signalés la présence de *E. kervillei* dans les différentes forêts d'Annaba et El Tarf, et pour *Ectobius sp.* Elle est présente seulement dans la forêt de Djelfa.

E. kervillei (**Bolivar, 1907**), espèce de petite taille mesurent 8 à 9 mm de long et sont uniformément brun pâle. Les ailes s'étendent jusqu'au bout de l'abdomen chez les deux sexes. Les ailes antérieures sont larges et s'étendent sur les bords du thorax et de l'abdomen, il y a une zone triangulaire à l'extrémité des ailes postérieures sans nervures ni nervures croisées. Les



larves sont brun pâle à brun foncé. Les habitats naturels comprennent des sites boisés, mais aussi des zones herbeuses (**Ragge, 1965 ; Roth, 1968**). Il est présent en Europe occidentale et dans l'Afrique (l'Algérie et Tunisie) (**Princis, 1971**). Aux États-Unis (**Gurney, 1968**).

Ectobius sp. (**Stephens, 1835**), les individus de cette espèce sont de petite taille, mesurent entre 5 à 7 mm, leur corps est grise avec des taches brunes sur l'abdomen, leur pronotum est gris avec des points noirs, les élytres sont très courts avec des pattes gris clair (**Masna, 2016**).

Le genre *Dziriblatia* (**Chopard, 1937**), est caractérisé par des espèces de petite taille avec une aire de répartition d'origine nord-africaine, il est indiqué sur plusieurs pays comme l'Espagne, Portugal, Maroc, l'Algérie et Tunisie (**Chopard, 1943**), la coloration chez les mâles et les femelles de *Dziriblatia* dans certains cas est très différents, les élytres sont lobiformes latéraux chez les femelles et courts pour les mâles. Leur dimorphisme sexuel est très remarquable (**Chopard, 1951**).

Les espèces de ce genre qui sont trouvés dans notre pays sont deux : *D. stenoptera* qui est signalé dans les régions de Djelfa, Laghouat et Batna (**Masna, 2016 ; Azoui, 2017**). Et pour *D. nigriventris*, elle est signalée dans les régions de Djelfa et Laghouat (**Masna, 2016**). Pour nos sites inventoriés, Nous avons indiqués la présence ces deux même espèces *D. stenoptera* et *D. nigriventris* dans la pinède de Djelfa seulement.

D. stenoptera (**Chopard, 1936**), mesure entre 6 et 7 mm, Le mâle de cette espèce est caractérisé par une tête de couleur paille, des antennes légèrement plus foncés ; pattes couleur paille ; nota thoracique de couleur paille, avec seulement des taches sombres éparses, tergites abdominaux avec des marques sombres peu étendues, sternites abdominaux sombres, à larges marges latérales de couleur paille. Alors la femelle de *D. stenoptera*, est la plupart du temps de la même couleur légèrement que le mâle, parfois, cependant, avec une coloration beaucoup plus foncée de la tête, du thorax et l'abdomen (**Chopard, 1936 ; Bohn, 2020**).

D. nigriventris (**Chopard, 1936**), les adultes de cette espèce mesure entre 6 à 7mm, la coloration du corps est similaire dans les deux sexes; couleur de fond jaunâtre, thorax avec des taches sombres de différentes tailles et formes, souvent fusionnées à de plus grandes marques allongées, abdomen relativement sombre, tergites en avant de la crête transversale généralement complètement sombre, zone sombre s'étendant jusqu'à sept positions dans le champ postérieur sous forme de plaques plus ou moins largement triangulaires, sternites plutôt sombres, avec marges latérales jaunâtres (**Chopard, 1936 ; Bohn, 2019**).



Phyllodromica (Rehn, 1903), c'est un genre d'origine méditerranée avec une répartition sur l'Europe, l'Asie et l'Afrique dans sa partie nord (Princis, 1971), leurs espèces sont caractérisées par des ailes antérieures raccourcies, n'atteignant pas plus loin que la fin du deuxième segment abdominal, largement arrondies (principalement chez les mâles) à coupées transversalement (principalement chez les femelles), ailes postérieures rudimentaires. Espaces inter-nerveux avec des taches sombres éparses, fusionnant chez certaines espèces avec des rayures longitudinales ou une plus grande tache basale (Bohn, 1992).

Dans l'Algérie les espèces inventoriées de ce genre sont *Ph. cincticollis*, *Ph. subaptera*, *Ph. trivittata*, *Ph. zebra*. Les quatre espèces sont signalées dans la région de Batna par Azoui (2017), dans la région de Laghouat et Djelfa Masna (2016) indique la présence de *Ph. trivittata* et *Ph. zebra*. Dans notre cas, nous avons trouvé une seule espèce qui est *Ph. zebra* dans la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa).

Ph. zebra, espèce de très petite taille, qui mesure entre 4 et 4,5mm. Avec un corps de couleur noir brillant rayée en blanc. L'abdomen chez les mâles présente des tergites striés par des lignes blanches longitudinales et une fossette glandulaire. Alors que chez les femelles présente des stries sur le pronotum, le mésotum et le monotum sont colorés en blanc, leurs pattes sont noires, les élytres sont lobiformes et courts (Masna, 2016).

Les espèces de blattes récoltées dans les différentes forêts algériennes ont des abondances varient selon le site étudié. Dans le site de Sénalba Chergui 6 espèces de blattes sont identifiées avec un effectif totale de 637 individus, par contre les sites de l'Est algérienne où le site de Lahnaya présente une richesse totale de 3 espèces et 315 individus, tandis que les sites de Annaba (Aïn Achir et Seraïdi) les deux sites ont une richesse totale de 2 espèces avec des effectives de 491 et 373 individus respectivement. Ces différences sont liées probablement aux facteurs de climat et de végétations qui prévalent dans les différentes régions étudiées.

Concernant les abondances relatives des espèces collectées, dans toutes les forêts de l'Est (Aïn Achir, Seraïdi et Lahnaya) prospectés, *L. decipiens* est la plus dominante espèce suivie par *E. kervillei*. Par contre la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa), l'espèce la plus abondante est *L. ovolobata* suivie par *L. decipiens*. Ces résultats sont confirmés par des études précédentes dans différentes régions de Nord-est algérien qui indiquent que *L. decipiens* est l'espèce la plus abondante suivie par des espèces de genre *Ectobius* (Cherairia, 2004 ; Habbachi, 2013). Et dans les régions de Laghouat et Djelfa, l'espèce la plus abondante est *L. ovolobata* suivie par *L. decipiens* (Masna, 2016).



Les différentes espèces de genre *Loboptera* sont classées dans la catégorie des espèces constante, sauf *L. decipiens* dans la forêt de Sénalba Chergui où elle est considérée comme une espèce régulière et *L. ovolobata* comme espèce accidentelle dans la forêt de Lahnaya. Pour *E. kervillei*, elle est classée parmi les espèces régulières dans deux forêts (Aïn Achir et Lahnaya) et comme accessoire dans la forêt de Seraïdi. Le reste des espèces sont des espèces accidentelles. Ces dominances sont liées probablement aux mécanismes d'adaptation de ces espèces aux différents milieux (différents conditions climatique et habitats) et leur bio-écologie.

La fluctuation de la densité des blattes durant l'année est variable selon les différents mois. Nous avons remarqué que les blattes sont moins actives durant la période de l'hiver par rapport aux autres saisons, qui signifié que la température jeux un rôle important sur l'activité des blattes. Par contre les deux saisons (printemps et l'automne) où les températures sont douces nous avons enregistré une augmentation significative de la densité des blattes. Ce qui confirme que les températures basses et élevée sont parmi les facteurs limitant chez ces insectes. Plusieurs travaux indiquent l'effet de température sur l'activité et le développement des insectes (**Schoolfield et al., 1981 ; Hilbert & Logan, 1983 ; Lactin et al., 1995**).

Les indices écologiques de structure des différents forêts étudiées, montrent que la forêt de Sénalba Chergui possède la plus grande valeur de Shannon-Weaver (1,39 bits), suivi par la forêt de Lahnaya (1,06 bits), puis la forêt de Aïn Achir et Seraïdi (0,8 et 0,71 bits respectivement). Ce qui signifie que la composition du régime alimentaire est différente dans les forêts étudiées, et qui influe d'une façon indirecte sur la diversité et l'équilibre de chaque milieu. La composition de la faune Blattoptère peut varier d'une région à l'autre du monde, et la convenance de l'habitat dépend de nombreux facteurs biotiques et abiotiques (**Rust et al., 1995**). Les caractéristiques de la végétation, les attributs de sa litière et les paramètres climatiques sont les facteurs les plus critiques impliqués dans la spécification des niches écologiques de ces insectes (**Schal et al., 2008**). Par ailleurs, la disponibilité en eau, c'est-à-dire l'humidité du biotope, stimule la croissance des populations de blattes (**Boyer, 2004**).

La phénologie des différentes espèces de blattes récoltées indique que chaque espèce possède une activité spécifique, les blattes apparaissent et disparaissent indépendamment, elles sont, en générale, inactives pendant les mois les plus froids et/ou les plus chauds. Ce qui témoigne l'effet crucial de la variation temporelle des facteurs climatiques influençant directement les insectes, leur nourriture et leur biotope (**Cornwell, 1968 ; Benson, 1988**). La



variabilité des habitats et l'adaptation aux facteurs éco-climatiques entraînent aussi entre les sexes et les individus de blattes de régions différentes de variations considérables (**Cornwell, 1968**).

En ce qui concerne l'inventaire des blattes urbaines dans l'Algérie, il existe beaucoup de travaux sur les blattes qui sont effectués dans plusieurs habitations répartis dans différentes régions de notre pays, afin de déterminer et identifier les différentes espèces de la faune blattoptère. Concernant les études les plus récentes sur ce sujet, nous citons : les travaux effectués dans la région de Annaba par **Messikh (1994)** et **Habes (2006)**, qui met en évidence l'existence de *B. germanica* et *P. americana*. Les travaux dans la région de Guelma par **Cherairia (2004)** qui indique la présence de *B. germanica*, *B. orientalis*, *P. americana* et *S. longipalpa*. Pour la région de Tébessa, deux espèces de blattes sont identifier (*Bt. orientalis* et *B. germanica*) par **Tine (2013)**. Dans les régions d'Annaba, Guelma, Souk Ahras, Ouled Djelal et El-Oued, **Habbachi (2013)** signale la présence de *B. germanica*, *P. americana* et *Bt. orientalis*. Dans les régions de Djelfa et Laghouat, **Masna (2016)** montré la présence de *P. americana*, *P. australasiae*, *B. germanica* et *S. longipalpa*. Et finalement pour la région de Batna, trois espèces de blattes urbaines (*B. germanica*, *Bt. orientalis* et *P. americana*) sont recensés par **Azoui (2017)**.

Notre recensement des blattes urbaines dans la région aride de Bou-Saâda durant deux ans d'étude, indique la présence de six espèces de blattes urbaines, il s'agit de *S. longipalpa*, *B. germanica*, *P. americana*, *Periplaneta sp.*, *Bt. orientalis* et *Bt. lateralis*, où la premier espèce *S. longipalpa* est l'espèce la plus abondante dans notre région.

S. longipalpa (**Fabricius, 1798**), est une blatte presque cosmopolite. Il est probablement originaire d'Afrique d'où il a été largement dispersé (**Rehn, 1945**). Il est maintenant généralement distribué dans les régions tropicales et subtropicales du monde (**Princis, 1969**). Il est particulièrement abondant en Afrique. Une grande partie de sa propagation dans la zone tempérée s'est produite au cours du XXe siècle (**Cornwell, 1968**).

Petite blatte mesurant 10-14 mm de long. Le mâle adulte semble être très mince avec ses ailes s'étendant au-delà de l'extrémité de l'abdomen. Les femelles adultes ont des ailes courtes qui exposent une partie considérable de leur abdomen très robuste. Deux bandes ou bandes transversales de couleur foncée sur les tergites mésonotaux et abdominaux. Les ailes antérieures ont des pigments bruns et noirs, ceux de la femelle étant considérablement plus foncés. Les larves et les adultes sont de couleur crème sur le ventre (**Cochran, 1999**).



Il existe dans toute l'habitation et n'est pas seulement dans la cuisine. On le voit souvent dans les chambres à coucher où il se cache dans les tiroirs de bureau et de bureau et dans d'autres meubles. Il se cache derrière des images, des livres sur des étagères, sous du papier peint et dans d'autres endroits similaires. Il affectionne les féculents comme l'encollage des livres et la colle sous papier peint (**Cornwell, 1968**). Durant notre inventaire dans la région de Bou-Saâda, l'espèce ne se trouve que dans les maisons.

B. germanica (**Linnaeus, 1767**), si une espèce de blatte peut être qualifiée de cosmopolite, c'est bien celle-ci, car on la trouve dans pratiquement toutes les parties du monde (**Princis, 1969**). L'indication précédente était qu'il était originaire de l'Afrique du Nord-Est à proximité des grands lacs africains dans ce qui est aujourd'hui l'Éthiopie (**Rehn, 1945**). Cependant, des travaux plus récents ont contesté cette affirmation et placent maintenant son origine en Asie tropicale (**Roth, 1985**).

La blatte germanique est l'une des petites blattes domestiques, mesurant de 10 à 15 mm de long, avec une couleur brun jaunâtre clair chez les mâles tandis que les femelles sont légèrement plus foncées. Les larves sont généralement noires avec une bande claire jusqu'au milieu du dos. Les larves et les adultes ont deux bandes longitudinales noires parallèles sur le pronotum séparées par une bande plus claire. Les ailes des adultes couvrent tout l'abdomen des femelles et tout sauf l'extrémité abdominale des mâles (**Roth, 1969**).

Les conditions écologiques de cette espèce sont la chaleur, l'humidité et la nourriture, et on peut la trouver partout où ces conditions sont réunies. Dans son association avec les humains, ces exigences signifient généralement que la blatte germanique est présente dans les cuisines domestiques et les salles de stockage d'aliments adjacentes, dans les complexes d'appartements, les restaurants et dans divers autres environnements protégés (**Cornwell, 1968**). Durant la période d'échantillonnage dans notre région d'étude, l'espèce ne se trouve que dans la menuiserie.

Bt. orientalis (**Linnaeus, 1758**), Leur répartition est considérablement plus restreinte que celle de la blatte germanique. C'est en grande partie une espèce des zones tempérées du monde (**Cornwell, 1968**). Il est maintenant largement répandu dans les régions tempérées du nord du Nouveau et de l'Ancien Monde, étant signalé depuis aussi loin au nord que le Canada (**Hebard, 1917**) et d'autres pays nordiques. On le trouve rarement en Afrique du Sud (**Hesse, 1971**). Malgré son nom, il n'est pas largement répandu en Orient (**Asahina, 1971**).



La blatte orientale est de taille intermédiaire mesurant 20-27 mm de longueur. Le corps est uniformément brun rougeâtre à noir, les larves ayant tendance à être les plus foncées. Les sexes sont facilement séparables car les femelles adultes ont des ailes considérablement réduites et ont l'apparence de ne pas avoir d'ailes. Les mâles ont des ailes qui couvrent les deux tiers ou plus de l'abdomen, mais ils ne volent pas. Tous les stades n'ont pas de coussinet plantaire (arolium) entre leurs griffes tarsiennes, ce qui limite leur capacité à gravir des surfaces verticales lisses (**Cornwell, 1968**).

Cette importante espèce domiciliaire aime les environnements plus frais. En conséquence, on le trouve habituellement dans les niveaux inférieurs des habitations où la température est plus fraîche, comme les sous-sols, les caves, les vides sanitaires. Il n'est pas surprenant que cet insecte se trouve souvent à l'extérieur. Il trouve apparemment un abri adéquat dans les décharges, sous l'écorce des arbres, sous les pierres et les feuilles (**Cornwell, 1968**). Dans notre cas, l'espèce est présente seulement dans la boulangerie.

Bt. lateralis (**Walker, 1868**). Il s'agit essentiellement d'une espèce désertique présente en Afrique du Nord depuis la Libye jusqu'en Asie centrale. Il est largement répandu en Asie centrale, notamment au Cachemire, en Iran, en Afghanistan, en Irak et probablement dans d'autres pays d'Asie centrale (**Bey-Bienko, 1950**). Ailleurs, il a été signalé en Égypte, en Arabie saoudite, au Soudan et en Libye (**Princis, 1966**).

C'est une blatte de taille moyenne avec des mâles mesurant 19-23 mm et des femelles 22-25 mm. Les ailes sont complètement développées chez les mâles et s'étendent au-delà de l'extrémité de l'abdomen. Ils sont de couleur jaune paille (**Asahina, 1966 ; Bey-Bienko, 1950 ; Gulmahamad, 1993**). Chez les femelles, les ailes sont considérablement réduites ; les ailes antérieures sont de forme triangulaire. Chaque aile antérieure porte une courte ligne de couleur crème près de la marge latérale. Les femelles sont brun foncé avec quelques marques de couleur crème sur l'abdomen. Les larves sont bicolores, le thorax est brun chocolat clair tandis que l'abdomen est brun très foncé (**Cochran, 1999**).

On le trouve couramment dans les habitations humaines (**Bey-Bienko, 1950**). En effet, c'est l'une des espèces domestiques les plus importantes dans son aire de répartition normale. Il a été introduit en Californie avec le retour de fournitures militaires du Moyen-Orient. Par la suite, il s'est propagé dans les zones urbaines où il trouve refuge dans et sous divers types de végétation couvre-sol et pratiquement tout autre objet qu'en se trouvant sur le sol (**Gulmahamad, 1993**). Dans notre cas, *Bt. lateralis* est trouvé dans les maisons de Bou-Saâda.



Aucun travail n'indique la présence de l'espèce en Algérie, c'est la première fois que cette espèce est signalé dans l'Algérie.

P. americana (**Linnaeus, 1758**), est généralement décrite comme étant cosmopolite dans sa répartition (**Princis, 1966**). On pense qu'il est originaire d'Afrique tropicale d'où il a été largement dispersé par le commerce. À l'origine, il s'est probablement propagé de l'Afrique à l'Amérique du Sud, aux Antilles et au sud de l'Amérique du Nord (**Rehn, 1945**). Il est actuellement distribué dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde. Il est particulièrement abondant en Afrique tropicale et sur le sous-continent indien (**Nigam, 1933**).

La blatte américaine, Il s'agit d'une grosse blatte dont les adultes mesurent environ 35 à 40 mm de long. Les mâles et les femelles ont à peu près la même taille, mais les femelles ont un abdomen plus robuste. Les sexes peuvent être séparés par cette caractéristique ainsi que par le fait que les mâles ont à la fois des cerques et des stylets, alors que les femelles n'ont pas de stylets. Toutes les étapes sont d'un rouge brillant à brun chocolat. Le pronotum adulte a un motif submarginal proéminent de couleur jaune à chamois avec un intérieur plus foncé. Les larves sont uniformément colorées. Les ailes sont complètement développées chez les adultes des deux sexes (**Cochran, 1999**).

Il préfère les environnements chauds et humides comme on pouvait s'y attendre de son origine. En association avec les humains, ils se produisent dans les restaurants, les usines de transformation des aliments, les épiceries, les boulangeries et autres endroits où il y a de la nourriture. Ils sont parfois associés à des latrines, des toilettes extérieures, des égouts et des stations d'épuration. Ils peuvent survivre sur presque n'importe quelle matière organique (**Cornwell, 1968 ; Cochran, 1999**). Pour notre région d'étude, l'espèce est trouvée dans les maisons et la boulangerie.

Periplaneta sp. (**Burmeister, 1838**), cette espèce a été récoltée dans la boulangerie, les individus capturés de cette espèce sont généralement des larves mesurent entre 8 et 15 mm, elles sont caractérisées par une couleur blanche et une forme aplatie, la tête triangulaire et les pattes bien armées. A ce moment, Nous avons connaitre seulement le genre de cette espèce.

Toutefois, nous avons remarqué que le nombre des blattes collecté durant la premier d'année de l'inventaire est plus que la deuxième année, cela est liée probablement aux conditions de vie existé dans les habitations humaines qui peut être n'offre pas toutes les conditions favorables pour le développement de toutes les espèces de blattes. Ces résultats sont



comparables de ceux de **Masna (2016)**, qui enregistré une diminution remarquable de la densité des blattes durant l'année 2015 par rapport à l'année 2014.

La répartition et l'abondance des espèces de blattes durant les années dans les différents milieux urbains dans notre région d'étude est variable selon les différents mois de l'année et les conditions prévues par le lieu. Nos résultats montrent qu'il existe deux facteurs qui jouent un rôle essentiel dans la répartition des blattes. Le 1^{er} facteur est la température, qui influe d'une façon directe sur distribution saisonnière des espèces. Et le 2^{ème} facteur est l'hygiène, qui offre aux blattes le meilleur biotope pour son développement. Ces facteurs sont confirmés par les résultats récents de **Habbachi (2013)**, **Masna (2016)** et **Azoui (2017)**.

Par ailleurs, la blatte rayée (*S. longipalpa*) est l'espèce la plus abondante en effective, suivi par *P. americana*, c'est deux espèces bien connues par leur préférence des environnements chauds, et leur capacité de survivre sur presque n'importe quelle matière organique (**Cornwell, 1968 ; Cochran, 1999**). Il est noté aussi que le nombre total des larves des blattes capturées est plus important que le nombre total des adultes dans la région de Bou-Saâda. Ces résultats sont similaires à ceux de **Masna (2016)** dans la région de Laghouat qui indique les mêmes observations.

L'importance médicale des blattes est peut-être bien plus grande que ce qui est généralement reconnu (**Baumholtz et al., 1997**). Il a été démontré qu'elles hébergent des bactéries pathogènes, servent d'hôtes intermédiaires pour les helminthes pathogènes et transportent des œufs d'helminthes, des virus, des protozoaires et des champignons affectant l'homme et d'autres vertébrés animaux (**Roth & Willis, 1960 ; Cornwell & Mendes, 1981 ; Kopanic et al., 1994**) L'importance de ce point devient claire quand on se rend compte que les blattes se déplacent librement d'un bâtiment à l'autre ou d'un égout ou d'un accès à l'habitation humaine (**Haines & Palmer, 1955**) et que l'ordre dans lequel ces mouvements se produisent n'a aucun rapport à la sensibilité humaine ou à des considérations de santé publique. En effet, le contact occasionnel des blattes avec des surfaces est efficace pour favoriser la propagation des bactéries (**Cloarec et al., 1992 ; Kopanic et al., 1994**).

Le développement de la résistance aux insecticides chez les blattes se limite principalement à la blatte germanique, ce qui est probablement attribuable à son cycle de vie plus court, à son statut de ravageur important et, par conséquent, à une exposition plus intensive aux insecticides chimiques, par rapport aux autres espèces de blattes. Certaines populations de



blattes allemandes sont résistantes à jusqu'à 8 à 12 insecticides différents. De toute évidence, il est difficile de les contrôler avec des produits chimiques (Cochran, 1994).

Les impacts négatifs des pesticides et l'augmentation de la résistance aux pesticides ont accru l'intérêt pour les méthodes de contrôle alternatives, l'accent étant mis sur le contrôle biologique, la résistance des plantes, le contrôle cultural, les plantes médicinales et d'autres méthodes non polluantes (Cheng, 1988 ; Lim *et al.*, 1996).

En raison des effets nocifs des pesticides synthétiques sur la santé, l'environnement et le développement de résistances chez les parasites, il est nécessaire de développer des stratégies alternatives plus sûres et efficaces pour contenir les ravageurs. Les produits végétaux naturels peuvent être une excellente source alternative de nouveaux insecticides. Les plantes sont une source pratiquement inépuisable de substances structurellement diverses et biologiquement actives ; environ 1800 plantes ont été signalées comme possédant des propriétés insecticides. Les plantes sont un bon réservoir de produits allélo-chimiques respectueux de l'environnement (Jacobson, 1982 ; Grainge *et al.*, 1984). Certains des avantages des pesticides d'origine végétale sont qu'ils sont sélectivement toxiques, ne se bioaccumulent pas et présentent une persistance relativement courte dans l'environnement et la chaîne alimentaire (Shanker & Solanki, 2000).

Plusieurs études ont porté sur l'amélioration des formulations d'huiles végétales pour augmenter leur longévité grâce au développement de nano-émulsions, de formulations améliorées et de fixateurs, tandis que des utilisations alternatives telles que l'activité spatiale, l'excito-répulsion, les analyses de l'efficacité thérapeutique ainsi que l'aspect toxicologique des plantes (De Smet, 1993 ; Veer & Gopalakrishnan, 2016).

Dans l'Algérie, ce type de recherche porte sur l'utilisation d'extraits des plantes, il est progressivement commencé à se développer ces dernières années, avec une grande concentration sur les extraits aqueux des plantes contre les ravageurs urbains, à travers plusieurs travaux récents (Lebouz, 2010 ; Bounechada & Arab, 2011 ; Salari *et al.*, 2012 ; Habbachi *et al.*, 2013 ; Amandeep & Meera, 2014 ; Merabti *et al.*, 2015 ; Benhissen, 2016 ; Elbah, 2017 ; Benhissen *et al.*, 2018 ; Habbachi *et al.*, 2019 ; Boublata *et al.*, 2020 ; Saadane *et al.*, 2021).

Dans le cadre de la valorisation des extraits aqueux des plantes comme un moyen de lutte contre le ravageur *B. germanica*. La présente étude s'oriente vers l'effet toxicologique des différentes concentrations des extraits aqueux des feuilles de deux plantes toxiques. Il s'agit de



C. arabica et *R. chalepensis*. Afin de cerner les substances toxiques de ces deux plantes et voir si les plantes, peut être utilisée comme bio-insecticide pour contrôler la prolifération de cette blatte nuisible.

Dans cette étude, nous avons montré que l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* a un effet sur la mortalité des adultes (mâles et femelles) de *B. germanica*. Les taux de mortalités chez les deux sexes varient selon la durée d'exposition et les concentrations utilisé de *C. arabica*. Les valeurs des CL16%, CL50 %, CL84, CL90%, TL16%, TL50%, TL84% et TL90% diminuent avec l'augmentation de la durée de traitement et/ou la concentration du produit. Les résultats indiquent aussi que la mortalité femelle est plus importante que celle des mâles. Donc les femelles sont plus sensibles à ce bio-insecticide.

Ces résultats sont similaires aux travaux récents de **Habbachi et al. (2019)**, qui montrent que l'extrait aqueux de *C. arabica* à différentes concentrations agissent sur le temps de la mortalité des larves de *Drosophila melanogaster* en fonction de la concentration appliquée. La concentration de 35 µg/ml a une faible activité larvicide. Pour les trois concentrations (70, 100 et 200 µg/ml), 50 % de la population est tuée après 15 jours de traitement.

Kemassi et al. (2018), montre que l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica*. Agit sur la mortalité des adultes mâles et femelles de *Schistocerca gregaria*. Un pourcentage de mortalité de 76,67 % et 86,67 % est noté chez les larves mâles et femelles respectivement. Des signes d'intoxication sont observés chez les individus traités, dont la diminution de l'activité motrice, une défécation intense, des pertes d'eau inhabituelles sous forme de diarrhée, de blocage et/ou de difficultés lors de la mue.

D'autre étude réalisée par **Korichi-Almi (2016)** sur les larves et les adultes de *Ectomyelois ceratoniae* traités par différentes concentrations de l'extrait aqueux de *C. arabica*. Montre l'existence d'une corrélation positive entre le temps et le taux de mortalité, Au 7ème jour de traitement, les taux de mortalité atteignent 42,2%, 73,3% et 82,2% respectivement pour les concentrations 5%,10 et 15 %.

En 2013, **Ladhari et al.** Montrent que les extraits aqueux de *C. arabica* sont dotés d'une activité biologique, car la survie des larves de *Spodoptera littoralis* au 3^{ème} stade a diminué de manière dose-dépendante et au moment où elles ont été nourries avec les extraits de plantes. Il est possible que la diminution de la survie soit due à la nature antiappétissante et toxique des extraits de *C. arabica*.



D'autres travaux sur l'extrait aqueux de *C. arabica*, réalisé par **Alqahtani et al. (2010)**, sur les larves de 3^{ème} stade de *Culex pipiens* et *Aedes caspius*. Les résultats montrent que les extraits aqueux de *C. arabica* pourraient être considérés comme un candidat prometteur dans la lutte contre les moustiques. Les CL50 enregistrés sont de 225,07mg/l et 125,09 mg/l après traitement de *C. pipiens* et *A. caspius* respectivement.

Par ailleurs, l'action de la deuxième extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* sur les mâles et les femelles de la blatte germanique. Manifeste par ingestion un grand pouvoir insecticide chez les mâles que les femelles. Les résultats indiquent que les mâles sont plus sensibles que les femelles aux différentes concentrations de cette plante. Alors que les taux de mortalités chez les adultes augmentent avec l'augmentation de la durée de traitement et/ou la concentrations utilisées. Ces résultats sont confirmés par les valeurs calculés des CL16%, CL50 %, CL84, CL90%, TL16%, TL50%, TL84% et TL90%.

Nos résultats trouvés pour les extraits de *R. chalepensis* sont en accord avec ceux de **Najem et al. (2020)**, qui montrent que les différentes concentrations d'huile essentielle de *R. chalepensis* provoque une mortalité de 50% des adultes de *Tribolium castaneum*. Il est clairement observable que plus le temps d'exposition est long, plus la dose nécessaire pour tuer la moitié de la population cible est faible ; par conséquent, le temps d'exposition des insectes à l'huile essentielle de *R. chalepensis* est négativement corrélé avec la DL50.

D'autres travaux récents réalisés par **Benhissen et al. (2019)**, l'extrait aqueux des feuilles de *R. chalepensis* contre les larves de 4^{ème} stade de *Culiseta longiareolata*. Entraîne une mortalité variable selon la concentration utilisée et le temps de traitement, les concentrations létales (CL50, CL90) diminuent en fonction de la durée du traitement. Au bout de 3 jours de traitement, les taux de mortalité des larves augmentent et peuvent atteindre 100% lorsqu'on utilise la plus forte concentration 33 g/l et la CL50 est équivalente à 5,75 g/l, alors que CL90 est égale 11,48 g/l.

Abdellaoui et al. (2018), indiquent que l'huile essentielle des parties aériennes fleuries de *R. chalepensis* possédait une toxicité de contact plus forte contre les adultes de *Tribolium confusum*. Dans les travaux de **Traka et al. (2018)**, l'effet de l'hydrolat de *R. chalepensis* est testé sur deux espèces d'insectes (*Aphis gossypii* et *Tetranychus urticae*), le taux de mortalité enregistré chez *A. gossypii* traité par *R. chalepensis* étaient de 50 ± 6 %, par contre *T. urticae* le taux de mortalité est de 56 ± 6 %.



Selon les résultats de **Akkari et al. (2015)**, les huiles essentielles de *R. chalepensis* testées contre les larves de 3^{ème} et 4^{èmes} stades de *Orgyia trigotephras*. Possède une activité insecticide. En fait, l'huile essentielle de fleurs testée dans la présente étude à 0,5% a montré un temps de mortalité moyen de 1,4 min et 42,53 min contre les larves des troisième et quatrième stades, respectivement. Cependant, à la même concentration, l'huile essentielle de feuilles a montré un temps de mortalité moyen de 1,27 min et 20,68 min contre les larves des troisième et quatrième stades, respectivement.

Plusieurs travaux sont réalisés sur l'effet bio-insecticide de *R. chalepensis* contre les moustiques. **Ali et al. (2013)** montrent que l'huile essentielle de *R. chalepensis* a une activité larvicide contre *Aedes aegypti* avec une valeur CL50 de 22,2 mg/l, à 24 h après traitement et pour *Anopheles quadrimaculatus*, l'activité larvicide de l'huile essentielle de *R. chalepensis* est CL50 de 14,9 mg/l. Dans autre étude, **Conti et al. (2013)** indiquent que les huiles de *R. chalepensis* sauvages et cultivées exerçaient une activité toxique contre les larves d'*Aedes albopictus*. La CL50 était de 35,66 mg/l pour l'huile essentielle de plantes sauvages et de 33,18 mg/l pour l'huile extraite de spécimens cultivés.

Les produits végétaux agissent sur le système sensoriel et provoquent des effets comportementaux sur les insectes, elles comprennent les phéromones, les extraits et huiles de plantes, les régulateurs de croissance des plantes et les régulateurs de croissance des insectes. Les bio-insecticides fonctionnent en harmonie avec les programmes de lutte intégrée contre les ravageurs (**Veer & Gopalakrishnan, 2016**). Un certain nombre de dérivés végétaux sont connus pour fonctionner comme insecticides, insectifuges, anti-appétant et régulateurs de croissance et de développement des insectes. Les effets des métabolites secondaires des plantes responsables de l'activité insecticide sont décrits comme la suppression du comportement d'appel, le retard de croissance, la toxicité, la perturbation de l'accouplement, la dissuasion de la ponte, l'inhibition de l'alimentation et la réduction de la fécondité et de la fertilité (**Veer & Gopalakrishnan, 2016**).

Dans cet axe, nous avons mené une étude détaillée du comportement sexuel de la blatte la plus résistante, la blatte germanique, Nous avons utilisés les mêmes plantes dans l'étude toxicologique *C. arabica* et *R. chalepensis* mais à des doses sub-létales. Pour mieux connaître les différentes utilisations des molécules de ces extraits des plantes dans d'autres moyens de contrôler l'infestation des blattes.



La blatte germanique comme plusieurs espèces de blatte, caractérisé par un comportement sexuel qui comprend 5 phases successive : 1^{ère} phase est l'attraction du mâle par la femelle, suivi par des contacts antennaires qui permet la reconnaissance mutuelle entre les partenaires, la 3^{ème} étape est caractérisée par la parade du mâle puis les femelles lèchent les sécrétions des mâles et finalement l'accouplement (**Tokro, 1984**).

Les résultats obtenus sur le comportement sexuel indiquent que les couples témoins de la blatte germanique enregistrent un taux d'accouplement réussite égale à 80% avec un taux 20% d'accouplement sont avortés. Pour les couples de *B. germanica* traité par la concentration sub-létale 500 µg/ml des extraits aqueux des feuilles de *C. arabica*. Nous avons enregistré un taux de 100% d'accouplement nul. Qui montre que cette bio-insecticide influe sur tous les couples traités de *B. germanica*. Cette bio-insecticide empêche les différentes séquences d'accouplement (léchage, tentative et l'accouplement). Il est probablement que ce produit influe sur les sécrétions tergaux des mâles et/ou sur les cires cuticulaires chez les deux partenaires sexuels. Par contre les couples qui sont traités par les concentrations sub-létales des extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis*. Nous avons enregistré un taux de 90% des accouplement nul et 10% des accouplement avortés dans le cas de mâle est traité avec une femelle témoin et dans le cas où les deux couples sont traités. Lorsque la femelle est traitée avec un mâle témoin, nous avons noté que tous les accouplements sont nuls.

Les travaux sur les effets des insecticides et bio-insecticides sur le comportement sexuel des blattes surtout *B. germanica*, sont très peu étudiés surtout dans l'Algérie. Nos résultats sur le comportement sexuel de *B. germanica* sont similaires à ceux de **Elbah (2017)**, qui montre que l'extrait aqueux des feuilles de *Peganum harmala* à concentration sub-létale de 300 µg/ml perturbe la réussite de comportement sexuel de la blatte germanique, elle montrée que les toxines contenues dans *P. harmala* influent sur les couples traités. Les accouplements réussis ne dépassent pas les 20%, lorsque l'un de deux sexes est témoin (mâle traité-femelle témoin, mâle témoin-femelle traitée). Dans le cas des deux sexes traités, nous enregistrons des accouplements nuls.

Masna (2016), elle indique aussi que l'extrait aqueux des fleurs *P. harmala* à une concentration sub-létale de 700 µg/ml, influe sur les accouplements des couples traités : 20% des accouplements réussis et 10% à 60% des accouplements avortés lorsque l'un de deux sexes est témoin. Lorsque les deux sexes sont traités nous enregistrons 90% d'accouplement nul. Elle montre aussi que l'Azadirachtine à concentration sub-létale de 0,5 µg/ml, empêche les



séquences de léchage, tentative et l'accouplement. Il influe, probablement, sur les sécrétions tergaux des mâles et sur les cires cuticulaires chez les deux sexes.

Également, **Habbachi (2013)** a trouvé que le taux de la première parade chez les mâles de la blatte germanique augmente après l'utilisation de *Bacillus thuringiensis var kurstaki*, elle est responsable aussi sur l'augmentation du temps du premier léchage chez les femelles ainsi que sur le taux de réussite des accouplements.

L'effet des concentrations sub-létales des extraits des plantes sur le comportement sexuel chez plusieurs insectes est un sujet de beaucoup d'étude, Selon **Habbachi et al. (2019)**, l'extrait aqueux de *C. arabica* administré à une concentration sub-létale (15 µg/ml) supprime l'accouplement *D. melanogaster*, quel que soit le sexe traité en couple. Il atteint 25 % lorsque les mâles sont traités. Le taux d'accouplement avorté (couples tentant de s'accoupler sans succès) et nul (pas de tentative ou d'accouplement) est plus important dans les couples composés de mâles traités et de femelles témoins.

Elbah (2017), indique l'effet des extraits aqueux de deux plantes *P. harmala* et *Daphne gnidium* avec des concentrations sub-létales sur le comportement sexuel de *D. melanogaster*. Ces derniers ont montré une déficience remarquable entraînant l'avortement du processus d'accouplement. Clairement, une longue latence d'accouplement indique la non-réceptivité de la femelle malgré le dynamisme du mâle. La durée de la copulation, chez les adultes traités, signifie leur difficulté où ils prennent un grand temps pour que les femelles soient fécondées.

Dans autre étude par **Clark & Haynes (1992)**, leurs résultats indiquent que les concentrations sub-létales de chlordimeform et cyperméthrin diminuent le temps de parade des mâles et les fréquences de vol chez l'espèce de *Trichoplusia ni*. Chez une autre espèce des lépidoptères, **Floyd & Crowder (1981)**, signalent que la perméthrin influe sur la perception de *Pectinophora gossypiella*, les individus traités ne répond pas aux parades des mâles (Wing-Fanning) et elles ont de basses concentrations de phéromone.

Chez les insectes grégaires ou sociaux comme les blattes, l'odeur du groupe ou du nid résulte certainement de la même « alchimie ». Le gréganisme est également utilisé comme une stratégie permettant une meilleure utilisation ou un meilleur partage des ressources alimentaires, chaque individu émet une odeur dans l'air (**Rivault & Cloarec, 1991 ; Brossut, 1996**). Les signaux olfactifs chez les insectes sont parfois plus que les signaux visuels, jouent un rôle essentiel dans la vie et la survie des espèces, les interactions entre individus d'une même espèce ou de différentes espèces, et le lien entre un individu et son environnement. Les insectes



utilisent ces signaux chimiques pour les conduire vers leurs nids ou leurs sources de nourriture, mais ils peuvent également utiliser des molécules volatiles aux qualités odorantes pour détecter leur partenaire d'accouplement, localiser leurs prédateurs ou identifier leurs congénères (Masson & Brossut, 1981).

La blatte germanique est parmi les espèces qui vivent en groupe, et préfèrent le grégarisme. Pour cette raison, Nous avons testés l'effet des concentrations sub-létales des extraits aqueux de *C. arabica* et *R. chalepensis* sur le comportement grégaire de *B. germanica*. Nos résultats indiquent que les deux produits agissent sur la perception des mâles et femelles, les individus traités de la blatte germanique testés en olfactomètre ne détectent pas significativement les odeurs des individus testés. Le signal chimique chez les blattes testés est affecté après l'utilisation des concentrations sub-létales des bio-insecticides, Cela explique pourquoi pas les extraits des adultes traités n'attirent pas significativement les autres blattes adultes testé.

Nos résultats sont comparables à ceux de **Elbah (2017)**, qui testé l'effet des extraits aqueux de *P. harmala* et *D. gnidium* à des concentrations sub-létales sur le comportement grégaire de *B. germanica*. Les deux produits testés agissent sur la perception des blattes adultes ; *B. germanica* traités et testés en olfactomètre ne détectent pas significativement les odeurs testées.

Plusieurs études sont menées sur le comportement grégaire des blattes par des produits insecticides et des produits d'origines végétales. Tell les travaux de **Masna (2016)**, qui indique que l'utilisation d'Azadirachtine et l'extrait aqueux de *P. harmala* influent sur la perception des adultes traités à détecter les odeurs des extraits testés. Les individus traités par des concentrations sub-létales de halofenozide et le spinosad, perturbent le déroulement de leur comportement sexuel et grégaire, ces individus perdent la faculté de perception des stimuli extraits des femelles suite à des modifications dans les quantités des cires cuticulaires (**Kilani-Morakchi et al., 2009 ; Habbachi et al., 2010**).

Plusieurs études antérieures ont rapporté que l'action rapide extraits de *R. chalepensis* contre les insectes nuisibles est un indicateur d'actions neurotoxiques (**Abdellaoui et al., 2018**). **Bessette et al. (2013)** ont noté qu'en contact direct, des huiles essentielles peuvent pénétrer via la cuticule de l'insecte et entrer en contact avec les terminaisons nerveuses de la trachée du ravageur invertébré, et provoquer une activité neurotoxique. (**Abdellaoui et al., 2018**), indiquent que les huiles essentielles de *R. chalpensis* présentait une action neurotoxique chez



T. confusum entraînant des convulsions, un manque de coordination mécanique et des tremblements. L'huile essentielle de *R. chalepensis* a montré un effet répulsif contre *Cydia pomonella* et le ravageur des fruits *Aegorhinus superciliosus* (**Landolt et al., 1999 ; Tampe et al., 2016**). Les alcaloïdes présents dans *R. chalepensis* ont des propriétés répulsives ou anti-appétence pour un grand nombre d'insectes nuisibles (**Pelletier, 2001**). De plus, la croissance, le développement et la fécondité de plusieurs insectes nuisibles sont influencés par les tanins (**Vandenborre et al., 2011**), qui affectent le nombre et la taille des œufs, ce qui affaiblirait la survie et la santé de la prochaine génération (**Meric, 2005**).

Conclusion



5. Conclusion

Dans nos différentes forêts algériennes prospectés, nous avons pu mettre en évidence l'existence de 7 espèces de blattes : *L. decipiens*, *L. ovolobata*, *E. kervillei*, *Ectobius sp.*, *D. nigriventris*, *D. stenoptera*, et *Ph. zebra*. Ces blattes sont présentes dans les litières forestières durant presque toute l'année avec des effectifs fluctuants.

L. decipiens est l'espèce la plus dominante dans les sites d'étude sauf la région de Djelfa où *L. ovolobata* est l'espèce la plus dominante. Les deux espèces sont classées parmi les espèces constantes. Nous avons noté que *Ectobius sp.*, est l'espèce la moins fréquente. L'inventaire effectué dans les différentes forêts des régions semi-arides et sub-humides indique l'existence des genres *Dziriblatia* et *Phyllodromica* dans la région de Djelfa seulement. Cette phénologie des espèces est, surtout, liée aux conditions du biotope, plus particulièrement, les conditions climatiques (température).

L'étude du peuplement des blattes domestiques dans la région de Bou-Saâda (M'Sila) a permis de mettre en évidence l'existence de six espèces de blattes urbaines : *S. longipalpa*, *B. germanica*, *P. americana*, *Periplaneta sp.*, *Bt. orientalis* et *Bt. lateralis* où la première espèce *S. longipalpa* est l'espèce la plus abondante dans les habitations de la région Bou-Saâda.

Il serait, donc, intéressant de continuer l'inventaire dans les différents milieux forestiers et urbains afin de caractériser la distribution et le comportement de ces insectes dans les différents biotopes et ainsi expliquer l'influence des conditions abiotiques et biotiques sur leur développement et leur distribution géographique.

La présence des blattes dans nos milieux urbains nous a conduits à faire une étude toxicologique. Dans la deuxième partie de ce travail, nous avons mis en évidence l'effet direct et indirect de deux bio-insecticides : l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* et *R. chalepensis* sur les adultes mâles et femelles de *B. germanica*, au laboratoire dans les conditions contrôlées.

L'effet direct concernant l'essai de lutte, nous avons pu déterminer que l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* possède une bonne activité insecticide contre les adultes de *B. germanica* avec un effet plus important chez les femelles que les mâles. La mortalité observée est corrélée positivement avec les concentrations utilisées et la durée d'exposition des adultes à cette molécule. En parallèle, les extraits aqueux des feuilles de *R. chalepensis* sont moins



toxiques chez les femelles que les mâles par rapport à *C. arabica*, et les calculs des concentrations létales et des temps létaux indiquent les différences.

Les effets sub-létaux les plus importants d'un insecticide sont ceux qui perturbent les traits liés à la reproduction des insectes, comme la recherche du partenaire sexuel, le sexe ratio, la fertilité des œufs, ...etc. Dans les conditions de laboratoire, nous avons montré que, lorsque les extraits aqueux des feuilles de *C. arabica* et *R. chalepensis* étaient ingérés par les adultes, cela provoquait des troubles importants du comportement sexuel (attraction à distance, reconnaissance par contact, etc...) et, par voie de conséquence, rendait les individus incapables de s'accoupler, donc, de donner une descendance. Les résultats en olfactomètre indiquent aussi l'effet des insecticides sur la perception et le message chimique chez les blattes adultes. Les produits influent, non seulement sur les sécrétions sexuelles mais aussi, sur les sécrétions grégaires.

De ce fait, il serait intéressant d'analyser les extraits attractifs afin de déterminer l'influence des insecticides sur les hydrocarbures cuticulaires et ce à travers des analyses chromatographiques.

Bibliographie



Références bibliographiques

- A.N.I.R.E.F., 2020.** (Agence National d'intermédiation et Régulation Fondière). Annaba.
- A.N.I.R.E.F., 2020.** (Agence National d'intermédiation et Régulation Fondière). El tarif.
- A.P.N.A., 2006.** Atlas des Parcs Nationaux Algériens. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Direction Générale des Forêts. Edition imprimerie Ed- Diwan. 91p.
- Abdellaoui K., Acheuk F., Miladi M., Boughattas I. et Omri G., 2018.** Phytochemistry, biochemical and insecticidal activities of *Ruta chalepensis* essential oils on *Tribolium confusum*. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 64(3), 31-45.
- Adjami Hachemi Rachedi Yasmine., 2016.** Étude des facteurs du dépérissement du chêne-liège dans les subéraies de l'Est Algérien. PhD Thesis. Université Annaba. 256p.
- Akkari H., Ezzine O., Dhahri S., B'chir F., Rekik M., Hajaji S. et Gharbi M., 2015.** Chemical composition, insecticidal and in vitro anthelmintic activities of *Ruta chalepensis* (Rutaceae) essential oil. *Industrial Crops and Products*, 74, 745-751.
- Alain F., 2014.** Les blattes. Insectes n°137 :7-11.
- Ali A., Demirci B., Kiyani H. T., Bernier U. R., Tsikolia M., Wedge D. E. et Tabanca N., 2013.** Biting deterrence, repellency, and larvicidal activity of *Ruta chalepensis* (Sapindales: Rutaceae) essential oil and its major individual constituents against mosquitoes. *Journal of medical entomology*, 50(6), 1267-1274.
- Alqahtani A. M., Aldhafar Z. M., EL Kassas N. B. et Abdul Aziz M. H., 2010.** evaluation of the larvicidal activity and effect on protein configuration of two bacillus species and six plant extracts tested against *Culex pipiens* and *Aedes caspius* larvae. *Al-Azhar Bulletin of Science*, 21(2-C), 1-15.
- Amandeep K. et Meera S., 2014.** Pesticidal Effect of Plant *Peganum harmala* Against Stored Grain Pest *Tribolium Castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Indian Journal of Applied Research*, 4(7): 554-555.
- Aouadhi S., 2010.** Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle, étude de 57 plantes recommandées par les herboristes. Faculté de médecine de Tunis-Master spécialisé en toxicologie.



- Asahina S., 1966.** The Blattaria of Iran and Afghanistan. Results Kyoto Univ. Sci. Exp. Karkoram and Hindukush, 1955. 8: 155-158.
- Asahina S., 1971.** Personal communication.
- Attou A., 2011.** Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Ruta chalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent. *Mémoire en vue d'obtenir diplôme de magister en biologie*. Option : « Produits naturels : Activités biologiques et synthèses ». Université Abou Bekr Belkaid (Tlemcen).
- Azoui 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. *PhD thesis*, Université de Batna 2.
- B.N.E.F., 1983.** (Bureau National des Etudes Forestières) Etude d'aménagement forestier sur 32.000 ha de pin d'Alep wilaya de Djelfa étude de milieu Sénalba Chergui superficie 20.000ha, 2-6p.
- Baba Aissa F., 1999.** Encyclopédie des Plantes Utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb. Ed. *Librairie Moderne., Rouïba* : 243 -244.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. Doc : Cartes.
- Barbault R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Ed. *Masson, Paris*. 200 p.
- Barbault R., 2000.** Ecologie générale, structure et fonctionnement de la biosphère. *5^{ème} édition* Ed. *Dunod*. 326 p
- Barth R. H., 1964.** The mating behavior of *Byrsotria fumigata* (Gubrin) (Blattidae, Blaberinae). *Behaviour*. 23: 1-30.
- Barth R. H., 1968.** The comparative physiology of reproductive processes in cockroaches. Part I. Mating behaviour and its endocrine control. *Advances in Reproductive Physiology*. 3: 167–207
- Basset Y., 2001.** Invertebrates in the canopy of tropical rain forests. How much do we really know? *Plant Ecology*. 153:87–107.
- Baumholtz M. A., Parish L. C., Witkowski J. A. et Nutting W. B., 1997.** The medical importance of cockroaches. *International journal of dermatology*, 36(2), 90-96.



- Beccaloni G. W., et Eggleton P., 2011.** Order Blattodea Brunner von Wattenwyl, 1882. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148(1), 199-200.
- Beccaloni G. and Eggleton P., 2013.** Order Blattodea. *Zootaxa* 3703: 46–48.
- Beccaloni G. W., 2014.** Cockroach species file online. Version 5.0/5.0.
- Beccaloni G. W., 2015.** Cockroach Species File Online. Version 5.0/5.0. World Wide Web electronic publication.
- Beier M., 1974.** Blattaria (Schaben). In J. G. Helmcke, D. Starck and H. Wermuth (eds). *Handbuch der Zoologie* 4(2) 2/13. De Gruyter, Berlin. 127 pp.
- Beier M., 1974.** Blattariae (cockroaches). Handbook of zoology. Volume IV: Arthropoda-Section 2: *Insecta*. Part 2: Specific groups. 13. Blattariae (cockroaches).
- Bell W. J., Gorton R. E., Tourtellot M. K. et Breed M. D., 1979.** Comparison of male agonistic behavior in five species of cockroaches. *Insectes Sociaux*, 26(3), 252-263.
- Bell W.J. et Adiyodi K.G., 1981.** *The American cockroach*. Chapman and Hall, New York.
- Bell W.J., Roth L.M. et Nalepa C.A., 2007.** *Cockroaches Ecology, Behavior and Natural History*. JHU Press. 247 pp.
- Benhanifia K., 2015.** Rapport sur l'analyse des agents et causes de la déforestation et de la dégradation dans les sites pilotes du projet FFEM (Djelfa – Algérie) 69 p.
- Benhissen S., 2016.** Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région d'Ouled-Djellal (Biskra). Effet des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. *Thèse de Doctorat en Ecologie Animale*. Université de Badji Mokhtar de Annaba, Algérie. 126 pp.
- Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., et Masna F., 2019.** Bioactivité des extraits foliaires de *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) sur la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* (Diptera, Culicidae). *Lebanese Science Journal*, 20(1), 1.
- Benhissen S., Rebbas K., Habbachi W., et Masna F., 2018.** Bioactivity of *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae) and its toxic effects on *Culiseta longiareolata* (Diptera; Culicidae). *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 9(1), 123-126.



- 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.
- Beniston W. S., 1984.** *Fleurs D'Algérie*. Entreprise nationale du livre (Alger).
- Benson E.P., 1988.** Ecology and control of the smoky brown cockroach, *Periplaneta fuliginosa* (Serville), in South Carolina. *PhD*. Dissertation. Clemson University, Clemson, SC.
- Benyacoub S., 1993.** Écologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord Est Algérien). *Thèse de Doctorat. Université de Bourgogne, Dijon*. 273 p.
- Benyacoub S., Louanchi M. et Baba Ahmed R., 1998.** Plan directeur de gestion du Parc
- Bessette S., Lindsa A., Enan E., 2013.** Pesticidal compositions containing rosemary oil and wintergreen oil. US Patent. US 20130142893 A1
- Beverley C., 2019.** *Blattella germanica* (German cockroach). Crop Protection Compendium, (9408).
- Bey-Bienko G. Ya., 1950.** Fauna of the USSR. Insects, Blattodea (In Russian). *Zool. Inst. Akad. Nauk, SSR Moskova* n. s. No. 40, 343pp, 132 Figs. (Unpublished translation by R. Ericson, USDA).
- Blamey M. et Grey – Wilson C., 1993.** Toutes les fleurs de Méditerranée : les fleurs, les graminées, les arbres et arbustes. *Ed. Delachaux et Niestle* 560 p.
- Bohn H., 1991.** Revision of the *Loboptera* species of Morocco (Blattaria: Blattellidae: Blattellinae). *Insect Systematics et Evolution*, 22(3), 251-295.
- Bohn H., 1992.** "Revision of the baetica-group of *Phyllodromica* in Spain (Blattaria: Blattellidae: Ectobiinae)." *Insect Systematics et Evolution*, 23.3: 319-345.
- Bohn H., 2020.** Revision of the genus *Dziriblatta* Chopard, 1936 (Blattodea, Ectobiidae, Ectobiinae). II. The species of the subgenera *Pauciscleroblatta* and *Monoscleroblatta*. *Zootaxa*, 4728(3), zootaxa-4728.
- Bonnier G., 1999.** La Grande Flore en Couleur. *Ed. Belin et Tome*, (3) : 205 -206.



- Boublata N. E. I., Habbachi W., Habbachi S., Saadane F. Z., Benhissen S., et Tahraoui A., (2020).** Effects of *Cleome arabica* aqueous extracts in wistar rat's behavior, biochemistry parameters and act hormone. *Current Trends in Natural Sciences*, 9(18), 202-209.
- Bounechada M., Arab R., 2011.** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach L.* et *Peganum harmala L.* sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). *Agronomie*, 1 : 6.
- Boyer S. and Rivault C., 2004.** Life history traits of cockroaches in sugar-cane fields in La Réunion (Blattodea: Blattellidae and Blaberidae). *Oriental Insects* 38: 373–388.
- 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., 1995.** "Economics and medical importance of German cockroaches," in Understanding and Controlling the German Cockroach, M. K. Rust, J. M. Owens, and D. A. Reiersen, Eds., pp. 77–92, *Oxford University Press*, New York, NY, USA.
- Brenner RJ, Focks DA, Arbogast RT, Weaver DK et Shuman D., 1998.** Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. *American Naturalist* 44 : 79–101.
- Brossut R., 1996.** Pheromones : La communication chimique chez les animaux. *Ed. CNRS. Paris.* 137 pp.
- Brown V. K., 1973.** Aspects of the reproductive biology of three species of *Ectobius* (Dictyoptera: Blattidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 16: 213–222.
- C.F.D. (Djelfa), 2015.** Bilan des rapports d'aménagements et statistiques des coups du bois dans la forêt de Sénalba Chergui période (1995-2009). 6p.
- Cheng EY., 1988.** Problems of control of insecticide resistant *Plutella xylostella*. *Pestic Sci* 23:177–188.
- Cherairia M., 2004.** Les blattes dans l'est algérien (Guelma) inventaire, biométrie et biotypologie. *Magistère en Science*, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.
- Cherfaoui T., 2017.** *Etude de la Croissance et de l'accroissement du pin d'Alep dans la forêt Senalba Gharbi (Djelfa)*. Cas de la Série, 13.



- Chopard L. et Chatterjee N. C., 1937.** Entomological investigations on the spike disease of sandal (31). Dermaptera and Orthoptera. *Indian Forest Ree.(NS), Ent*, 3(1), 1-30.
- Chopard L., 1929.** Note sur les Orthoptères du Hoggar. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 20 : 234–246.
- Chopard L., 1936.** Les Blattides (Orth.) du groupe des Hololampra habitant l'Algerie. *Bulletin de la Societe d'histoire naturelle d'Afrique du Nord*. 27, 55 - 65.
- Chopard L., 1936.** The Tridactylidae and Gryllidae of Ceylon.
- 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 p.
- Clark D.C. et Haynes K.F., 1992.** Sublethal effects of cypermethrin on chemical communication, courtship and oviposition in the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 85: 1771-1778.
- Clevely A., Richmond K., 1997.** Plantes Et Herbes Aromatiques, Connaître Et Préparer, *Larousse (Paris)*.
- Cloarec A., Rivault C., Fontaine F. et Le Guyader A., 1992.** Cockroaches as carriers of bacteria in multi-family dwellings. *Epidemiol. Infect.* 109: 483- 490.
- Clynen E., Ciudad L., Bellés X. et Piulachs M.D., 2011.** Conservation of fruitless role as master regulator of male courtship behaviour from cockroaches to flies. *Dev. Genes. Evol*, 221: 43-48.
- Cochran D. G., 1982.** “*Cockroaches*,” Technical Report, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Cochran D. G., 1994.** Looking into cockroach research. *Pest Mgt.* 14(10) 26-31.
- Cochran D. G., 1999.** The World Health Organization. *Cockroaches: their biology, distribution and control*. No. WHO/CDS/CPC/WHOPES/99.3.
- Cochran D. G., 2009.** Blattodea :(cockroaches). In *Encyclopedia of insects* (pp. 108-112). Academic Press.
- Conradt L., 2001.** Ecological and evolutionary processes at expanding range margins. *Nature* 411 : 577–581.



- Conti B., Leonardi M., Pistelli L., Profeti R., Ouerghemmi I., et Benelli G., 2013.** Larvicidal and repellent activity of essential oils from wild and cultivated *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae), an arbovirus vector. *Parasitology research*, 112(3), 991-999.
- Cornwell P. B et Mendes M F., 1981.** Disease organisms carried by oriental cockroaches *Blatta orientalis* in relation to acceptable standards of hygiene. *Internat. Pest. Contr.* 23(3): 72-74.
- Cornwell P.B., 1968.** *The Cockroach. Vol. 1: A Laboratory Insect and an Industrial Pest.* Hutchinson et Co., London, UK. 116 pp.
- Cornwell P.B., 1976.** *The cockroaches*, vol. 2. Insecticide and cockroaches' control.
- D.G.F., 2008.** *Liège et ouvrage liège.* Exportations chapitre pays. 3p.
- D.G.R.F., 2006.** Vitalité des peuplements de chênes- liège et chênes verts : Situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre. Actes du colloque en Portugal « *Association internationale forêts Méditerranéennes*», 6 p.
- Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. *Dunod (Ed.) Paris*, 434p.
- Dajoz R., 1975.** Précis d'écologie. *Ed. Gauthier Villard, Paris*, 549 p.
- Dajoz R., 1982.** Précis d'écologie. *Ed. Gauthier Villard, Paris*, 503 p.
- De Smet PAGM., 1993.** *Phytolacca Americana.* Adverse Effects of Herbal Drugs. 2 pp 253-261.
- Dellouli S., 2006.** Ecologie de quelques groupes de macro-Arthropodes (Coléoptéra–Araneae) associés à la composition floristique en fonction des paramètres ; altitude-exposition, cas de la forêt de Sénalba Chergui (Djelfa). *PhD Thesis.* Université Djelfa.
- Dor F. et Bonvallot N., 2005.** Hazard identification: a step in the evaluation of health risks deepen. *Environnement, Risque et Santé*, 6, 279-87.
- Durand J.H, 1952.** Les sols du bassin versant du lac Tonga (carte au 1/50000 e), S.E.S, Alger,12p.
- Eisenbeis G., and W. Wichard., 1985.** Atlas on the Biology of Soil Arthropods. *Springer Verlag, Berlin.* 437 pp.



- Elbah D., 2017.** Etude de deux modèles d'insectes nuisibles coloniaux des milieux urbains : *Blattella germanica* (L.) et *Drosophila melanogaster* : Aspect toxicologique et comportemental. *Thèse de Doctorat en Neurosciences*. Université de Badji Mokhtar de Annaba, Algérie. 195pp.
- Emberger L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. *Natur. Monspl., Série Bot.*, 7, 3-42.
- Evangelista D. A., 2016.** Biodiversity and systematics of the Blattodea of the *Guiana Shield* (Doctoral dissertation, Rutgers University-Graduate School-Newark).
- Finney D.J., 1971.** Probit Analysis. Third edition. Cambridge *University Press, London*, UK. 333 p.
- Floyd J.P., et Crowder L.A., 1981.** Sublethal effects of permethrin on pheromone response and mating of male pink bollworm moths. *Journal of Economic Entomology*, 74: 634-638.
- Footitt R. G., et Adler P. H., 2017.** *Insect biodiversity: science and society*, volume II. Insect biodiversity: science and society, volume II.
- Gonzalez A., Ronce O., Ferriere R., and Hochberg M. E., 2013.** Evolutionary rescue: an emerging focus at the intersection between ecology and evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society. B* 368: 20120404
- Gonzalez-Trujano M. E., Carrera D., Ventura Martinez R., Cedillo-Portugal E., Navarrete A., 2006.** Neuropharmacological profile of an ethanol extract of *Ruta chalepensis* L in mice. *Ethnopharmacol*, 106, 129-135.
- Gordon H.T., 1968.** Intake rates of various solid carbohydrates by male German cockroaches. *Journal of Insect Physiology*. 14, (1): 41-52.
- Govindarajan M., Sivakumar R., Amsath A., Niraimathi S., 2011.** Mosquito larvicidal properties of *Ficus benghalensis* L. (Family: Moraceae) against *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera: Culicidae). *Asia Pac J Trop Med* 4(7):505–509.
- Grainge M.S., Ahmed W.C., Mitchell Hylin J.W., 1984.** Plant species reportedly possessing pest control properties – a database. *Resource Systems East–West Center, Honolulu*.



- Grandcolas P., 1991.** Les blattes de la forêt tropicale de Guyane Française : Structure du peuplement et étude éco-éthologique des Zetoborinae (*Doctoral dissertation*, Rennes 1).
- Grandcolas P., 1994.** La richesse spécifique des communautés de Blattes du sous-bois en forêt tropicale Guyane Française. *Rev. Ecol.* 49 : 139- ISO.
- Grandcolas P., 1994.** Les Blattes de la forêt tropicale de Guyane Française: structure du Peuplement (Insecta, Dictyoptera, Blattaria). *Bull. Soc. Zool. Fr.* 119 : 59-67.
- Grandcolas P., 1998.** *Les blattes*. Organisation mondiale de la santé. Bureau régional de l'Europe. 24 p.
- Grandcolas P., 1998.** The evolutionary interplay of social behavior, resource use and antipredator
- Grandcolas P., 1999.** Systematics, endosymbiosis, and biogeography of *Cryptocercus clevelandi* and *C. punctulatus* (Blattaria: Polyphagidae) from North America: a phylogenetic perspective. *Annals-Entomological Society of America*, 92, 285-291.
- Grandcolas P., 2000.** Description d'une nouvelle espèce de *Deropeltis* (Dictyoptera, Blattaria, Blattidae) et intérêt phylogénétique de la forme des paraproctes femelles chez les blattes. *Zoosystema*. 22 (4): 807-813.
- Gubb A.S., 1913.** La flore Saharienne : Un aperçu photographique. *Ed. Adolphe Jourdane, Alger. Algérie.* 129 p.
- Guillaumin M., Renoux J. et Stockman R., 1969.** La blatte : *Blabera fusca* Br. *Edition Doin I. Paris.* Vol I: 67 p.
- Guit B., Nedjimi B., Chakali G., et Guibal F., 2016.** État sanitaire des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de Senalba (Djelfa, Algérie). *Revue d'écologie.*
- Gulmahamad H., 1993.** Tracking the Turkestan cockroach. *Pest Contr. Tech.* 21(10): 112-114, 116, 121, 149-151.
- Gurney A. B., 1937.** Studies in certain genera of American Blattidae (Orthoptera). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 39: 101–112.
- Gurney A. B., 1968.** The spotted Mediterranean cockroach, *Ectobius pallidus* (Oliver) (Dictyoptera, Blattaria, Blattellidae), in the United States. *U. S. Dept. Agri. Coop. Econ. Ins. Rep.* 18: 684-686.



- Günaydin K. et Savcib S., 2005.** Phytochemical studies on *Ruta chalepensis* (lam.) lamarck. *Natural Product Research*, 19 (3) : 203 - 210.
- Habbachi W., Bensafia H., Adjami Y., Ouakid M.L., Farine J.P. et Everaerts C., 2009.** Spinosad affects chemical communications in the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Journal of Chemical Ecology* 35 : 1423-1426.
- Habbachi S., Amri N., Habbachi W., Benhissen S., Tahraoui A. et Rebbas K., 2019.** Toxic effects of *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) aqueous extracts on mortality and sexual behavior of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(3), 137-143.
- Habbachi W., 2009.** Étude de deux espèces de Blattellidae *Loboptera decipiens* et *Blattella germanica* (L.) : Reproduction et Comportement Sexuel. *Mémoire de magister en Biologie et physiologie environnementale Option : Éco-Éthologie*, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 88 p.
- Habbachi W., 2013.** Etude des Blattellidae (Dictyoptera) : essais toxicologiques, synergie et résistance aux insecticides et aux biopesticides. *PhD thesis*, Université de Annaba-Badji Mokhtar.
- Habbachi W., Benhissen S., Ouakid M.L. et Farine J.P., 2013.** Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera-Drosophilidae). *Algerian journal of arid environment*. 3 (1):82-88
- Habbachi W., Bensafi H., Adjami Y., Ouakid M.L., Farine J.P. et Everaerts C., 2010.** Spinosad Affects Chemical Communication in the German Cockroach, *Blattella germanica* (L.). *J. Chem. Ecol*, 35(12): 1384-1410.
- Habes D., Morakchi S., Aribi N., Farine J.P. et Soltani N., 2006.** Boric acid toxicity to the German cockroach, *Blattella germanica*: alterations in midgut structure, and acetylcholinesterase and glutathione Stransferase activity. *Pestic. Biochem. Physiol.* 84 :17-24.
- Haines T. W. et Palmer E. C., 1955.** Studies of Distribution and Habitat of Cockroaches in Southwestern Georgia, 1952–53. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 4(6), 1131-1134.



- Hebard M. 1943.** Australian Blattidae of the subfamilies Chorisonaurinae and Ectobiinae. *Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monographs* 4: 1–129.
- Hebard M., 1917.** The Blattidae of North America north of the Mexican boundry. *Mem. Amer. Entomol. Soc.* 2: 1-284.
- Hesse A. J., 1971.** Personal communication.
- Hilbert D. W. et Logan J. A., 1983.** Empirical model of nymphal development for the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae). *Environmental Entomology*, 12: 1-5.
- Jacobson M., 1982.** Plants, insect and man-their interrelationship. *Econ Bot*, 36:346–354.
- James M. T. et Harwood R. F., 1969.** Herm's Medical Entomology. *Macmillan London*, p. 117.
- Kemassi A., Boual Z., Hadjseyd A., Bouziane N., Herouini A., Mensouri K. et Ould-El-Hadj M. D., 2018.** Biotoxic effects of *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) extract from the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera: Acrididae). *Algerian Journal of Arid Environment*, 8(2), 79-98.
- Kemassi A., Z. Boual A. Lebbouz I., Dadi Bouhoun M., Sakeur M. L., Ould El Hadj-Khelil et Ould El Hadj M.D., 2012.-** Étude de l'activité biologiques des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae). *Lebanese Science Journal*, vol. 13 (2) : 81-97.
- Kopanic Jr. R. J., Sheldon B. W. et Wright C. G., 1994.** Cockroaches as vectors of Salmonella: laboratory and field trials. *Journal of food protection*, 57(2), 125-135.
- Korichi-Almi A., 2016.** Effets des extraits de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional, sur trois stades de développement (œuf, L1 et adulte) d'*Ectomyeloisceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). *Magister en Sciences Agronomiques*. Université de Ouargla. 119p.
- Kurtz O. D. L. et Harris K. L., 1961.** Micro-analytical entomology for food sanitation control.
- Lactin D.J., Holliday N.J., Johnson D.L. et Craigen R., 1995.** Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. *Environmental Entomology*, 24: 68-75.



- Ladhari A., Laarif A., Omezzine F. et Haouala R., 2013.** Effect of the extracts of the spiderflower, *Cleome arabica*, on feeding and survival of larvae of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. *Journal of Insect Science*, 13(1).
- Landolt P. J., Hofstetter R. W. et Biddick L. L., 1999.** Plant essential oils as arrestants and repellents for neonate larvae of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environmental Entomology*, 28, 954–960.
- Le Moine E., 2001.** Les Plantes Aromatiques et Médicinales. *Ed. Moliere, Paris*, 262 p.
- Lebouz I., 2010.** Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). *Mém. Magistère*. Université de Biskra. 165p.
- Liang D. et Shall C., 1993.** Ultrastructure and maturation of a sex pheromone gland in the female German cockroach, *Blattella germanica*. *Tissue et Cell*. 25 : 763–776
- Lim G.S., Sivapragasam A. et Loke W.H., 1996.** *Crucifer insect pest problems: trends, issues and management strategies*. In: The Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests: Proceedings of the third international workshop, Malaysian Agriculture Research and Development Institute, Kuala Lumpur.
- Maire R., 1933.** *Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central*. Mémoire de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, No 03, Alger, 361 p.
- Maiza A., Aribi N., Smaghe G. et Soltani N., 2010.** Effect of an oxadiazine indoxacarbe, on the biochemical composition of ovaries in the German cockroaches. *Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent Univ*. 75(3): 359-366.
- Maiza A., Kilani-Morakchi S., Farine J.P., Smaghe G., Aribi N. et Soltani N., 2004.** Reproductive effects in German cockroaches by ecdysteroid agonist RH-0345, juvenile hormone analogue methoprene and carbamate benfuracarb. *Commun. Appl. Biol. Sci. Ghent Uni*. 69: 257-266.
- Maiza A., Rehamnia F., Bensbaa F., Kilani-Morakchi S. et Aribi N., 2011.** Activité d'un biopesticide, le spinosad chez *Blattella germanica* : effets sur divers biomarqueurs (LDH, GSH, MDA). *Bull. Soc. Zool. Fr*. 136.



- 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, *PhD thesis*, University of Annaba (Algeria). 153p.
- Masna F., Habbachi W., Mecheri H., Ouakid M.L., Adamou A. et Benhissen S., 2014.** Inventaire des blattes forestières des pinèdes de la région de Djelfa Inventory of cockroaches in pine forests of Djelfa region. 7, *مجلة الواحات للبحوث والدراسات*, (2).
- Masson C. et Brossut R., 1981.** *Chemical communication by insects*. No.121: 406-416.
- McKittrick F. A., 1964.** *Evolutionary studies of Cockroaches*. Cornell University Agricultural Experimental Station Memoir 389: 1–197.
- Merabti B., Lebouz I., Adamou A. et Ouakid M. L., 2015.** Effet toxique de l'extrait aqueux des fruits de *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad sur les larves des Culicidae. *Rev. Bio. Ress.* 5 (2) : 120- 130.
- Meric K., 2005.** Études sur les composés polys phénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette *Choristoneura fumiferana* (Clem.) *Thèse de Doctorat*, Sciences Forestières, Université Laval.
- Messikh A., 1994.** Inventaire des Dictyoptères dans la région de Annaba. *Mémoire de Magistère des Biologie Animale*. Université de Annaba (Algérie). 40 p.
- Metcalf C. L. and Flint W. P., 1939.** *Destructive and useful insects, their habits and control*. 2d ed. 981 pp. New York.
- Mohamed M.I., El-Mohamady R.H. et Mohamed H.A., 2003.** Larvicidal activity and biochemical effects of certain plant oil extracts against *Culex pipiens* larvae (Diptera: Culicidae). *J Egypt Acad Soc Environ Dev*, 3(1):75–93.
- Moore R. C., Lalicker C. G. et Fischer A. C., 1952.** *Invertebrate Fossils*. McGraw-Hill, N. Y. p. 571.
- Morakchi-Kilani S., Aribi N., Farine J.P., Smagghe G. et Soltani N., 2009.** Halofenozide affects sexual behaviour, cuticular hydrocarbons and reproduction in the female German cockroach *Blattella germanica* (Dictyoptera, Blattellidae). *Belg. J. Zool*, 139(2): 147-155.
- Nacib Y., 1986.** Culture oasisienne. *Ed. ENAL, Paris*.
- Najem M., Bammou M., Bachiri L., Bouiamrine E. H., Ibjibijen J. et Nassiri L., 2020.** *Ruta chalepensis* L. Essential Oil Has a Biological Potential for a Natural Fight against the Pest



- of Stored Foodstuffs: *Tribolium castaneum* Herbst. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Nigam L. N., 1933.** The life history of a common cockroach (*Periplaneta americana* L.). *Ind. J. Agri. Sci.* 3: 530-543.
- O.N.M.A., 2020.** (Office National de Météorologie d'Annaba), Données météorologiques, *Annaba*.
- O.N.M.B., 2020.** (Office National de Météorologie de Bou saâda), Données météorologiques, *Bou saâda*.
- O.N.M.D., 2020.** (Office National de Météorologie de Djelfa), Données météorologiques, *Djelfa*.
- O.N.M.T., 2020.** (Office National de Météorologie d'El Tarf), Données météorologiques, *El Tarf*.
- Ozenda P., 1982.** Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 431p.
- Ozenda P., 1991.** Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, 3ème édition augmentée, Paris, 662 p.
- Park Y.C., Grandcolas P. et Choe J. C., 2002.** Colony composition, social behavior and some ecological characteristics of the Korean wood- feeding cockroach (*Cryptocercus kyebangensis*). *Zoological Science*, 19: 1133–1139.
- Payne K., 1973.** Some aspects of the ecology and behaviour of *Ectobius pallidus* (Olivier) (Dictyoptera). *Entomologist's Gazette*, 24: 67–74.
- Peck S. B. et Roth L. M., 1992.** Cockroaches of the Galapagos Islands, Ecuador, with descriptions of three new species (Insecta: Blattodea). *Can. J. Zool.* 70 : 2202-2217.
- Pelletier S.W., 2001.** Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives. Volume 15. *Science Direct, USA*, 656.
- Picker M., Griffiths C. et Weaving A., 2004.** Field Guide to Insects of South Africa. *Struik, Cape Town, South Africa*. 444 pp.
- Ponel P., 1983.** Contribution à la connaissance de la communauté des arthropodes psammophiles de l'Isthme de Giens. *Trav. Sci. Parc national Port-Cros, Fr.* (9) : 149-182.



- Prévost P., 1999.** Les bases de l'agriculture. *Ed. Technique et documentation, Paris*, 243 p.
- Princis K., 1962.** *Blattariae*. Pars 3. Orthopterorum Catalogus.
- Princis K., 1963.** On the Blattariae of the Azores and Madeira.
- Princis K., 1966.** *Blattariae*. Pars 8. Orthopterorum Catalogus.
- Princis K., 1969.** *Blattariae*. Pars 13. Orthopterorum Catalogus.
- Princis K., 1971.** *Blattariae*. Pars 14. Orthopterorum Catalogus.
- Pushpanathan T., Jebanesan A. et Govindarajan M., 2008.** The essential oil of *Zingiber officinalis* Linn (Zingiberaceae) as a mosquito larvicidal and repellent agent against the filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* 102(6):1289–1291.
- Ragge D. R., 1965.** Grasshoppers, Crickets, and Cockroaches of the British Isles. *Frederick Warne et Co. Ltd., London*. Chapter 3.
- Ramade F., 1984.** Elément d'écologie (écologie fondamentale). *Ed. McGraw-Hill. Paris*. 397 p.
- Rehn J.A.G., 1945.** Man's uninvited fellow - traveller - the cockroach. *Scientific Monthly*. 61 : 265–276.
- Rivault C. et Cloarec A., 1990.** Food stealing in cockroaches. *J. Ethol.* 8: 53-59.
- Rivault C. et Cloarec A., 1991.** Age-related changes in foraging in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Insect Behav.* 4 : 661-673.
- Rivault C., 1990.** Distribution dynamics of *Blattella germanica* in a closed urban environment. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 57: 85–91.
- Robinson W. H., 2005.** *Urban insects and arachnids: a handbook of urban entomology*. Cambridge University Press.
- Rocha e Silva Albuquerque I. and Lopes S. M. R., 1976.** Blattaria de bromélia (Dictyoptera). *Revista Brasileira de Biologia* 36 : 873–901.
- Rosenthal G.A., Janzen D.H., 1979.** *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic, New York, p 718.



- Roth L. M. et Barth R. H., 1964.** The control of sexual receptivity in female cockroaches. *Journal of Insect Physiology* 10 : 965–975
- Roth L. M. et Princis K., 1973.** The cockroach genus *Calolampra* of Australia with descriptions of new species (Blaberidae). *Psyche* 80: 101–158.
- Roth L. M. et Willis E. R., 1952.** A study of cockroach behavior. *The American Midland Naturalist*, 47(1), 66-129.
- Roth L. M. et Willis E. R., 1954.** The reproduction of cockroaches. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 122: 1–49.
- Roth L.M. et Willis E.R., 1955.** Relation of water loss to hatching of eggs from detached oothecae of *Blattella germanica* (L.). *J. Econ. Ent.* 48, 57-60.
- Roth L. M. et Willis E. R., 1957.** Observations on the biology of *Ectobius pallidus* (Olivier) (Blattaria, Blattidae). *Transactions of the American Entomological Society*, 83: 31–37.
- Roth L. M. et Willis E. R., 1957.** The medical and veterinary importance of cockroaches. *Smithsonian Miscellaneous Collections*.
- Roth L. M. et Willis E. R., 1960.** The biotic associations of cockroaches. *Smithsonian' Inst. Misc. Collections*, 141, 1-470.
- Roth L. M., 1968.** Oöthecae of the Blattaria. *Annals of the Entomological Society of America*, 61(1), 83-111.
- Roth L. M., 1968.** Reproduction in some poorly known species of Blattaria. *Annals of the Entomological Society of America*, 61: 571–579.
- Roth L. M., 1969.** The evolution of male tergal glands in the Blattaria. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 62 : 176-208
- Roth L. M., 1970.** L'influence des stimuli externes sur la gametogenese des insectes. *Centre National de la Recherche Scientifique*, 189, 267-286.
- Roth L. M., 1985.** A taxonomic revision of the genus *Blattella* Caudell (Dictyoptera: Blattaria: Blattellidae). *Ent. Scand.* 22: 1-221.
- Roth L. M., 1988.** Some cavernicolous and epigean cockroaches with six new species and a discussion of the Nocticolidae (Dictyoptera: Blattaria). *Revue Suisse de Zoologie*, 95: 297–321.



- Roth L. M., 1992.** The Australian cockroach genus *Choristima* Tepper (Blattaria, Blattellidae: Ectobiinae). *Insect Systematics and Evolution*, 23: 121–151.
- Roth L. M., 1993.** The genus *Macrocerca* Hanitsch with descriptions of new species (Blattaria, Blattellidae: Macrocercinae, subfam. n.). *Insect Systematics and Evolution*, 24: 343–360.
- Roth L. M., 1995.** New species of *Allacta* Saussure and Zehntner from Papua New Guinea, Irian Jaya and Sarawak (Blattaria, Blattellidae: Pseudophyllodromiinae). *Papua New Guinea Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries*, 38: 51–71.
- Roth L. M., 1995.** *Pseudoanaplectinia yumotoi*, a new ovoviviparous *myrmecophilous* cockroach genus and species from Sarawak (Blattaria: Blattellidae; Blattellinae). *Psyche* 102: 79–87.
- Roth L. M., 2002.** The cockroach genus *Ischnoptera* Burmeister. Part II. Species from the United States (Blattellidae: Blattellinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 128: 345–360.
- Roth L. M., 2003.** Systematics and phylogeny of cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). *Oriental Insects*, 37: 1–186.
- Rugg D. et Rose H. A., 1991.** Biology of *Macropanesthia rhinoceros* Saussure (Dictyoptera: Blaberidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 84(6), 575-582.
- Rust M. K., Owens J. M. et Reiersen D. A., 1995.** *Understanding and Controlling the German Cockroach*. New York Oxford. Oxford University Press, 430 pp.
- Saadane F. Z., Habbachi W., Habbachi S., Boublata N. E. I., Slimani A., et Tahraoui A. (2020).** Toxic effects of *Drimia maritima* (Asparagaceae) ethanolic extracts on the mortality, development, sexual behaviour and oviposition behaviour of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 9(1), 0-0.
- Sabrosky C. W., 1952.** *How many insects are there?* in *Insects: The Yearbook of Agriculture*. U.S. Dept. Of Agr., Washington, D. C.
- Salari E., Ahmadi K., Dehyaghobi R.Z., Purhematy A. et Takaloozadeh H.M., 2012.** Toxic and repellent effect of harmal (*Peganum harmala* L.) acetonc extract on several aphids and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1): 147-151.



- Sánchez-Bayo F., 2009.** From simple toxicological models to prediction of toxic effects in time. *Ecotoxicology*, 18(3), 343-354.
- Schal C. et Bell W. J., 1982.** Ecological correlates of paternal investment of urates in a tropical cockroach. *Science*, 218(4568), 170-173.
- Schal C. et Bell W. J., 1985.** Calling behavior in female cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). *Journal of the Kansas entomological society*, 261-268.
- Schal C. et Hamilton R. L., 1990.** Integrated suppression of synanthropic cockroaches. *Annual Review of Entomology*, 35(1), 521-551.
- Schal C. and Bell W. J., 1986.** Vertical community structure and resource utilization in neotropical forest cockroaches. *Ecological Entomology* 11: 411–423.
- Schal C., Gautier J.Y. and Bell W. J., 1984.** Behavioural ecology of cockroaches. *Biological Reviews*, 59: 209–254.
- Schal C., Gautier J. Y. et Bell W. J., 2008.** Behavioural ecology of cockroaches. *Biol Rev.*, 59: 209– 254.
- Schmelzer G.H. et Grurib-Fakim A., 2013.** *Ressources végétales de l’Afrique tropicale* 11(2). Plantes médicinales 2. Fondation PROTA, Wageningen, Pays-Bas/ CTA, Wageningen. 418pp.
- Schoolfield R.M., Sharpe P.J.H. et Magnuson C.E., 1981.** Non-linear regression of biological temperature-dependent rate models based on absolute reaction-rate theory. *Journal of Theoretical Biology*, 88: 719-731.
- Schowalter T. D., 2016.** *Insect ecology: an ecosystem approach*. Academic press.
- Shafeek A., Jaya Prasanthi R.P., Hariprasad Reddy G., Chetty C.S. et Rajarami Reddy G., 2004.** Alterations in acetylcholinesterase and electrical activity in the nervous system of cockroach exposed to the neem derivative, azadirachtin. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 59: 205-208.
- Shanker C. et Solanki K., 2000.** Botanical insecticides: a historical perspective. *Asi Agric Hist*, 4(3):221–232.
- Sharaf M., Mansour R.M.A. et Saleh N.A.M., 1992.** Exudate flavonoids from aerial parts of four Cleome species. *Biochemical Systematics et Ecology*, 20, 443-448.



- Southwood T.R.E., 1978.** *Ecological methods*. London, Chapman and Hall, John Wiley et Sons, New-York, 524 p.
- Sreng L., 1993.** Cockroach mating behaviors, sex pheromones, and abdominal glands (Dictyoptera: Blaberidae). *Journal of Insect Behavior*, 6(6), 715-735.
- Stewart P., 1969.** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. *Bull. Soc. Hisc nat. Afr. Nord.* 65 : 1-2
- Tampe J., Parra L., Huaiquil K. et Quiroz A., 2016.** Potential repellent activity of the essential oil of *Ruta chalepensis* (Linnaeus) from Chile against *Aegorhinus superciliosus* (Guérin) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16, 48-59.
- Tanaka A., 1976.** Stages in the embryonic development of the German cockroach, *Blattella germanica*, (L.) (Blattaria, Blattellidae). *Kontyu*, 44, 512-525
- Thomas C. D., Bodsworth E. J., Wilson R. J., Simmons A. D., Davies Z. G. et Musche M. Chown S. L., Nicolson S. W., 2004.** Insect Physiological Ecology. *Physiological Entomology*, 13, 303-314.
- Tine S., 2013.** Etude de la biodiversité des Blattes dans les régions semi-arides et arides et évaluation de l'impact d'insecticides chez *Blattella germanica* et *Blatta orientalis* (Dictyoptera, Blattellidae). *Thèse de Doctorat*. Université de Annaba (Algérie). 242 pp.
- Tokro G., 1984.** Les phéromones sexuelles chez *Blattella germanica* L. (Insecte, Dictyoptère). Sécrétion d'une phéromone sexuelle volatile par le pygidium des femelles. *Thèse de Doctorat en Biologie Cellulaire et Moléculaire*, Option : Entomologie. Université de Bourgogne-Dijon, France. 54 pp.
- Traka C. K., Petrakis E. A., Kimbaris A. C., Polissiou M. G., et Perdikis D. C., 2018.** Effects of *Ocimum basilicum* and *Ruta chalepensis* hydrosols on *Aphis gossypii* and *Tetranychus urticae*. *Journal of Applied Entomology*, 142(4), 413-420.
- Triplehorn C. A. et Johnson N. F., 2005.** *Borror and delong's introduction to the study of insects*. Brooks. Cole, Belmont, California, USA.
- Vaillant J. et Derridj S., 1992.** Statistical analysis of insect preference in tow-choise. *Journal. Insect Behav.* 5:773-781.



- Valladares F., Matesanz S., Guilhaumon F., Araújo M. B., Balaguer L., Benito-Garzón M. et Zavala M. A., 2014.** The effects of phenotypic plasticity and local adaptation on forecasts of species range shifts under climate change. *Ecology letters*, 17(11), 1351-1364.
- Valles S., 1996.** Featured creatures: *Battella germanica*. Gainesville, USA: University of Florida.
- Vandenborre G., Smaghe G. et Van Dammea E.J., 2001.** Plant lectins as defense proteins against phytophagous insects. *Phytochemistry*. 72(13) :1538-1550.
- Veer V. et Gopalakrishnan R., 2016.** *Herbal insecticides, repellents and biomedicines: effectiveness and commercialization*. Springer.
- Walker J. A., Rugg D. and Rose H. A., 1994.** Nine new species of *Geoscapheinae* (Blattodea: Blaberidae) from Australia. *Memoirs of the Queensland Museum*, 35: 263–284.
- Wallwork J.A., 1976.** The Distribution and Diversity of Soil Fauna. *Academic Press, London*. 355 pp.
- Wille J., 1920.** Biologie und Bekämpfung der deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica* L.). Monog. Zur angew. Ent. Beihefte I zur Zeits.f. angew. Ent.7: 1-140.
- Willis E. R., 1969.** Bionomics of three cockroaches (Latiblattella) from Honduras. *Biotropica* 1: 41–46.
- Willis E. R., Riser G. R. and Roth L. M., 1958.** Observations on reproduction and development in cockroaches. *Annals of the Entomological Society of America*, 51: 53–69.
- Wilson E.O., 1992.** *The Diversity of Life*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Younsi B., 1980.** Asylvatisme du pin d'Alep dans les dépressions région de Djelfa. *Mém. Ingénieur*. INA. Alger, 95p.
- Zaïme A. et Gautier J.R., 1989.** Comparaison des régimes alimentaires de trois espèces sympatriques de *Gerbillidae* en milieu saharien, au Maroc. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, 44, (2) :153-163.

Annexe

Abundance and Distribution of the Forest Cockroaches in Different Algerian Ecosystems

Zakaria Hedjouli

Applied Neuroendocrinology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Badji Mokhtar, Annaba, Algeria, hedjouli.zakaria@hotmail.com

Wafa Habbachi

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

Fatiha Masna

Department of Natural Sciences, Ens Taleb Ebderrahman, Laghouat, Algeria, masnafatiha@gmail.com

Saliha Benhissen

Department of Natural and Life Sciences, Faculty of Sciences, University of Mohamed Boudiaf, M'sila, Algeria., s.benhissen@yahoo.com

Sarra Habbachi

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

See next page for additional authors

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



Part of the [Biodiversity Commons](#), [Entomology Commons](#), and the [Forest Biology Commons](#)

Recommended Citation

Hedjouli, Z., Habbachi, W., Masna, F., Benhissen, S., Habbachi, S., Asloum, A., & Tahraoui, A. (2021). Abundance and Distribution of the Forest Cockroaches in Different Algerian Ecosystems, *Journal of Bioresource Management*, 8 (3).

ISSN: 2309-3854 online

(Received: Apr 10, 2021; Accepted: Apr 29, 2021; Published: Aug 26, 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.

Abundance and Distribution of the Forest Cockroaches in Different Algerian Ecosystems

Authors

Zakaria Hedjouli, Wafa Habbachi, Fatiha Masna, Saliha Benhissen, Sarra Habbachi, Abdelmadjid Yagoub Asloum, and Abdelkrim Tahraoui

© 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.

ABUNDANCE AND DISTRIBUTION OF THE FOREST COCKROACHES IN DIFFERENT ALGERIAN ECOSYSTEMS

ZAKARIA HEDJOULI¹, Wafa HABBACHI¹, FATIHA MASNA², SALIHA BENHISSEN³, SARRA HABBACHI¹, ABDELMADJID YAGOUB ASLOUM⁴, AND ABDELKRIM TAHRAOUI¹

¹Applied Neuroendocrinology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Badji Mokhtar, Annaba, Algeria.

²Department of Natural Sciences, Ens Taleb Ebderrahman, Laghouat, Algeria.

³Department of Natural and Life Sciences, Faculty of Sciences, University of Mohamed Boudiaf, M'sila, Algeria.

⁴Ecology of Terrestrial and Aquatic Systems, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Badji Mokhtar, Annaba, Algeria

Corresponding author's email: hedjouli.zakaria@hotmail.com

ABSTRACT

Forests have many insect species that are unique to biodiversity and play a crucial role in the functioning of ecosystems. Forest cockroaches are the best example of forest litter insects, which also help decompose fallen leaves. The composition of the Blattoptera fauna can vary from one region to another, depending on the habitat and numerous biotic and abiotic factors. In order to study the diversity, abundance, and distribution of forest cockroaches in different Algeria ecosystems, we have selected four sites from three Wilayas: Senalba (Djelfa), Ain achir (Annaba), Seraidi (Annaba), and Lehnaya (El-taref). These sites are classified into two distinct forest groups (*Pinus halepensis* and *Quercus canariensis*). In all areas, the samples were collected each month manually, starting from April 2019 until March 2020. We have collected 1231 individuals of cockroaches and describe eight species from all locations: *Loboptera ovolobata* (Bohn, 1991), *Loboptera decipiens* (Germar, 1817), *Ectobius kervillei* (Bolivar, 1907), *Dziriblatia nigriventris* (Chopard, 1936), *Dziriblatia stenoptera* (Chopard, 1937), *Phyllodromica zebra* (Rhen, 1903), *Dziriblatia sp.* (Chopard, 1936) and some *Ectobius* (Stephens, 1835) specimens have not yet been identified. With 51% *L. decipiens* was the most abundant species, followed by *L. ovolobata* with 27%. Despite that, the number of larvae was substantially higher than the number of adults in all forests examined. However, the abundance and biodiversity of cockroaches in the Djelfa forest were greater than those of the other woods. This study made it possible to characterize the diversity and dynamics of cockroach species populations in different Algerian ecosystems according to diverse Mediterranean forests.

Keywords: Biodiversity, abundance, distribution, forest cockroaches, Algerian forests.

INTRODUCTION

Biodiversity is proposed to be necessary for the rate of ecosystem functions (Gamfeldt, 2008). A critical feature of biodiversity that regulates ecological processes and properties is the abundance of organisms, functional classes, and genotypes (Chapin et al., 1997).

Insects are arguably the most diverse animal taxon, with an estimated 5-10 million species (Odegaard, 2000; Niven et al., 2008). Forests have many insect species that are unique to biodiversity and play a crucial role in the functioning of ecosystems (Sekour et al., 2010). Insects

living in the forest have ecological need, and a wide variety of organisms play a vital role in organic matter decomposition. (leaves, twigs, roots, etc.). They recycle dead organic matter and recreate the cycle of the material necessary for the forest's existence (Habbachi, 2013).

Among these insects, cockroaches, which constitute the oldest group of insects, have existed since the Carboniferous period. Cockroaches were too abundant during the Carboniferous Period (Koehler and Patterson, 1987) and considered the most primitive of the Pterygotes. This fauna varies in the hot and humid regions of Africa and tropical America (Guthrie and Tindall, 1968; Grandcolas, 1998). Forest cockroaches are the best example of forest litter insects, which also help decompose fallen leaves. The composition of the Blattoptera fauna can vary from one region to another, depending on the habitat and numerous biotic and abiotic factors (Rust et al., 1995). Variability of habitats and adaptation to climatic factors cause considerable variation (Cornwell, 1968).

The African species inventory is far from complete. Few researches have been conducted on the fauna of Orthopteroids, especially Dictyoptera, in North Africa. Chopard (1929; 1943) describes and identifies the fauna of Orthopteroids, including cockroaches. In Algeria, little work has been done on this subject. In order to compile a list of woodland cockroaches, we cite the work of Cherairia (2004), Habbachi (2013) in the northeastern region of Algeria, Masna (2016) in the semi-arid regions of Aflou (Laghout) and Djelfa, and that of Azoui (2017) in the region of Batna. Due to a lack of knowledge on cockroach populations in Algerian forest habitats, we decided to perform this survey to estimate species occurrence and biodiversity. Therefore, the aim of this research is to establish the composition

and diversity of forest cockroach species in various locations across Algeria.

MATERIAL AND METHODS

Study Area

To study cockroach's biological diversity in different ecosystems in Algeria, we have chosen four sites distributed over three states, each containing a particular type of trees and plant varieties (Figure 1).

(S1): Senalba forest, 34°39'44" N; 3°09'38" E, adjacent in the wilaya of Djelfa, situated at an altitude of 1140 meters, is a picturesque natural site attracts many eyes. This forest occupies 19,800 hectares and comprises 95% of Aleppo's pine trees and other plant varieties and characterized with a semi-arid climate.

(S2): Seraidi forest, 36°54'29" N; 7°41'11" E, located in the city of Saraidi (Annaba), on Mount Edog (850 meters above sea level) in a forested area surrounded by an intense mountain range that covers the entire eastern side of the country, where oak, oak, and Aleppo pine trees abound and it belongs to the humid climate stage.

(S3): Ain Achir forest, 36°57'21" N; 7°46'31" E, it is a forest near the beach of Ain Achir, at an altitude of 50 meters from the sea level, and it belongs to the wilaya of Annaba. This forest is covered with clusters of oak and oak trees and it's characterized by a humid climate.

(S4): Lehnaya forest, 36°51'26" N; 8°12'01" E, a forest located in the municipality of Berrihane (El-Tarf wilaya), which is situated at an altitude of 54 meters from the sea level and characterized by the diversity of the environment and forest and animal components density and beautiful stretches of forests made of cork, pine and oak trees. this forest is part of a humid climate.

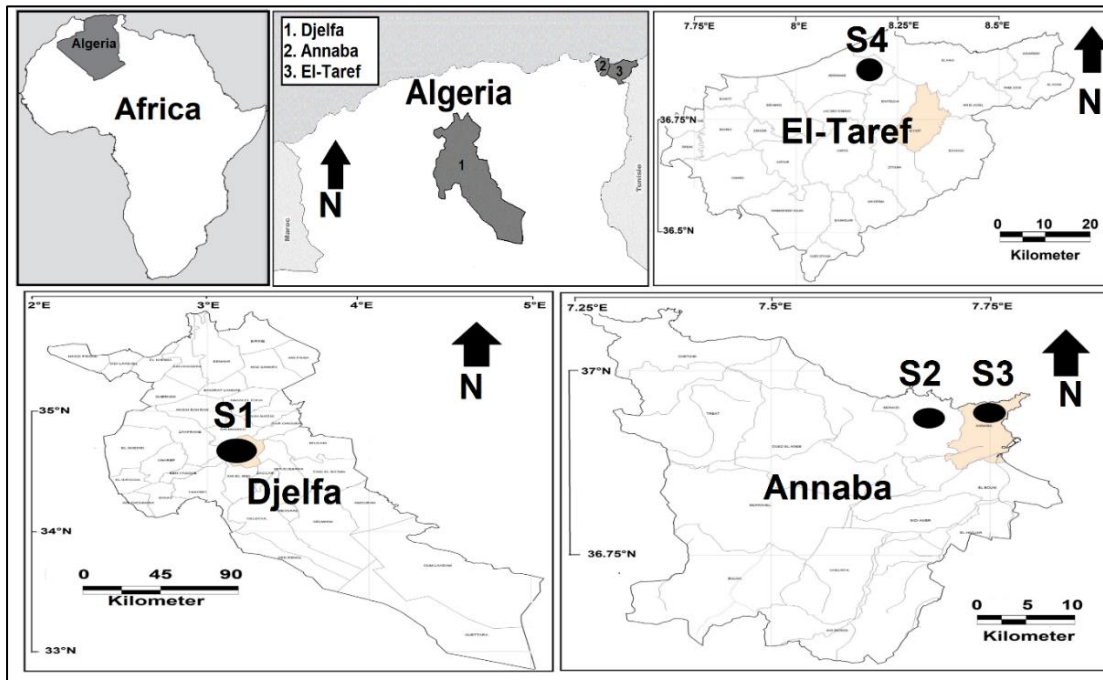


Figure 1: Location of the four forest sites studied.

(S1: Senalba, S2: Seraidi, S3: Ain Achir, S4: Lehnaya).

Cockroaches Sampling

The cockroaches were hand-gathered inside the litter and searched under the stones and on the branches. Captures were made in four plots of 1 m² each, for 2 hours in the morning. Monthly captures were made from April 2019 to March 2020.

The specimens were stored in alcohol (70%) and later returned for identification to the laboratory. Every sample consisted of oothecae, young larvae (YL) containing the first two larvae, aged larvae (AL) represented by the rest of larvae, and the adults (AD). Chopard (1951) guidelines were used for the identification of various cockroach species captured.

Data Analyses

To understand how cockroach's biodiversity is spread throughout the different woods, with

descriptive variables used for data interpretation being the structural and operational indexes of stands. Relative frequency (Dajoz, 1971), frequency of occurrence (Dajoz, 1982) and density (Shannon, 1963), and nonparametric indices of biodiversity description, species richness (Ramade, 1984), Shannon index (Daget, 1976), and evenness (Ramade, 1984).

RESULTS

The catches performed over 12 months from April 2019 to March 2020 resulted in a collection of 1231 individuals, including 140 adults, 692 young larvae, and 399 older larvae, as well as 27 oothecae (Table 2). The specimens gathered all belongs to the subfamily Ectobiinae (Order: Dictyoptera, Suborder: Blattodea, Family: Blattellidae), with four genus (*L. Ectobius*, *Dziriblatta*, and *Phyllodromica*) and eight species: *L. decipiens* (Germar, 1817), *L. ovolobata* (Bohn, 1991), *E. kervillei* (Bolivar, 1907),

Ectobius sp (Stephens, 1835), *D. stenoptera* (Chopard, 1937), *D. nigriventris* (Chopard, 1936), *Dziriblatta sp.* (Chopard, 1936) and *P. zebra* (Rhen, 1903). Generally, catches were more abundant in the Senalba forest, with a total

of 431 individuals, followed by the forest of Ain Achir (359 individuals). Then the forest of Seraidi (246 individuals), and finally the forest of Lahnaya with 195 individuals.

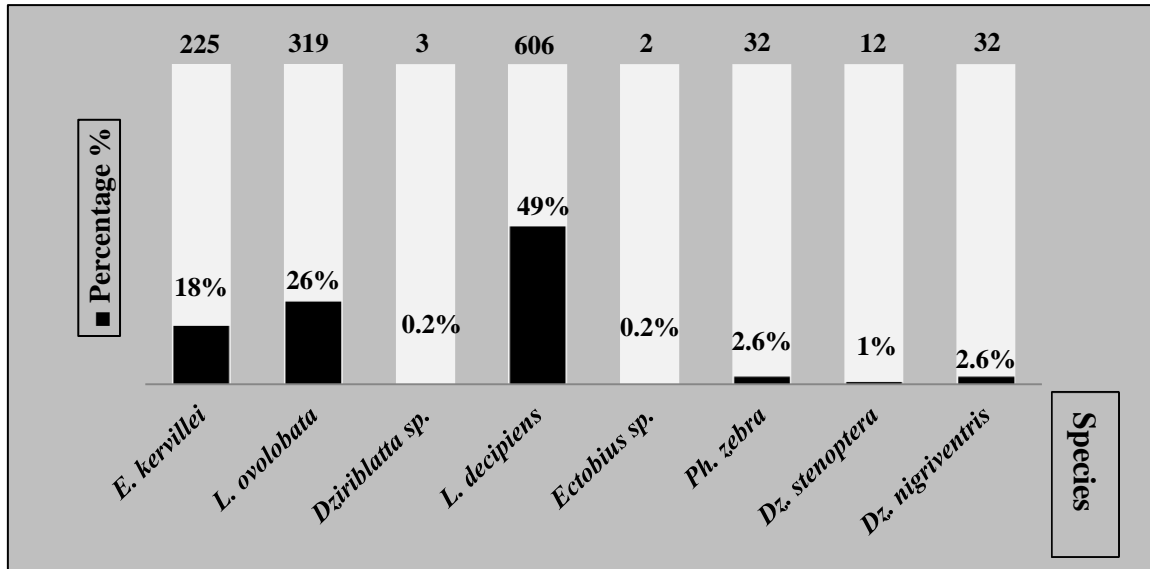


Figure 2: Percentages and the total number of species captured in the different forests.

The abundance of species in all forests was for *L. decipiens*, followed by *E. kervillei*. Except for the Senalba forest, *L. ovolobata* was the most abundant species, followed by *L. decipiens*, then *Ph. Zebra*. However, the abundance of all the studied areas shows that *L. decipiens* was the most abundant species with 49 % of the populating, followed by *L. ovolobata* (26 %) than *E. kervillei* with an abundance of 18 % (Figure 2).

The phenogram of the species inventoried in the Senalba forest, revealed that most of the species (*Dz. stenoptera*, *D. nigriventris* and *Ph. zebra*) have an annual activity and the majority disappear from July-December. Only *L. ovolobata* is present in the forest throughout the year. The phenogram also shows that *Ectobius sp.* only appeared during the month of February. For the East forests, Lehnaya shows that *L. decipiens* and *E. kervillei* were present most of the months while

Dziriblatta sp. Appeared only during February and March. For the forest of Seraidi, both species were active most of the year. Simultaneously, the species of Ain Achir forest were involved throughout the year (Table 1).

Since March, the increase of cockroaches among all species in the forests of Senalba began, this forest revealed high individuals' density during April of May compared to the other months. In the summer (June–August) and early autumn (September), there was a marked drop in the abundance, from which there was a second rises in the number of individuals. However, it is not the same case as the other forest species, which increased from April and reached its climax during May and June. And decrease starting from July to grow for the second time from September (Figure 3,4, 5, 6).

Table 1: Phenogram of cockroaches collected in the Algerian forests during the study period.

Forests		Species	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
Semi-arid region	S (1)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+		+					+	+	+	
		<i>L. ovolobata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		<i>Dz. Stenoptera</i>	+	+											
		<i>Dz. nigriventris</i>	+	+											+
		<i>Ph. zebra</i>	+	+											+
		<i>Ectobius sp.</i>												+	
Humid region	S (2)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>E. kervillei</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	S (3)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		<i>E. kervillei</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	S (4)	<i>L. decipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		<i>E. kervillei</i>	+	+		+	+			+	+	+	+		
		<i>Dziriblatia sp.</i>											+	+	

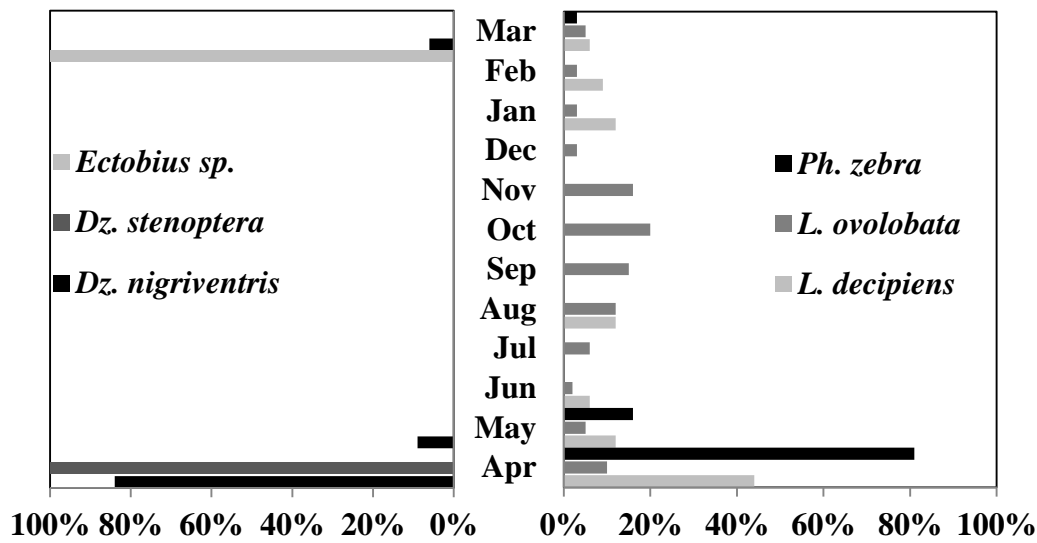


Figure 3: Monthly population dynamics of cockroach species sampled in the Senalba forest between April 2019 and March 2020.

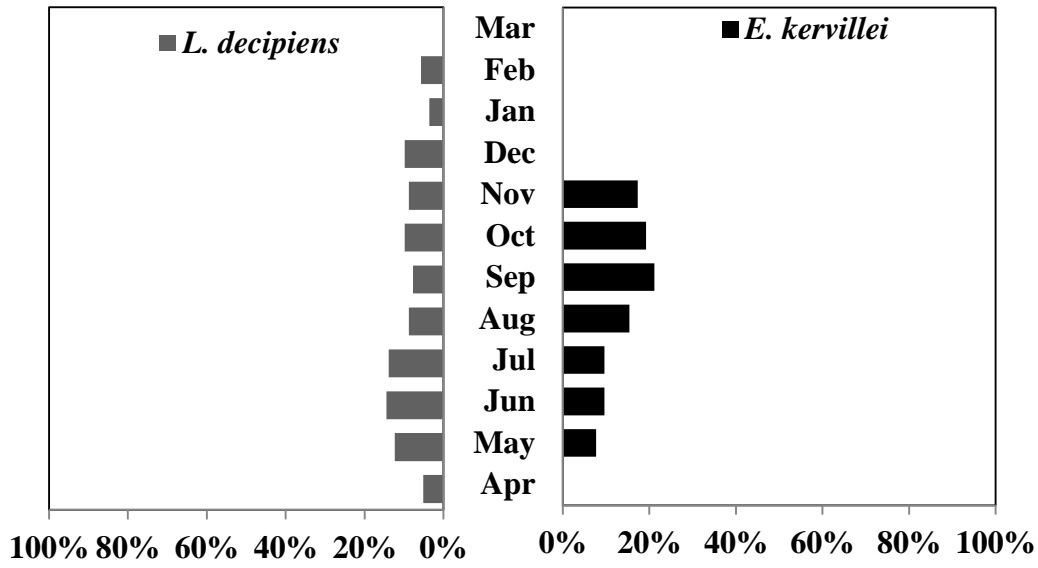


Figure 4: Monthly population dynamics of cockroach species sampled in the Seraidi forest between April 2019 and March 2020.

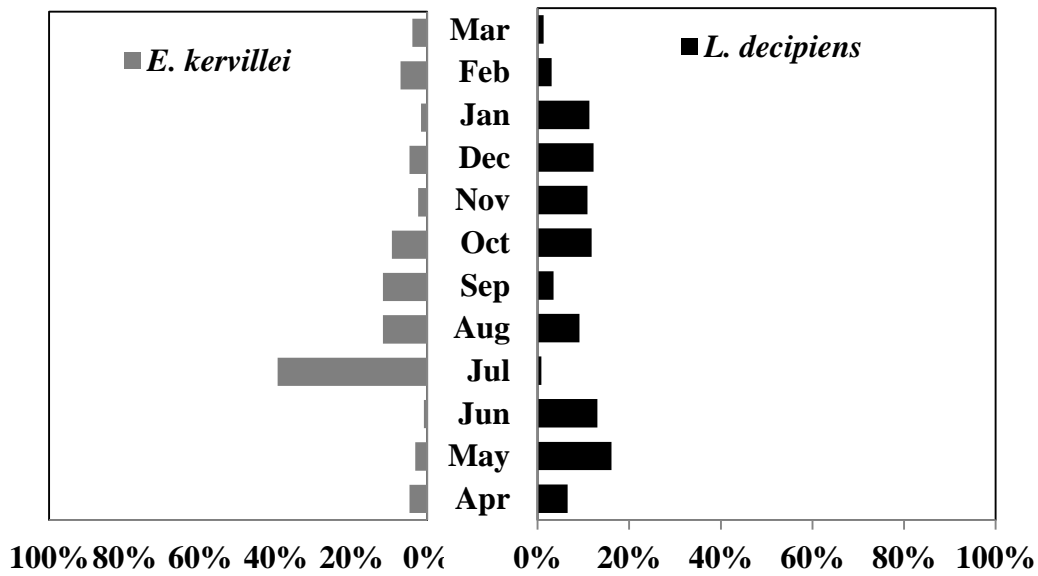


Figure 5: Monthly population dynamics of cockroach species sampled in the Ain Achir Forest between April 2019 and March 2020.

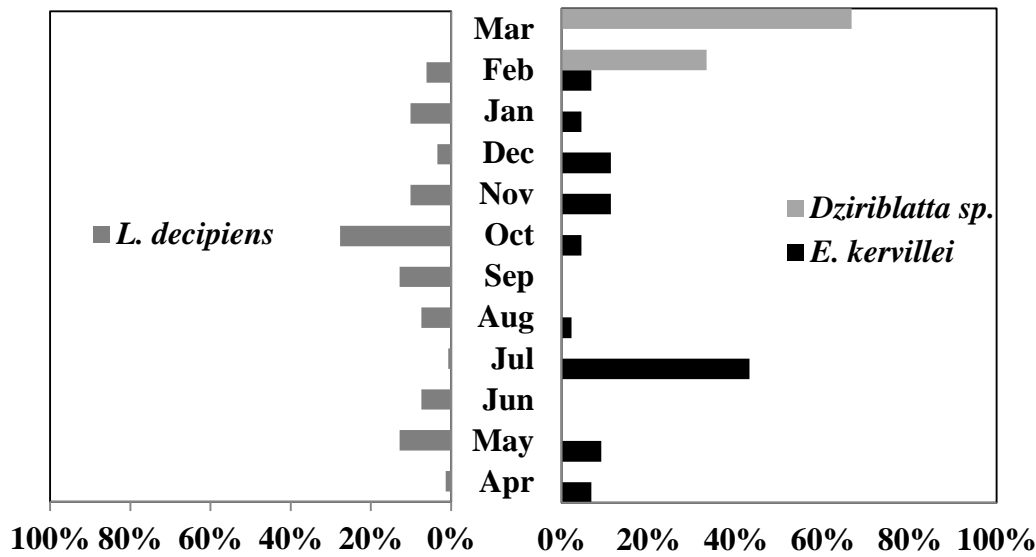


Figure 6: Monthly population dynamics of cockroach species sampled in the Lehnaya forest between April 2019 and March 2020.

Table 2: Phenological stages distribution of the cockroach's species individuals captured in the different forests of Algeria.

Sites	Cockroach species	Phenological stage				Overall
		Ootheca	YL	AL	AD	
Semi-arid region Senalba	<i>L. decipiens</i>	1	1	27	6	35
	<i>L. ovobata</i>	7	161	132	26	326
	<i>Dz. Nigriventris</i>	5	9	15	8	37
	<i>Dz. Stenoptera</i>	-	2	7	3	12
	<i>Ph. Zebra</i>	3	5	16	11	35
	<i>Ectobius sp.</i>	-	-	-	2	12
Humid region Lehnaya Ain Achir Seraidi	<i>L. decipiens</i>	1	104	37	7	149
	<i>E. kervillei</i>	2	14	23	7	46
	<i>Dziriblatta sp.</i>	2	3	-	-	5
	<i>L. decipiens</i>	3	148	67	17	235
	<i>E. kervillei</i>	3	83	22	22	130
	<i>L. decipiens</i>	-	119	43	14	176
	<i>E. kervillei</i>	-	43	10	17	70
	All species combined	27	692	399	140	1258

The difference in the number of individuals caught by forest types at each phenological level and studied

months varied according to species. About the forest of Senalba the aged larvae were the most abundant in the number of the

individual with 197, followed by the young larvae (178 individuals) then the adults with 56 individuals. While the forest of Lehnaya the highest number of individuals was for the young larvae followed by aged larvae (121 and 60 individuals respectively). However, the forest of Ain Achir contained 231 individuals of young larvae, 89 aged larvae and 39 adults. Nevertheless, in the forest of Seraidi the young larvae were also abundant in number with 162 individuals and 53 aged larvae (Table 2).

Which concern the relative frequency in the Senalba forest, *L. decipiens* was the only regular species in samples (C = 58%). Two species were considered an accessory (*Ph. Zebra* and *Dz. nigriventris*), where *L. ovolobata* presented the highest occurrence frequency (C=100%). They are classified as a constant species, while the two last species (*Dz. stenoptera*, *Ectobius sp.*) with the lowest occurrence frequency C >25% are

considered accidental species. But regarding the seraidi forest *L. decipiens* was a constant species (C=91.67%), and *E. kervillei* was a regular one with (C%= 58.33%). Concerning the two other forests, the species was considered as constant species except for *Dziriblatia sp.* In the forest of Lehnaya was it an accidental species. In general, in the four forests, over 50% of species were constant (Table 3). Regarding the relative frequency (F%) and density (D), the most abundant species in the first forest was *L. ovolobatta* with F% = 74.01% and a large density (D = 26.58 individuals per sample). *L. decipiens* was the most abundant species in the other three forests with a relative abundance of F% = 78.86% in Seraidi, F% = 75.9% in Lehnaya, and 63.79 in Ain achir . The density of this species was also important in these three forests with 16.17, 12.33 and 19.08 individuals/sample, respectively (Table 3).

Table 3: Occurrence (C %), relative frequency (F %), and density (D) of cockroaches species caught in the different forests of Algeria.

Forests	Species	C%	F%	D	
Semi arid region	Senalba	<i>L. decipiens</i>	58.33	7.89	2.83
		<i>L. ovolobata</i>	100.00	74.01	26.58
		<i>Dz. Nigriventris</i>	25.00	7.42	2.67
		<i>Dz. Stenoptera</i>	8.33	2.78	1.00
		<i>Ph. Zebra</i>	25.00	7.42	2.47
		<i>Ectobius sp.</i>	8.33	0.46	0.17
Humid region	Seraidi	<i>L. decipiens</i>	91.67	78.86	16.17
		<i>E. kervillei</i>	58.33	21.14	4.33
	Lehnaya	<i>L. decipiens</i>	91.67	75.90	12.33
		<i>E. kervillei</i>	75.00	22.56	3.67
		<i>Dziriblatia sp.</i>	16.67	1.54	0.25
	Ain Achir	<i>L. decipiens</i>	100.00	63.79	19.08
<i>E. kervillei</i>		100.00	35.93	10.75	

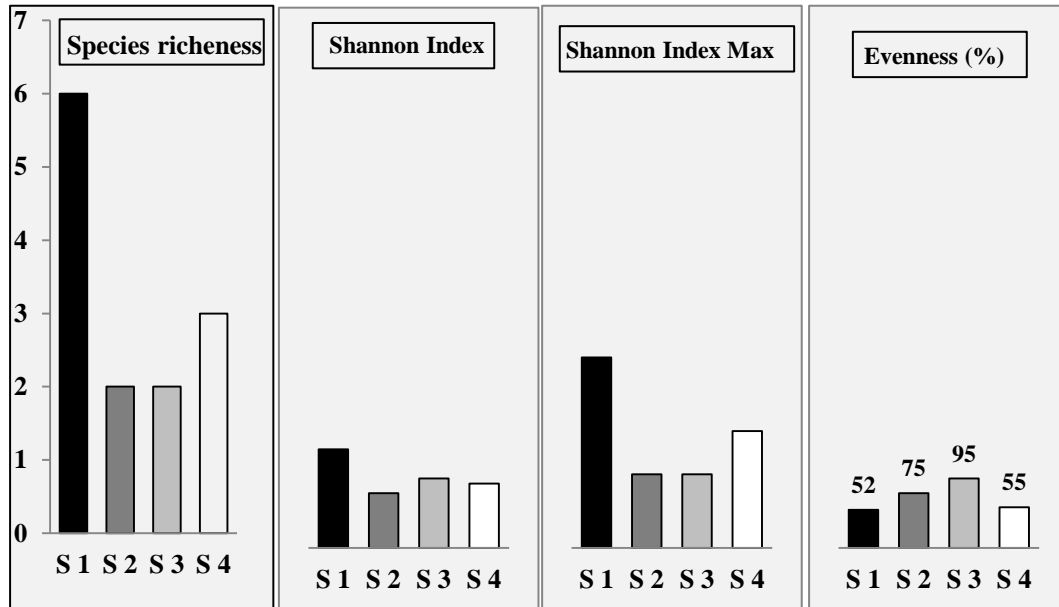


Figure 7: Parameter diversity of cockroach species was captured in Algeria's different forests (S1: Senalba, S2: Seraidi, S3: Ain Achir, S4: Lehnaya).

Concerning the species richness, Senalba's pine forest had the most cockroach varieties of six species, followed by Lehnaya's forest, which had three species. Biodiversity, as measured by Shannon's index, was marginally higher in the Senalba area ($H = 1.35$, $H_{max} = 2.60$), followed by Ain Achir forest ($H = 0.95$, $H_{max} = 1.00$), then Lehnaya forest ($H=0.88$, $H_{max}= 1.59$), while the forest of seraidi showed the lowest values of biodiversity ($S = 2$, $H = 0.75$, $H_{max} = 1.00$). However, the highest value of evenness was for the Ain achir with 94.57 %, while evenness was 74.66 % in the Seraidi forest and only 52 % for Senalba forest. In general, the evenness values ($E > 52$ %) showed that stands were very equal in all forests and populations were distributed fairly evenly. (Figure 7).

DISCUSSION

The forest system has continued to attract researchers at the national level, especially foresters for management studies and ecologists for

their various inventories of flora and fauna (Ouelmouhoub, 2005). Algerian forests are

poorly known at the international level, except for a few citations in publications devoted to the Maghreb forests (mainly Morocco and Tunisia) (Berchiche, 1986; Azzioui et al., 2000). In general, the forests of the Mediterranean rim are characterized by an important flora and fauna richness. They cover more than 81 million hectares (9.4 % of the world's forest area) and are made up of a mosaic of forest species, mainly hardwoods (about 60 %). This area's fame is well established because of many natural parks (Houe, 1996).

This study made it possible to characterize the diversity and dynamics of cockroach species populations in different Algerian ecosystems according to diverse Mediterranean forests. It is worth noting the relatively wide ranges of flora and fauna in Algerian forests from which over 200 species of insects have been identified (Zereg, 2010). Nevertheless, not much detail was available on Dictyoptera. Wildlife inventory of woodland habitats continues to excite scientists worldwide. In

different forest management study, they have proved their usefulness (Habbachi, 2013). These seven species listed in this study are already reported in different regions of Algeria, In the coastal region of Annaba with wet climate two species (*L. decipiens*, *E. kervillei*) have been identified (Habbachi, 2013), seven species (*L. decipiens*, *L. ovobata*, *Dz. nigriventris*, *Dz. stenoptera*, *Ph. zebra*, *Ph. trivittata* and *Ectobius sp.*) In the Djelfa region (Masna et al., 2014; Masna, 2016) and six species in Belezma National Park in the area by Batna (Azoui et al., 2016).

The composition of the Blattoptera fauna can vary from region to region of the world, and habitat suitability depends on many biotic and abiotic factors (Rust et al., 1995). the characteristics of the vegetation, the attributes of its litter, and the climatic parameters are the most critical factors involved in specifying these insects' ecological niches (Schal et al., 2008). Besides, the availability of water, i.e., the humidity of the biotope, stimulates the growth of cockroach populations (Boyer, 2004).

Our results are similar to those of Masna et al. (2014) and Azoui et al. (2016), who demonstrated that the variety and distribution of cockroaches was influenced by different vegetation cover. This study also showed that the patterns in the different phenological stages and the dynamics of the identified cockroach population found were very close among the different types of woodland. This represents the strong impact of time shifts in temperature conditions, which have been recorded and known for the direct effects on insects' environment, populations, and their diet (Chafaa et al., 2013).

The great diversity and number of cockroach species in the Senalba forest than other woods are probably linked to this habitat's ecological conditions. Although deciduous forests produce more waste, this environment is

rich in litter and offers a suitable habitat to house a great diversity of microarthropods (Madej et al., 2011).

The insects found in the forest have their ecological requirements, and many species play an essential role in the decomposition of organic matter (leaves, twigs, roots, etc.). They recycle dead organic matter and recreate the cycle of value necessary for the forest to exist. Forest cockroaches are the best example of detritus-eating terrestrial insects that feed on all waste (excrement, corpses, dead leaves, etc.). As a result, they largely colonize the soil (Dajoz, 1998). Aleppo pine forests in the Mediterranean region foster soil properties that make these areas especially capable of containing a diverse range of pathobiotic arthropods (Antunes et al., 2008).

The species diversity in the different forests studied can be confirmed by the results obtained in the Est region of Algeria by Habbachi (2013), who showed that cockroaches prefer eucalyptus litter of an alkaline nature than that of cork forests of an acid nature. Simultaneously, the abundance of cockroaches in the latter type of litter could be explained by the fact that they prefer to live in basic soil. While the results in the south region of Algeria by Masna (2016) also show that the forests are rich in organic matter and organic carbon. On the other hand, the soil rich in mineral matter plays an essential role in distributing cockroaches. Indeed, the soil properties of coniferous forests vary from those of deciduous forest, these ecosystems' litter, which is primarily made up of needles, exhibits distinct dynamic and physicochemical properties (types of humus, humidity, rate of decomposition, acidity, and renewal). Microfauna, types of undergrowth, organic matter, etc (Binkley and Fisher, 2012).

CONCLUSION

We were able to demonstrate in the different Algerian forests the existence of eight species of cockroaches: *L. decipiens*, *L. ovobata*, *Dz. nigriventris*, *Dz. stenoptera*, *Dziriblatta sp.*, *Ph. zebra*, *E. kervillei* et *Ectobius sp.* These cockroaches are present in forest litter for most of the year with fluctuating numbers. During the inventory carried out in the four different forests, we were able to show that the distribution of these cockroaches differs depending on the altitude, the climatic conditions and the predominant plant species. we have also shown that the Senalba forest is the richest in species than the other forests.

REFERENCES

- 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). Inventaire de la faune blattoptère urbaine et forestière dans la région de Batna avec caractérisation des principales espèces d'intérêt et essais de lutte. PhD thesis, Université de Batna 2.
- Azoui I, Frah N, Habbachi W, Ouakid ML, Nia B (2016). Biodiversity and population dynamics of litter-dwelling cockroaches in Belezma National Park (Algeria). *Turk Zool Derg.*, 40(2), 231-240.
- Azzioui O, Sgaouri A, Fennane M (2000). Valeur écologique et biogéographie du genre *Genista* (L.) au Maroc. *Lagasalia*, 21 :263-278.
- Berchiche T (1986). Contribution à l'étude socio- économique de la forêt algérienne. Mémoire de Magister INA – Alger.
- Binkley D, Fisher R (2012). Ecology and Management of Forest Soils. New York, NY, USA : Wiley.
- Boyer S (2004). Sélection de l'habitat chez les blattes introduites/ endémiques (Insectes : Dictyoptères). Exemple de Mayotte et La Réunion. PhD thesis, Rennes 1 University, Rennes, France.
- Chafaa S, Biche M, Chenchouni H, Sellami M, Si Bachir A (2013). Effet du climat et de l'exposition sur la dynamique des populations de la cochenille violette, *Parlatoria oleae* Colvée (Hemiptera : Diaspididae), en conditions arides. *Annales de la Société entomologique de France* 49 : 291–297.
- Chapin FS, Walker BH, Hobbs RJ, Hooper DU, Lawton JH, Sala OE, Tilman D (1997). Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science*, 277(5325), 500-504.
- Cherairia M (2004). Les blattes dans l'est algérien (Guelma) inventaire, biométrie et biotypologie. MSc, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria.
- Chopard L (1929). Note sur les Orthoptères du Hoggar. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.*, 20 : 234–246.
- Chopard L (1943). Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord (I. Faune de l'empire français). Paris, France : Larose.
- Chopard L (1951). Orthoptéroïdes. Faune de France. Tome 56. Paris, France : Lechevalier.
- Cornwell P B (1968). The cockroach. A laboratory insect and an industrial pest. Vol I, 116 pp.
- Daget P (1976). Mathematical models in ecology. (ed). Masson. Paris, 172.
- Dajoz R (1971). Précis d'écologie. Dunod (Ed.) Paris, 434 pp.
- Dajoz R (1982). Précis d'écologie Ed. Bordas Paris, 483pp.

- Dajoz R (1998). Les insectes de la forêt ; Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier – Technique et documentation.
- Gamfeldt L, Hillebrand H, Jonsson P R (2008). Multiple functions increase the importance of biodiversity for overall ecosystem functioning. *Ecology.*, 89(5)
- 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.
- Guthrie D M, Tindall A R (1968). The biology of the cockroach. *The biology of the cockroach.*
- Habbachi W (2013). Etude des Blattellidae (Dictyoptera) : essais toxicologiques, synergie et résistance aux insecticides et aux biopesticides. PhD thesis, Université de Annaba-Badji Mokhtar.
- Houee P (1996). Les politiques de développement rural. INRA Editions-Economica.
- Koehler P G, Patterson R S (1987). The Asian roach invasion. *Natural History.*, 96 (11), 28-35.
- Madej G, Barczyk G, Gawenda I (2011). Importance of microhabitat for preservation of species diversity, on the basis of mesostigmatid mites (Mesostigmata, Arachnida, Acari). *Pol J Environ Stud.*, 20 : 961–968.
- 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, PhD thesis, University of Annaba (Algeria). 153p.
- 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.
- Niven JE, Graham CM, Burrows M (2008). Diversity and evolution of the insect ventral nerve cord. *Annu Rev Entomol.*, 53: 253-271.
- Odegaard F (2000). How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biol J Linn Soc.*, 71(4), 583-597.
- Ouelmouhoub S (2005). Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). MSc, n°78. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, France.
- Ramade F (1984). Elements of ecology. *Fundam entalecology* Ed. Mc Graw-Hill. Paris, 397.
- Rust MK, Owens JM, Reiersen DA (1995). Understanding and Controlling the German Cockroach. New York Oxford. Oxford University Press, 430 pp.
- Schal C, Gautier JY, Bell WJ (2008). Behavioural ecology of cockroaches. *Biol Rev.*, 59: 209–254.
- Sekour KY, Boucharia T, Sekour M, Soutto K, Doumanji S, Chakali G (2010). Composition et structure des arthropodes échantillonnés grâce à la technique des pots Barber à Souf (Sahara). Journées nationales de Zoologie Agricole et forestière., 165.
- Shannon CE, Weaver Ew (1963). The mathematical theory of communication. *Urbana.*
- Zereg S (2010). Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des Junipéraies de Juniperus phoenicea de la région de Djerma (Nord-est du Parc National de Belezma, Batna). MSc, Hadj Lakhdar University, Batna, Algeria.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

SCIENTIFIQUE

جامعة سعد دحلب البليدة 1

Université Saad Dahlab BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Attestation de Participation

La présidente du 1er Séminaire International *PERTURBATEURS ENDOCRINIENS ENVIRONNEMENT & REPRODUCTION (PEER 2021)* tenu du 07 au 08 juillet 2021 à l'université Blida 1 atteste que

Mr / Mme: **HEDJOULI Zakaria**

a participé activement au séminaire et a présenté une **communication E-POSTER** Intitulée:

« L'impact des molécules bioactives des extraits aqueux de *Ruta chalepensis* (Rutaceae) sur *Blattella germanica*»

Co-auteurs: *Benhissen Saliha, Habbachi Wafa, Masna Fatiha, Rebbas Khellaf Bounadji Siham Asloum Abdelmadjid Yagoub, Tahraoui Abdelkarim*

Le Doyen de la Faculté des sciences de la

Nature et de la Vie
Prof. **MERZALG Smair.**

Présidente du Séminaire
Dr. **KHALDOUN Hassina.**
Présidente
Peer-2021
Peer 2021





الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Boudiaf de M'sila
Faculté des Sciences



Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Laboratoire de la biodiversité et techniques biotechnologiques de la valorisation
des ressources végétales (BTB-VRV)

**International Seminar on Biodiversity, Valorization and
Conservation of Urban and Forest Ecosystems:
(In support of sustainable development)**

28-29.04.2021

ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le comité scientifique du Séminaire atteste que :

Melle/Mme/Mr : **HEDJOULI Zakaria**

A présenté une **Communication affichée**

Intitulée : **Biodiversity and abundance of the cockroach fauna in the pine forest of Senalba (Djelfa ; Algeria)**

Co-auteurs : HABBACHI Wafa, MASNA Fatiha, BENHISSEN Saliha, ASLOUM Abdelmadjid Yagoub, TAHRAOUI Abdelkrim

**Le Président du Séminaire
Dr. Rabah BOUNAR**

**Le Doyen de la Faculté des Sciences
Pr. Ettayib BENSACI**

Univ. M. B. M'Sila
Faculté des Sciences / SNV
28-29.04.2021



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
LABORATOIRE DE RECHERCHE EN BIOTECHNOLOGIE, ENVIRONNEMENT ET SANTE (LBES)
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



Attestation De Participation

Séminaire National : Ressources végétales, Produits Naturels et Santé (RVPNS2021)

Le comité scientifique du séminaire national Virtuel des RVPNS 2021 atteste que :

Dr HEDJOULI Zakaria ; Benhissen Saliha, Habbachi Wafa, Masna Fatiha, Rebbas Khellaf, Asloum Abdelmadjid Yagoub, Bounadji Siham, Tahraoui Abdelkarim

A participé avec une Communication Affichée intitulée

« Effets toxicologiques des grains de Solanum sodomaeum (Solanaceae) sur les mâles de Blattella germanica (Dictyoptera ; Blattellidae) »

Qui s'est tenu en ligne sous forme de Webinaires « visioconférences », le 9,10,11 juin 2021.



La Présidente du séminaire RVPNS2021

Dr. Cherif Hamida Saïda
Présidente
RVPNS 2021



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université 20 Aout 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



ATTESTATION DE PARTICIPATION

Séminaire National de Biodiversité, Biologie Médicale et Ecotoxicologie Environnementale
Skikda le 30_31 octobre 2019

Le Président du Séminaire National de Biodiversité, Biologie Médicale et Ecotoxicologie Environnementale, atteste que:

Mr.: HEDJOULI ZAKARIA

A présenté une communication *Affichée* intitulée

BIODIVERSITE DES POPULATIONS DE BLATTES DANS LA REGION DE BOUSAADA (M'SILA).

Co-auteurs: BENHISSEN SALIHA , MASNA FATIHA & HABBACHIWafa

Université 20 Aout 1955 Skikda -
Président du SNBBMEE Skikda -
Faculté des sciences
Département des Sciences de la nature et de la vie
Séminaire National de Biodiversité, Biologie Médicale
Et Ecotoxicologie Environnementale
SNBBMEE-2019

Dr: LAB Messaoud