



*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique.*

*UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques*



THÈSE DE DOCTORAT

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Ès Sciences

En : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Et Analyses des Bioproduits

N° d'enregistrement :/..../..../..../

Intitulé

***Toxicité Comparée des Extraits de Quelques Plantes
Spontanées de la Région de Béchar chez des Termites
de Type Saharien***

Présentée par M^R BOURMITA Younes

Soutenue le : 15/06/2014 à 9h00

Devant le jury :

Présidente :	KHELIL OULD EL HADJ Aminata	Professeur	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Examineur :	BISSATI – BOUAFIA Samia	Professeur	Univ. Kasdi Merbah Ouargla
Examineur :	BOULANOIR Nouredine	M.C. A	C. Univ. El-Bayadh
Examineur :	BELBOUKHARI Nasser	Professeur	Université T.M - Bechar
Directeur de thèse :	CHERITI Abdelkrim	Professeur	Université T.M - Bechar
Co-Directeur :	OULD EL HADJ Mohamed Didi	Professeur	Univ. Kasdi Merbah Ouargla

Année Universitaire 2013-2014

Dédicaces

A ma famille

A mes très chers parents

A ma chère femme

A mes petites filles

Et mes chers frères et sœurs

A ma très belle patrie l'Algérie

A mes amis

Qu'ils veuillent trouver ici, l'expression de ma très profonde gratitude.

ᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃ

Avant-propos

ᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃ



Avant-Propos

Ce travail a été réalisé au laboratoire de **Phytochimie et Synthèse Organique (LPSO)** de l'Université de Béchar sous la direction du **Pr. CHERITI Abdelkrim**. L'étude fait partie des axes de recherches développés au niveau du (LPSO) sur la Valorisation de la flore saharienne en collaboration avec le laboratoire de **Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides (ECOSYS)**. Université KASDI Merbah de Ouargla sous la direction du **Pr. OULD EL HADJ Mohamed Didi**.

Je tiens à exprimer toutes nos reconnaissances à mon directeur de thèse **Pr. CHERITI Abdelkrim**, Professeur à l'université de Béchar et directeur de laboratoire de **Phytochimie et Synthèse Organique (LPSO)** qui malgré ses multiples occupations a bien voulu superviser ce travail, s'est montré patient et a fait preuve d'une générosité plus que souhaitée ; c'est grâce à ses conseils, son encadrement et au soutien qu'il nous a apportés que notre travail a pu voir le jour.

Je tiens à exprimer mon remerciement à mon Co-directeur de thèse **Pr. OULD EL HADJ Mohamed Didi**, Professeur à l'Université KASDI Merbah de Ouargla et directeur de laboratoire de **Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides (ECOSYS)**, pour ses relectures critiques et constrictives et ses précieuses orientations prodiguées pour la réussite de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux :

Pr. KHELIL-OULD EL HADJ Aminata Professeur à la Faculté des Sciences de la nature et de vie **Université KASDI MERBAH. Ouargla** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse et pour sa gentillesse et sa sympathie je la remercie également pour ses encouragements et l'intérêt qu'elle a toujours porté à cette recherche.

Pr. BESSATI Samia Professeur, **Doyenne de la Faculté des Sciences de la nature et de vie Université KASDI MERBAH. Ouargla** d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de l'intérêt qu'elle lui accordé pour l'enrichir de sa haute compétence scientifique je la remercie également.

Je suis honoré que **Dr. BOULENOIAR Noureddine** Maître de Conférences « A » à la faculté des Sciences de la nature et de vie centre Universitaire **d'ELBAYDH** ait accepté d'examiner ce travail, je le remercie vivement pour sa gentillesse, sa sympathie et pour ses encouragements.

Je remercie également **Pr. BELBOUKHARI Nasser**, Professeur à l'Université de Béchar d'avoir accepté d'être membre examinateur de ce travail.

Je remercie également **Pr. DRAOUI Belkacem**, Professeur et vice Doyen chargé de la poste graduation Faculté des Sciences et Technologies, Université de Béchar pour ses encouragements et sa sympathie.

Merci à l'ensemble des collègues, enseignants, et enseignantes **membres des deux laboratoires (LPSO) et (LMBSC)**, Merci pour la gentillesse et l'aide que vous avez présenté, en particulier **M^{lle} BOUZIANI Zohra**.

Merci à l'ensemble des membres de laboratoire (**ECOSYS**) particulièrement **Dr. KEMASSI Abdellah**.

Nous prions toutes les personnes ayant collaboré de près ou de loin et aussi celles dont les noms ne figurent pas dans la présente de bien vouloir accepter nos remerciements les plus chaleureux et l'assurance de notre profonde gratitude.

Liste des Abréviations

% :	Pourcentage
°C :	Température en degrés Celsius
POV :	Produit Organique Volatile
LMR :	Limite maximale de résidus
ADN :	Acide Désoxyribonucléique Ribosomique
CL₅₀ :	Concentration létale de mortalité de 50% des individus
TL₅₀ :	Temps léthal de mortalité de 50% des individus
Cm :	Centimètre
dm :	Décimètre
g :	Gramme
Fig. :	Figure
h :	Heure
Kg :	Kilogramme
Km :	Kilomètre
m :	Mètre
mg :	Milligramme
Min :	Minute
ml :	Millilitre
mm :	Millimètre
µL :	Microlitre
mol :	Mole
ND :	Non déterminé
NS :	Non significatif
OC :	Insecticides à base d'organochloré
OPs :	Insecticides à base d'Organophosphorés
° :	Degrés
DDT :	Dichlorodiphényltrichloroéthane
DL₅₀ :	Dose létale qui tue 50% de la population.
dm :	Décimètre
g :	Gramme
HCH :	L'hexachlorocyclohexane technique
LMR :	Limites maximales de résidus
LPSO :	Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique
Ecosys :	Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi Arides
ME :	Microscope électronique
MEB :	Microscope électronique à balayage
Sp :	Espèces
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
OGM :	Organismes Génétiquement Modifiés
PSMO :	Polysubstrats Mono-Oxygénase

Résumé :

Un grand nombre des plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques et pharmacologiques très intéressantes qui trouvent des applications dans divers domaines, à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et agriculture.

Dans le but de valoriser la flore du Sahara Algérien, nous nous sommes intéressés à l'étude du pouvoir de lutte contre les termites qui sont des ravageurs responsables de la dégradation d'un système vitale tels que les arbres et les constructions en bois. Le travail se propose de s'orienter sur l'évaluation de l'effet bio insecticides et activités biologiques des extraits aqueux des plantes du Sud-Ouest Algérien sur des termites de type Saharien : *Anacanthothermes ochracus* par l'étude de la toxicité comparée des extraits. Cette évaluation consiste à assurer l'importance des insecticides d'origine végétale dans le cadre biologique et préservation de la qualité du milieu naturel et ses ressources biologiques.

Neuf plantes spontanées de la région ont été investiguées : *Calotropis procera*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus muticus*, *Pergularia tomentosa*, *Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launeae arborescens* et *Launeae nudicaulis*.

Pour les plantes toxiques l'extrait de feuilles et tiges de *C. procera* (5%) montre des (TL_{50} : 54,24 min et 58,54 min) respectivement, les feuilles de *P. tomentosa* (4%) avec un (TL_{50} : 94,97 min), les tiges de *C. procera* (3%) avec un (TL_{50} = 102,68 min), les fruits entiers de *Datura stramonium* (3%) avec un (TL_{50} : 161,78 min) et enfin les tiges de *C. procera* (2%) le (TL_{50} = 234,69 min), ainsi les feuilles d'*H. muticus* (2%) avec un (TL_{50} = 238,49 min). Ils ont été isolés efficaces avec un effet bioactif important.

Pour les plantes aromatiques, les meilleures concentrations létales de mortalité de 50 % des individus traités par l'extrait aqueux de *L.arborescence* ont été à l'ordre de (1,554 %), alors que Les meilleures valeurs de concentration létale de mortalité de 90% CL_{90} des individus traités après (360 Minutes) d'exposition s'élève à (12,844 %). Le temps létal de mortalité des individus traités à une dose de 40% révèle une valeur de (97,128 min) pour 50% de mortalité et TL_{50} (291,379 min) pour une mortalité de 90%.

Les meilleures valeurs de concentration létale de mortalité de 50% des individus traités par l'extrait aqueux de la plante endémique de la région *Warionia saharae* ont été à l'ordre de (09,152 %), alors que les meilleures valeurs de concentration létale de mortalité de 90% des individus traités après (360 minutes) d'exposition s'élève à CL_{90} (40,739 %). Le temps létal de mortalité des individus traités à une dose de 40% révèle la valeur de (348,788 min) pour 50% de mortalité et TL_{90} (778,423 min) pour une mortalité de 90%.

Le test *In-vivo*, montre une forte diminution de perte de poids des pièces de bois traités par les extraits de feuilles, tiges et fruits de *C. procera* (0,034%, -3, 142 % et -2,39%) respectivement. Les feuilles, tiges et fruits entiers de *Datura stramonium* (1,290%, 2,724%, -16, 087%) respectivement. Ainsi que les feuilles, tiges et fleurs entières de *H. muticus* (-0,136% 1,715%, -7,55%). En outre les tiges de *P. tomentosa* montrent un taux de (-4, 396%). Ces résultats sont considérés comme valeurs importantes qui déterminent la bio activité des extraits de plante étudiées.

Mots clés : *Termites, Anacanthothermes ochracus, Plantes spontanées, Sahara, Toxicité, Effet bioactif, Bioinsecticides, TL_{50} , CL_{50}*

Abstract

A large number of medicinal and aromatic plants are interesting by their biological and pharmacological properties that find applications in various areas, including medical, pharmacy, cosmetics, and agriculture.

In order to contribute to the valorization of the Algerian Sahara flora, we are interested in this study of their activity against termites, which are pests responsible for the degradation of vital systems such as trees, wood construction, and others.

Our aim is to evaluate the antitermitic activity of aqueous extracts of nine plants growing in the south-west of Algeria: *Calotropis procera*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus muticus*, *Pergularia tomentosa*, *Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launea arborescens*, and *Launea nudicaulis* against *Anacanthothermes ochracus*.

For toxic plants, the leaves and stems of *C. procera* (5%) extract show (TL_{50} : 54,24) and (58,54 min), respectively; leaves of *P. tomentosa* (4%) with TL_{50} : 94,97 min; stems of *C. procera* (3%) with (LT_{50} = 102,68 min); whole fruits of *D. stramonium* (3%) with TL_{50} : 161,78 min; and finally stems of *C. procera* (2%) with (TL_{50} = 234,69 min); and *H. muticus* leaves (2%) with (TL_{50} = 238,49 min). They have demonstrated significant effectiveness. The best (LD_{50}) obtained with the aqueous extract of aromatic plants, *L. arborescence*, was 1,554%, while the best values of LD_{90} after 360 minutes of exposure were 12,844%. The LT_{50} of individuals treated with a dose of 40% indicates a value of 97,128 min and 291,379 min for a 90% mortality.

For aromatic plants, the best LD_{50} obtained with the aqueous extract of the tree of *Warionia saharae* was 09,152%, while the best value of LD_{90} after 360 minutes of exposure was 40,739%. The LT_{50} of individuals treated with a dose of 40% indicates a value of 348.788 min and 778,423 min for a 90% mortality rate.

The *In vivo* test shows a significant decrease in weight loss of the samples treated with the extracts of *C. procera* (leaves: 0,034%, stems: -3,142%, and fruits: -2,39%), leaves, stems, and fruit of *D. stramonium* (1,290%, 2,724%, -16,087%), respectively. As the leaves, stems, and whole flowers of *H. muticus* (-0,136%, 1,715%, -7,55%) and *P. tomentosa* indicate a value of (-4,396%).

These results are considered important values that determine the bioactivity of the plant extracts studied.

Keywords: *termites, Anacanthothermes ochracus, spontaneous plants, Sahara, toxicity, bioactive effect, bioinsecticides, LT_{50} , LC_{50} .*

الملخص

عدد كبير من النباتات العطرية والطبية لها خصائص بيولوجية وصيدلانية ذات أهمية كبيرة والتي لها تطبيقات في مجالات عدة كالطب، الصيدلة، مجال مواد التجميل والزراعة. وتتميز هذه النباتات في الصحراء الجزائرية، وتحديدًا الجنوب الغربي منها، انصب اهتمامنا لدراسة قدرة مستخلصات النباتات على مكافحة حشرة الأرضة المسؤولة عن إضعاف النمو لدى النبات والمساس بالنظام الحيوي، كما يضاف إلى ذلك إلحاقها الضرر بالنباتات والمنشآت الخشبية. وتنصب دراستنا هذه على تقييم تأثير المضادات الحشرية الطبيعية والفعالية البيولوجية للمستخلصات المائية لهذه النباتات ضد حشرة الأرضة (*Anacanthotermes ochracus*). ذات النمط الصحراوي متبعين في ذلك دراسة التسمم المقارن. ويكتسي هذا التقييم أهمية المضادات الحشرية ذات المنشأ النباتي في إطار بيولوجي، مع المحافظة على نوعية الوسط الطبيعي. وفي هذا السياق تم استثمار تسعة نباتات صحراوية في المرحلة الأولى من ضمنها:

Calotropis procera*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus muticus*, *Pergularia tomentosa*, *Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launeae arborescens*, *Launeae nudicaulis

بينت النتائج المحصل عليها أن فعالية المستخلصات تؤثر بنسب مختلفة على الحشرات التي عولجت بحيث أن بعض المستخلصات أعطت فعالية عالية معبر عنها بالزمن والتركيز المميت لـ 50 % و 90% من مجمل العينات الحشرية التي أبيت بتأثير هذه المستخلصات.

بالنسبة للنباتات السامة، أظهر مستخلص (*Calotropis procera* 5%) زمنًا ملائمًا لقتل 50% من الأفراد المعالجة والذي قدر بـ 54.24 دقيقة و 58.54 دقيقة لكل من مستخلص الأوراق ومستخلص السيقان على التوالي، في حين أن مستخلص الأوراق (*Pergularia tomentosa* 4%) أظهر زمن معبر عنه بـ 94.24 دقيقة. من جهة أخرى المعالجة بمستخلص السيقان النباتية (*Calotropis procera* 3%) استغرقت زمن إبادة مقدّر بـ 102.68 دقيقة، أما المعالجة بمستخلص الثمار (*Datura stramonium* 3%) أعطت معدل زمني مقدّر بـ 161.78 دقيقة مقارنة بالمعالجة بسيقان (*Calotropis procera* 2%) أعطت 234.69 دقيقة. وفي الأخير أظهر مستخلص (*Hyoscyamus muticus* 2%) معدلًا قدره 238.49 دقيقة.

أما فيما يخص قيم التراكيز القاتلة لـ 50% من الأفراد المعالجة بواسطة المستخلصات المائية للنباتات العطرية : *arborescens*, *Launeae* فكانت النتائج كالآتي: 1.554 % كأفضل تركيز لمستخلص *arborescens launea* أما أفضل (90% CL)

بعد 360 دقيقة من تعريض الحشرات للمستخلص فعبّر عنه بـ 12.844 % . بالنسبة للزمن الملائم للملائم لقتل 50% من أفراد الحشرات المعالجة بتركيز 40% من نفس المستخلص استغرق 97.128 دقيقة مقارنة مع زمن (90% TL) من نفس التركيز بزمن قدره 291.379 دقيقة. أما بالنسبة للمستخلص المائي *Warionia Sahara* أعطت المعالجة القيم التالية (9.152% = 50% CL) كأفضل تركيز .

و بعد 360 دقيقة من تعريض الحشرات لهذا المستخلص أظهرت النتائج (90% CL = 40.739%) . بالنسبة للزمن الملائم للملائم للمعالجة بتركيز 40% من مستخلص نفس النبتة فكانت النتائج في حدود 348.788 دقيقة كافية لقتل 50 % من مجموع الحشرات المعالجة و 778.423 دقيقة لازمة لقتل 90 % من مجموع الحشرات. هذا العمل المنجز أعطى دلالة قاطعة على أن المستخلصات المائية لمجمل هذه النباتات تحتوي على مواد بيولوجية فاعلة كمبيدات حشرية طبيعية.

لوحظ تأثير الفحص الحيوي (in-vivo) و أبدى تناقص وزن العينات الخشبية بمعدل (-3.142 %)؛ (-2.39 %) (0.034%) لكل من مستخلص السيقان و الأوراق ثم الثمار على التوالي لنبتة *Calotropis procera*. أما المعالجة بمستخلص نبتة *Hyoscyamus muticus* فأعطت نتائجها لكل من الأوراق السيقان والثمار: (-7.55%؛ 1.715%؛ 0.136%) على التوالي. بالإضافة إلى مستخلص نبتة *Pergularia tomentosa* التي أعطت سيقانها معدل (-4.396%) تعتبر هذه النتائج المحصل عليها هامة ومحددة لمدى فاعلية مستخلصات النباتات المدروسة والتي تناولت هذه الدراسة اعتمادها تجريبيا.

الكلمات المفتاحية: النباتات الصحراوية، حشرة الأرضة *Anacanthotermes ochracus*، مبيد حشري حيوي، زمن مميت، تركيز مميت، مواد بيولوجية فاعلة.

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Liste des tableaux

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Tableau 1.1 : Humidité et température optimale des ravageurs xylophages.....	14
Tableau I.2 : classification de termite d'après Verma et al., (2009).	22
Tableau. II. 3 : Les produits phytosanitaires à utiliser contre les termites (Nakakita, Winks, 1981).....	32
Tableau-II.1 : Classes des flavonoïdes	47
Tableau. II.2 : Définition et critères retenus pour les biopesticides par l'Agence de protection de l'environnement (Etats- Unis) (Regnault-Roger et al., 2005).....	52
Tableau. II.3 : Terminologie généralement utilisée pour décrire l'action combinée de deux composés (Greco et al. 1995).	57
Tableau III.1 : Moyennes Mensuelles Des Précipitations (En Mm) (Station de mesure expérimentale Laboratoire de Recherche UTMBechar -2011)	70
Tableau III.2 : Moyennes Mensuelles Des Températures Sous Abri (°C) (Station de mesure expérimentale Laboratoire de Recherche UTM. Bechar -2011)	71
Tableau III.3 : Moyennes Mensuelles Des Humidités Relatives (%)	71
Tableau III.4 : récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites au niveau du site I	73
Tableau III.5 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites au niveau du site II.	74
Tableau III.6 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites au niveau du site III.	75
Tableau III.7 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes existantes dans la montagne.	76
Tableau III.8 : Criblage phytochimique comparée de différentes plantes utilisées dans l'étude	77
Tableau IV.1 : Les caractéristiques morphologiques des individus sexués	83
Tableau IV.2 : Les caractéristiques morphologiques des ouvriers.....	84
Tableau IV.3: Les caractéristiques morphologiques des soldats.....	84
Tableau IV.4 : Evolution des TL50 des extraits aqueux de plantes (1%).	105
Tableau IV.5 : Evolution des TL50 des extraits aqueux de plantes (2%).	105
Tableau IV.6 : Evaluation des TL50 des extraits des plantes dans le (3%)	106
Tableau IV.7 : Evaluation des TL50 des extraits des plantes dans le (4%)	106
Tableau IV.8 : Evaluation des TL50 des extraits des plantes dans la concentration de (5%)	107

Tableau IV.9 : Effet létal (en minute calculé) 50% de mortalité cumulé des extraits aqueux des plantes aromatiques sur <i>Anacanthotermes ochracus</i> (Termite saharien).	117
Tableau IV.10: Effet létal (en minute calculé) 90% de mortalité cumulé des extraits aqueux des plantes sur <i>Anacanthotermes ochracus</i> (Termite saharien).	118
Tableau IV.11. : Concentration létal (en %) CL50 (%) de mortalité cumulée des extraits aqueux des plantes sur <i>Anacanthotermes ochracus</i> (Termite saharien) à 360 min d'exposition.	119
Tableau IV.12 : Concentration létal de 90 % en CL90 (%) la mortalité cumulée des extraits aqueux des plantes sur <i>Anacanthotermes ochracus</i> (Termite saharien) à 360 min d'exposition.	119
Tableau IV.13 : Résultats des tests du criblage phytochimique des neuf plantes spontanées étudiées médicinales et toxiques	121
Tableau IV.14 : Résultats des tests du criblage phytochimique des quatre plantes toxiques (test des flavonoïdes).....	122
Tableau IV.15 : Résultat de Criblage phytochimique des plantes aromatiques.	123
Tableau V.1: Codification des échantillons et prise des poids pour les pièces du 1er essai (les échantillons de bois non traités par des extraits aqueux)	133
Tableau V.2: Codification des échantillons et prise des poids pour les pièces du 2 ^{ème} essai.	134
Tableau V.3 : Résultat de pourcentages des pertes des poids des échantillons traités par des extraits aqueux :	135

❧ ❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧❧ ❧❧❧❧❧ ❧

Liste des figures

❧ ❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧❧ ❧❧❧❧❧ ❧

Figure. I.1 : Larve de <i>Zeuzera Pyrina</i> (Dajoz,1998).....	10
Figure. I.2 : Xylophage adulte <i>Zeuzera Pyrina</i> (Kimoto et al., 2006).....	11
Figure. I.3 : Dégâts de scolyte rugueux sur les branches de prunier. (Dajoz, 1998).....	11
Figure. I.4 : Œufs de doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) (Stéphane, 2011).....	13
Figure. I.5 : Jeunes larves écloses de doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>).....	13
Figure. I.6 : Insecte adulte de doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	13
Figure. I.7: Dégâts de <i>Cossus</i> (gâte-bois) sur tronc de cerisier (Kimoto & al, 2006).....	15
Figure. I.8 : Plante attaquée par les termites de type saharien	16
Figure. I.9 : Vue naturelle de quelques individus de termites dans une galerie d'un nid dans la nature. Localisation prise à la région de BECHAR (LPSO, 2011)	20
Figure. I.10 : les individus ouvriers du termite (Colling, 2002 ; LPSO, 2011 ; Bourmita, 2011).	23
Figure. I.11.(a) : Soldat d'un termite (Marc, 2011).....	24
Figure. I.11.(a) : Soldat d'un termite (Bourmita, 2011 ; LPSO, 2011).	24
Figure. I.12 : Reproducteur primaire de termite (LPSO, 2011).	25
Figure. I.13 : Ouvrier des termites	25
Figure. I.14: Cycle de développement des termites souterrains (Farshid , 2005).	26
Figure. I.15 : La morphologie d'une caste soldat de termites (Julie, 2011).	27
Figure. I.16 : Structure de la cuticule chez les insectes (UVA, 2002).	28
Figure. I.17 : Observation par la microscopie électronique de la flore intestinale des termites et des filaments actinomycéaux (1500x) (Bignell et al. 1991 & Lefebvre, 2008).	28
Figure. II.1 : Quelques biomolécules à effet répulsif	37
Figure. II.2 : Molécule de l'Hyoscyamine	38
Figure. II.3 : Molécule de la β -schytanthine	38
Figure. II.4 : Molécule de la Sérotonine.....	39
Figure. II.5 : Molécule de la Nicotine	40
Figure. II.6 : Molécule de la Ryanodine.....	41
Figure. II.7 : Molécule de la Roténone.....	41

Figure. II.8 : Molécule de la Pyréthrine	42
Figure. II.9 : Molécule d'Acide gallique et Acide ellagique.....	43
Figure. II.10 : Molécule de la Tetrahydroxy-3,5,7,4' flavan - ol	43
Figure. II.11 : Squelette de base des flavonoïdes.	44
Figure. II.12 : Biosynthèse des dérivés flavonoidiques (Bruneton, 2003).	46
Figure. II.13 : Orientine et glycoside flavonoidique	48
Figure. II.14 : Quelques monoterpènes	49
Figure. II.15 : Quelques sesquiterpènes	49
Figure. II.16 : structure de la molécule de l'azadirachtine (Azadirachta indica)	51
Figure. III.1:Dimensionnement du terrain expérimental en vue de la création des termitières	64
Figure. III.2 : Les tiges des plantes codifiées avant d'être introduits et plantées dans les termitières expérimentales (LPSO, 2011).	64
Figure. III.3 : Installation des termitières expérimentales au niveau du champs expérimentale de l'université de Béchar (LPSO, 2011).	65
Figure. III.4 : Installation des tiges de plantes sélectionnées dans les unités termitières.....	65
Figure. III.5 : Les planches et les témoins préparés pour la plantation (LPSO, 2011)	66
Figure III. 6 : Localisation de la région d'étude (Région de Béchar) Sud ouest algérien.	67
Figure III.7 : Planche striée attaquée. (Résultat positif) (LPSO, 2011)	68
Figure III.8 : Zone choisi, infectée par le ravageur xylophage (LPSO, 2011).....	69
Figure III.8 : Zone choisi, infectée par le ravageur xylophage (LPSO, 2011).....	69
Figure. III.9 : Représentation du site expérimentale I. 1562.5m2 de surface.	69
Figure III.10 : Représentation du site expérimentale II. 560.5m2 de surface.	69
Figure III.11 : Représentation du site expérimentale III. 1550.5m2 de surface.....	70
Figure IV.1 : Collecte des termites par la technique de piégeage (LPSO, 2011).....	82
Figure IV.2: Un ensemble de différentes castes de termites de type Saharien (LPSO, 2011) (<i>Anacanthothermes sp</i>)	82
Figure IV.3: Observation macroscopique des différentes castes de termites de type Saharien (LPSO, 2011) (<i>Anacanthothermes sp</i>)	84
Figure IV.4 : Planches : Observation en 40x et étude de la biologie des termites dans le	

laboratoire en vue de l'identification et biologie de l'insecte (LPSO, 2011).....	85
Figure IV.5 : Prélèvement des termites (ouvriers) au laboratoire (LPSO, 2011).....	87
Figure IV.6 : Tests de toxicités comparées des insectes par la méthode de contact direct (LPSO, 2011).....	88
Figure IV.7 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de <i>Calotropis procera</i>	89
Figure IV.8 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de <i>Calotropis procera</i>	90
IV.9 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des fruits de <i>Calotropis procera</i>	91
Figure IV.10 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de <i>Datura stramonium</i>	92
Figure IV.11 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de <i>Datura stramonium</i>	93
Figure IV.12 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des fruits de <i>Datura stramonium</i>	94
Figure IV. 13 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de <i>Hyoscyamus muticus</i>	95
Figure IV.14 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de <i>Hyoscyamus muticus</i>	96
Figure IV.15 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des fleurs D' <i>Hyoscyamus muticus</i>	97
Figure IV.16 : Evolution de taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de <i>Pergularia tomentosa</i>	98
Figure IV.17 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de <i>Pergularia tomentosa</i>	99
Figure IV.18 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des Parties aériennes de <i>Limoniastrum feei</i>	100
Figure IV.19 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de <i>l'Acacia raddiana</i>	101
Figure IV.20 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des Parties aériennes de <i>l'Anabasis aretoïdes</i>	102
Figure IV. 21 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des Partie aérienne de <i>Launeae arborescens</i>	103
Figure IV.22 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et	

durée de contact d'extrait aqueux des parties aérienne de <i>Launeae nudicaulis</i>	104
Figure IV.23 : Evolution des TL50 des extraits aqueux de plantes (5%).	108
Figure IV.24 : Les individus de termite après le test et diagnostique de la mortalité.	113
Figure V.1 : Préparation des échantillons (LPSO, 2011).....	127
Figure V.2 : Implantation des échantillons dans les sites expérimentaux (LPSO, 2011)	128
Figure V.3 : Implantation des pièges dans les sites expérimentaux (24 /04/2011).....	128
Figure V.4 : Implantation des pièges dans le site (I) Station Zoologique.....	129
Figure V.5 : Implantation des pièges dans le site (II) Station Zoologique.....	129
Figure V.6. Implantation des pièges dans le site (III) Station Zoologique	129
Figure V.7 : Planches des résultats de piégeage des échantillons de bois traités par les extraits de plantes (LPSO, 2011)	131
Figure V.8 : Piégeage positif représente des échantillons attaqués par les termites (LPSO, 2011).	132
Figure V.9 : Résultats comparatifs des % de perte de masse des échantillons des bois non traités.	134
Figure V.10. Taux de perte en masse en absence et en présence des extraits de plantes.....	136
Figure V.11 : Résultats de % de perte de masse des échantillons traités par les extraits aqueux de plantes toxiques.	136
Figure V.12: Résultats de % de perte en masse des échantillons traités par les extraits aqueux de plantes médicinales.....	137

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Table de matière

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Dédicaces	I
Avant-propos	I
Liste des abreviations	II
Liste des tableaux	III
Liste des figures	IV
Table de matière.....	V
Introduction générale	1

Partie I . Synthèse Bibliographique

Chapitre I. Termites & insectes xylophages

I.1. Introduction	8
I.2. Définition des ravageurs xylophages	8
I.3. Les types des ravageurs xylophages.....	9
I.3.1. Les caractéristiques des ravageurs xylophages	10
I.3.2. Le cycle de vie d'un ravageur xylophage, Le doryphore (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) ..	12
I.3.3. Milieu de vie et conditions biotiques et abiotiques.....	14
I.3.4. Effets et dégâts causés par la majorité des insectes xylophages	15
I.3.5. Méthodes de prévention.....	17
I.3.6. Moyens de lutte.....	17
I.3.7. Les risques économiques liés aux insectes xylophages.....	19
I.4. Le termite saharien (<i>Anacanthotermes ochraceus</i>) xylophage de bois.....	20
I.4.1. Taxonomie des termites, Qui sont les termites ?	21
I.4.2. Les termites dans le monde des insectes (Classification scientifique)	21
I.4.3. Généralité sur la biologie des termites.....	23
I.4.4. Cycle de vie et de reproduction des termites souterrains	26
I.4.5. Caractéristiques biologique et physiologiques des termites	27
I.4.6. Nutrition des termites.....	30
I.4.7. Rôle écologique des termites	30
I.4.8. La dégradation de la cellulose chez les termites	31
I.4.9. Méthodes de lutte contre les termites	32
I.4.9.1. Lutte chimique.....	32
I.4.9.2. Lutte physique et mécanique	33
I.4.9.3 Lutte biologique.....	33
I.6. Conclusion	34

Chapitre II. Bio-insecticides naturels

II.1. Introduction.....	36
II.2. Les bio-insecticides.....	36
II.2.1. Les premiers pesticides naturels	36
II.2.2. Première génération de molécules végétales insecticides	37
II.3. Les Alcaloïdes	38
II.3.1. Propriétés chimiques.....	38
II.3.2. La nicotine, bio-pesticide naturel.....	39
II.3.3. Autres alcaloïdes	40
II.4. La Roténone et rétinoides.....	41
II.5. Les Pyrèthres.....	42
II.6. Les tanins.....	42
II.6.1. Classification des tanins.....	43
II.6.2. Les Flavonoïdes.....	44
II.7. Huiles végétales.....	48
II.9. Deuxième génération de molécules insecticides d'origine végétale	50
II.9.1. Généralités sur les bio pesticides d'origine végétale.....	51
II.9.2. Critères des Insecticides phytochimiques	53
II.9.2.1. Les critères qui rapprochent les biopesticides d'origine végétale à des insecticides idéals.....	53
II.9.2.1.1. Sélectivité	53
II.9.2.1.2. La spécificité	54
II.9.2.1.3. La biodégradabilité.....	54
II.9.2.1.4. La résistance	55
II.9.2.1.5. La biodisponibilité.....	55
II.10. La synergie dans le domaine des bio-insecticides	56
II.11. Phytomolécules et synergie	57
II.11.1. Le système PSMO (poly substrats mono-oxygénase).....	57
II.11.2. Interaction bio-insecticides et systèmes enzymatiques.....	58
II.12. Conclusion	59

Partie II. Etude expérimentale

Chapitre III. Interaction plantes-termite : étude sur terrain

Introduction	62
--------------------	----

III. Essai de réalisation des termitières expérimentales.....	62
III.1. Méthodologie et étude sur terrain	62
III.1.1. Choix des plantes en vue de l'installation des termitières	62
III.1.2. Récolte et mise en place des termites étudiés	63
III.1.3. Localisation géographique de la zone d'étude.....	66
III.2. Etude expérimentale sur terrain et relevé des attaques	68
III.2.1. Etude des caractéristiques climatologiques de la région d'étude	70
III.2.2. Screening sur terrain des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites	72
Conclusion	78

Chapitre IV. Effet antitermitic In-Vitro des extraits de plantes sahariennes

Introduction	80
IV.1. Méthodologie et étude <i>In-Vitro</i>	80
IV.1.1. Choix des plantes.....	80
IV.1.2. Matériel biologique (Model Physiologique).....	81
IV.1.3. Récolte et mise en place des termites étudiés.....	81
IV.1.4. Etudes biologique de l'insecte étudié	82
IV.1.5. Criblage phytochimique	86
IV.1.6. Tests de toxicité comparée	86
IV.1.6.1. Préparation des poudres	86
IV.1.6.2. Préparation des extraits aqueux.....	86
IV.1.6.3. La récolte et mise en place des termites étudiés	87
IV.1.6.4. Tests par méthode de contact (test <i>In-vitro</i>).....	87
IV.1.6.5. Résultats des tests de toxicité par les plantes toxiques Test par méthode de contact (test <i>In Vitro</i>).....	88
IV.1.6.7. Toxicité comparée sur les termites par des plantes aromatiques prélevées de la station contaminée	112
IV.1.6.8. Résultats des tests du Criblage phytochimique de plantes toxiques	120
Conclusion	124

Chapitre V. Effet répulsif des extraits de plantes : étude sur terrains

V.1. Test d'implantation des pièges (Test <i>In Vivo</i>) par la Technique de piégeage	126
Introduction	126
V.1.1. Préparation des extraits aqueux	126
V.1.2. Préparation des échantillons.....	126
V.1.3. Implantation des échantillons sur terrain expérimental	128

V.2. Analyse de la perte en masse durant les expériences <i>In-vivo</i>	130
V.3. Les essais de toxicité comparée et de répulsion sur terrains (test de piégeage comparé).131	
Conclusion.....	140
Conclusion générale	142
Références Bibliographiques	146
Annexes.....	145
Publications et communications	151

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Introduction générale

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ **Problématique de Thèse** ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧

Dans plusieurs régions d'Afrique et d'Asie, la production agricole est sérieusement éprouvée par les sécheresses périodiques, l'érosion des sols et par la désertification. Elle est également fortement endommagée depuis longtemps par les xylophages, en l'occurrence les termites. Les termites sont des fléaux anciens, causant de graves dommages dans certaines régions du globe. Face à ce fléau, l'homme a l'ingéniosité de recourir à plusieurs méthodes de lutttes, physiques, biologiques et chimiques. Depuis quelques décennies, une prise au sérieux des problèmes environnementaux a incité les organismes et les institutions de recherche à développer beaucoup plus les méthodes biologiques, sous ses diverses formes en vue de limiter l'usage des pesticides chimiques. L'une de ses formes est l'exploitation des composés secondaires, provenant des plantes dans la lutte contre les insectes nuisibles. De nombreuses espèces végétales ont été testées afin d'étudier leurs propriétés insecticides et leur toxicité. Le Sahara dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, plusieurs espèces sont connues par leurs propriétés thérapeutiques ou toxiques remarquables. Au vu de ce constat, et pour mieux caractériser les potentialités de la flore saharienne et de la valoriser, dans le cadre de la recherche des molécules bioactives, d'origine végétale, efficaces dans la lutte contre les ravageurs, la présente étude se propose de s'orienter sur les activités biologiques des extraits d'espèces végétales du Sahara septentrional Ouest algérien, sur des termites de type saharien, dans le but de rechercher leurs effets sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de ce ravageur.

ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝର ଝ

Introduction

Depuis le début des temps, l'être humain s'est servi des plantes pour soulager, et même guérir certains problèmes de santé. Dans nos sociétés actuelles, la médecine par les plantes, traditionnelle, connaît un regain de popularité en s'alliant à une nouvelle conscience "écologique". L'Organisation Mondiale de la Santé estime que 80 % des cinq milliards d'habitants de la planète ont recours à la médication par les plantes.

Un grand nombre des plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques et pharmacologiques très intéressantes qui trouvent des applications dans divers domaines, à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et agriculture. Cependant, l'évaluation des propriétés phytopharmaceutiques ; antioxydantes et antimicrobiennes demeure une tâche très intéressante et utile. Ces plantes représentent une nouvelle source de composés actifs, en effet, les métabolites secondaires font et restent l'objet de nombreuses recherches in

vivo comme in vitro, notamment la recherche de nouveaux constituants naturels tels que les composés phénoliques, les saponines, les huiles essentielles et les alcaloïdes.

Dans la valorisation de la flore saharienne nous nous sommes intéressés à la lutte contre les ravageurs et agents responsable des contaminations et dégradations des systèmes vitaux tels que les forêts les couvertures végétales, bois de construction, arbres, arbustes et même de plantes spontanées qui représentent les liaisons entre les écosystèmes.

Les termites sont l'un des ravageurs des plantes les plus ennuyeux, des arbres et des structures en bois. Ils endommagent sévèrement les récoltes agricoles et l'infrastructure urbaine.

Dans le domaine de la lutte anti-termite, les substances actives des insecticides les plus utilisés appartiennent à la classe *Chlorpyrifos-Ethyl* ou *Ethoprophos*, ces préparations bien qu'elles se soient révélées très efficaces sur les termites, présentent plusieurs inconvénients. En effet, elles peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux en plus leur coût élevé, l'accumulation significative des matières chimiques actives dans les écosystèmes traités pose un grand problème de pollution. Et touchent l'aspect sécuritaire des systèmes biologiques.

À tous ces inconvénients s'ajoute aussi un grand problème de développement de résistance aux insecticides chimiques. Ces dangers ont conduit l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche.

L'Algérie, grâce à sa situation géographique, relief, sa grande variété de climats et de sol, possède une flore variée dans les régions côtières, les massifs montagneux, les hauts plateaux, la steppe et les oasis sahariennes, on trouve plus de biodiversité et variabilité intéressante représentée par plus de 3000 espèces végétales. (**CHERITI et al., 2002_(a), 2006_(b) ; OULED EL HADJ M. DIDI et al., 2003_(a), 2006_(b)**).

Le Sahara Algérien dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, plusieurs espèces sont connues par leurs propriétés thérapeutiques, pharmaceutiques et toxiques cette flore saharienne présente des particularités et spécificité en matière d'adaptation aux facteurs biotiques et abiotiques, ce qui les rend typiques au plan de métabolites secondaires. (**CHERITI et al., 2002_(a), 2006_(b) ; OULED EL HADJ M. DIDI et al., 2003_(a), 2006_(b)**).

Les insecticides synthétiques ont montré des effets néfastes pour la santé publique et l'environnement expliquant leur retrait progressif du marché. Pour remplacer ces produits, plusieurs alternatives existent. (**MOUFFOK et al., 2008**).

Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche des nouvelles biomolécules en prenant

en compte d'autres critères de l'efficacité et modes d'action. Cette recherche s'est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles actives non polluantes et qui sont utilisées dans la lutte moins nocive et plus raisonnée. **(NGAMO et HANCE, 2007)**

La lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation des substances naturelles d'origines végétales facilement biodégradables dans les biotopes et efficace contre les ravageurs.

De nombreuses molécules, qui présentent une action défensive du végétal contre les ravageurs, ont été identifiées. Ainsi plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées **(NGAMO et HANCE, 2007)**.

Au vu de ce constat et pour mieux caractériser les potentialités de la flore saharienne et de valoriser dans le cadre de la recherche des molécules bioactives d'origine végétale dans la lutte contre les termites. Notre travail se propose de s'orienter sur l'évaluation de l'effet bio insecticides et activités biologiques des extraits aqueux des plantes du Sud-Ouest Algérien sur des termites de type Saharien *Anacanthothermes ochracus* par l'étude de la toxicité comparée des extraits. Cette évaluation consiste à assurer l'importance des insecticides d'origine végétale dans le cadre biologique et préservation de la qualité du milieu naturel et ses ressources biologiques.

Le présent manuscrit, inclut une introduction générale et une synthèse bibliographique en deux chapitres sur l'actualité des insectes xylophages, modes de vie et dégâts causés (diagnostique, complication et traitement du problème), les plantes et bio-insecticides naturels ; la partie expérimentale est structurée en trois chapitres complémentaires, dont chacun comporte sa partie méthodologique, résultats et discussion.

Le troisième chapitre concerne une étude sur l'interaction plante-termites sur terrain pour comprendre les stratégies de l'insecte et son mode de vie du genre *Anacanthothermes* sp.

Le quatrième chapitre est consacré à l'étude et la valorisation des extraits de plantes médicinales et toxique saharienne à savoir : *Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launea arborescens*, *Launea nudicaulis*, *Calotropis procera*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus muticus* et *Pelgularia tomentosa*.

Ainsi que des plantes aromatiques : *Launeae arborescence*, *Bubonium graveolens*, *Warionia Saharae* et *Anvillea radiata*,

Cette étude est précédée par l'évaluation de la toxicité comparée des extraits est détermination du létale (TL_{50}) et concentration létale (CL_{50}).

Suite aux résultats intéressants obtenus au laboratoire sur l'effet antitermitique des extraits des plantes choisit, une étude sur terrain est présentée en cinquième chapitre pour

l'exploration de l'effet répulsif des extraits de plantes dans l'environnement réel des termites étudiés.

En fin, ce manuscrit se termine par une discussion générale des principaux résultats, suivie par une conclusion générale et des perspectives

CHERITI A., BELBOUKHARI N., SEKKOUM K. et HACINI S., plants of Algerian semi-aride région used for the treatment of gastro- intestinal disorders, *Journal Algerian des regions Arides*, (2006), (05), pp.06-10.

CHERITI A., ROUISSAT A., SEKKOUM et BALANSARD G., Plante de la pharmacopée traditionnelle de la région d'Elbayedh (Algérie), *phytoterapia*, vol. LXVI, (6) ; (1995) ; p. 525-537.

CHERITI A., et al., Rapport de la recherche sur les plantes médicinales du sud-ouest Algérien, CRSTRA, (2002).

MOUFFOK B., RAFFY E., URRUTY N. et ZICOLA J., Le neem, un insecticide biologique efficace, *Université Paul Sabatier IUT, France*, (2008) ; p : 2-3.

OUELD EL HADJ M. DIDI et al., Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrionale Est), *Courrier du savoir*, (2003), (03), pp : 47-51.

MOHAMED DIDI OULD EL HADJ, ABDOURAHMANE TANKARI DAN-BADJO, FOUZIA HALOUANE, SALAHEDDINE DOUMANDJI. Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 (*Orthoptera-Cyrtacanthacridinae*). *Science et changements planétaires / Sécheresse*. (2006) ; 17(3) pp : 407-414.

NGAMO L.S.T, & HANCE T.H. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicultura*,

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Chapitre I.
Termites & insectes xylophages.

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

I.1. Introduction

Les insectes représentent la classe la plus importante du monde animal. Plus d'un million sont recensés dans le monde. On compte environ cinquante mille espèces, dont deux mille cinq cents sont phytophages (**Martija et al., 2008**).

Les insectes xylophages (au sens large) consomment de la matière ligneuse au cours de tout ou partie de leur cycle de développement et regroupent les insectes sous-corticaux, qui se limitent aux assises génératrices et au liber sans pénétrer dans l'aubier, et les insectes xylophages stricts qui forent une galerie plus ou moins profonde à l'intérieur du bois dès le début du processus de colonisation ou après une phase sous-corticale.

Le terme « xylophages » désigne uniquement les insectes xylophages stricts à l'exclusion des insectes sous-corticaux (**Viswanathan et al., 1996**).

I.2. Définition des ravageurs xylophages

Les ravageurs xylophages sont des organismes vivants dont le régime alimentaire est composé de bois, dénommés de façon trop restrictive, « rongeurs de bois » sont en réalité des insectes qui, selon les espèces, ils se nourrissent de cellulose qu'ils trouvent dans le bois, dans le papier, le carton, ainsi que dans d'autres matériaux dérivés du bois comme les panneaux. Ce sont les seuls représentants de l'ordre des isoptères (anciennement) et les seuls insectes sociaux non hyménoptères (abeilles, guêpes, fourmis). On connaît aujourd'hui près de 2800 espèces de termites, groupées en près de 300 genres (**Jequel, 2010 ; Kamil, 2008 ; Kutnik & Bagneres, 2005**).

Les saproxylophages ne consomment que le bois en décomposition (arbre mort). Les pyrophiles recherchent le bois brûlé par les incendies de forêts

Les insectes dits xylophages, pour la plupart (*Termitidae*), ne peuvent digérer seuls la cellulose et/ou la lignine ; la présence (soit dans le substrat, soit dans leur tube digestif ou dans le bois) de champignons ou de bactéries symbiotes est indispensable à l'assimilation du bois par les xylophages.

Ces espèces contribuent à la qualité du sol forestier, à la résilience écologique et à la régénération naturelle des forêts.

I.3. Les types des ravageurs xylophages

Plusieurs insectes parasites des bois d'œuvre, hormis les termites, peuvent infester les habitations et y faire des dégâts importants.

Ils peuvent être classés en deux catégories suivant leur mode de vie : les insectes dont les larves ingèrent le bois pour se nourrir, on les appelle insectes à larves xylophages et les insectes qui creusent le bois pour installer leur ponte, on les appelle insectes nidificateurs (*Abeille charpentière, fourmi*).

La première catégorie peut se diviser encore en deux sous-catégories : les insectes dits "de bois frais" qui déposent leurs pontes dans les arbres dépérissant ou dans les grumes fraîchement abattues. Ces insectes commencent leur développement dans les bois dont le taux d'humidité est encore élevé et poursuivent leur cycle dans les mêmes bois devenus secs et déjà mis en œuvre (*Sirex, Cerambyx scopolii, Arhopalus rusticus...etc*).

Les insectes dits "de bois secs", dont le développement se produit dans les bois dont l'humidité se situe entre 7 et 18 % qui peuvent se succéder de génération en génération jusqu'à destruction totale de la pièce de bois (*Petite et grosse vrillettes, lyctus, capricorne des maisons, Hesperophanes, ...etc*) (**Belalia, 2006**).

I.3.1. Les caractéristiques des ravageurs xylophages

a - Larve :

Longueur : 15 – 30 mm.

Durée de vie : environ 5 ans.

Couleur ivoire, mandibules brun rouge (**Marc, 2011**).



Figure. I.1 : Larve de *Zeuzera Pyrina* (Dajoz, 1998).

b - Insecte adulte

Longueur : 8 – 20 mm. Corps brun foncé à noir, élytres (ailes rigides protégeant les ailes membraneuses, seules aptes au vol) brun foncé à noir avec 2 points clairs, rostre velu.

Dégâts : trous de sortie ovales, 4 - 7 mm (**Marc, 2011**).



Figure. I.2 : Xylophage adulte *Zeuzera Pyrina* (Kimoto et al., 2006).

c - Bois attaqués

Aubier des résineux. Peut manger jusqu'à 10 mm de bois par jour (**Marc, 2011**).



Figure. I.3 : Dégâts de *scolyte rugueux* sur les branches de prunier. (Dajoz, 1998).

I.3.2. Le cycle de vie d'un ravageur xylophage, Le doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*)

Les adultes passent l'hiver enfouis dans le sol. Ils en sortent au printemps lorsque le sol s'est suffisamment réchauffé. Très vite, ils recherchent le feuillage des pommes de terre dont ils se nourrissent.

Les œufs, ovoïdes, de couleur jaune orangé, sont déposés par petits paquets de 20 à 30, collés à la face inférieure des feuilles. Les œufs éclosent au bout de 10 à 15 jours et donnent naissance à des larves qui se nourrissent des feuilles. Le doryphore peut aussi attaquer d'autres solanées cultivées (les tomates, les aubergines...) ou des espèces sauvages (Daturas, Morelle noire, douce et amère...). Après trois mues, la larve a terminé son développement. Elle s'enfouie alors dans le sol pour se nymphoser et donner ainsi naissance à l'insecte adulte.

Le cycle complet se déroule sur une période allant d'un mois à un mois et demi. En fonction du climat, il peut y avoir deux ou trois générations par an.

À la fin de l'été, les adultes survivants s'enfouissent dans le sol pour hiberner en profondeur, à l'abri du gel. **(Stéphane, 2011).**



Figure. I.4 : Œufs de doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*)
(Stéphane, 2011).



Figure. I.5 : Jeunes larves écloses de doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*)
(Stéphane, 2011).



Figure. I.6 : Insecte adulte de doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*)
(Stéphane, 2011).

I.3.3. Milieu de vie et conditions biotiques et abiotiques

De manière générale, les insectes xylophages peuvent être répartis en deux catégories selon qu'ils s'attaquent à des bois verts ou humides ou à des bois secs.

Les insectes du bois vert déposent leurs larves dans des arbres encore sur pied ou fraîchement abattus. Lorsque les bois infectés sont coupés, le développement des larves peut généralement encore se poursuivre, ce qui conduit à des envols spectaculaires d'insectes adultes tout à fait inoffensifs pour les bois ouvrés ; en effet, leur développement larvaire nécessite un taux d'humidité du bois important qui exclut toute infestations de bois secs. Les insectes du bois sec constituent donc le risque majeur pour les charpentes, les menuiseries et le mobilier en bois. Physiologiquement, ils sont parfaitement adaptés à notre environnement, leurs larves étant capables de se développer dans des bois présentant un faible taux d'humidité et une température basse ($> 12^{\circ}\text{C}$), même si les conditions optimales de développement se situent à des niveaux supérieurs (Colling, 2002).

Tableau 1.1 : Humidité et température optimale des ravageurs xylophages

<i>Quelques Ravageurs xylophages</i>	<i>Taux d'humidité optimale</i>	<i>Température optimale</i>
<i>Lyctus Lyctus brunneus</i>	15 -16 %	23-25 °C
<i>Capricorne Hylotrupes bajulus</i>	30-34 %	28-30 °C
<i>Vrillettes Anobium punctatum</i>	28 %	22-23 °C

Des conditions de température ou d'humidité plus faibles, entraînent une diminution temporaire de l'activité larvaire, les températures supérieures à 50-60°C sont mortelles (selon l'espèce et la durée) (Colling, 2002).

I.3.4. Effets et dégâts causés par la majorité des insectes xylophages

Les xylophages primaires sont des insectes qui sont capables de causer un dégât direct à un arbre ou un arbuste sain et en pleine sève. Les ravageurs secondaires, ou de faiblesse, sont au contraire incapables de vivre aux dépens d'un arbre sain et ne se développent que sur des arbres affaiblis par des maladies ou d'autres insectes, ou en mauvais état physiologique. Les insectes xylophages ravageurs primaires de nos arbres et arbustes sont peu nombreux par rapport aux insectes xylophages secondaires. Ils appartiennent principalement à 4 ordres : coléoptères, lépidoptères, hyménoptères et isoptères (Kimoto & al, 2006).



Figure. I.7: Dégâts de *Cossus* (gâte-bois) sur tronc de cerisier (Kimoto & al, 2006).

Parmi les coléoptères, 4 familles (*Scolytidae*, *Curculionidae*, *Cerambycidae* et *Buprestidae*) regroupent la majorité des espèces xylophages, mais beaucoup sont des ravageurs de faiblesse. Les *Scolytidae* sont des coléoptères cylindriques, qui attaquent aussi bien les feuilles (scolytes des arbres fruitiers, scolyte de bouleau). Les *Curculionidae* (beaucoup sont mangeurs des feuilles, de pousses ou de bourgeons), Les *Cerambycidae* dont Les plus connus en tant que ravageurs primaires sont la petite saperde et la grande saperde du peuplier. En revanche, beaucoup de *Cerambycidae* sont des ravageurs de faiblesse (ils accélèrent les processus de dégradation des arbres) de nombreuses essences feuillues et de conifères. Les *Buprestidae*, coléoptères élancés, comptent une dizaine d'espèces xylophages nuisibles (*Agilus biguttatus*, *Agilus planipennis*). Leurs larves font des galeries linéaires plus ou moins sinueuses, dans l'écorce, l'aubier, le bois... et même les racines (Martinez, 2008).

Les lépidoptères, dont les chenilles des *Cossidae* sont polyphages et se développent sur un grand nombre de feuillus fruitiers ou forestiers. Les *Sesiidae* sont principalement nuisibles aux essences fruitières (sésie du pommier, *Lymantria monacha*...), aux saules et peupliers (Heat et al., 1996).

Les hyménoptères. L'espèce la plus nuisible est le sirex géant ou guêpe du bois (*Urocerus gigas*) : ses larves creusent des galeries profondes de 6 à 20 cm dans les résineux sur pied, mais aussi dans les bois abattus et les charpentes (Stansly et al., 2000).

Les isoptères sont les termites, De nombreuses études ont été faites sur les dégâts causés par les termites dans le monde (Gemech, 2007).

D'après Logan et al., (1990), sur les 2500 espèces de termites décrites, environ 300 sont reconnues comme nuisibles aux végétaux vivants et aux bâtiments dont En Europe, les termites souterrains du genre *Reticulitermes* comptent en effet parmi les insectes nuisibles les plus importants d'un point de vue économique. Ils endommagent plus des maisons. Les dommages potentiels sur des forêts et des produits de forêt étaient estimés dans plusieurs pays. Ils attaquent les récoltes agronomiques telles que la canne à sucre, fourrage, coton, arachides, des tubercules, et les nombreuses récoltes d'arbre.



*Attaque au
niveau du
tronc*

Figure. I.8 : Plante attaquée par les termites de type saharien
Localisation Taghit, w. BECHAR (LPSO, 2011)

I.3.5. Méthodes de prévention

Après la réalisation d'un traitement, il faudra éviter impérativement l'entrée des insectes dans les locaux. Pour cela, il conviendra de :

- vérifier l'étanchéité des bâtiments et placer des protections adaptées (moustiquaires aux fenêtres et balais anti-intrusion au bas des portes) si nécessaire ;
- placer des systèmes de piégeage, tels que des pièges à lumière ultraviolette à fond englué, à l'intérieur des locaux afin de détecter la présence d'insectes et réduire leur population.
- recourir à des pièges à phéromone, spécifiques pour une espèce donnée (piège à phéromone). Mais actuellement peu de phéromones ont été mises sur le marché pour le piégeage des insectes xylophages appartenant à cette famille (**Sheppard, 2004**).

I.3.6. Moyens de lutte

Il est tout d'abord indispensable, d'une part, d'effectuer un diagnostic précis de la présence avérée d'une infestation par ces insectes et, d'autre part, de déterminer, si possible, l'espèce en cause. Plusieurs traitements existent (fumigation, traitement à la chaleur...), mais le traitement le plus courant reste l'utilisation de produits de préservation. Ce traitement consiste à injecter, à l'intérieur du bois et en profondeur, un insecticide rémanent, ce qui permet généralement une protection durable. Pour le traitement des objets et du mobilier, on peut utiliser les techniques de fumigation en adaptant le type de gaz à la composition des matériaux des objets ou des meubles, afin d'éviter tout risque d'altération. Les collections patrimoniales peuvent être traitées par les techniques de privation d'oxygène, qui ont l'avantage de ne pas être toxiques. Il s'agit de remplacer l'oxygène de l'air par de l'azote (anoxie dynamique) ou d'employer des sachets absorbants d'oxygène (anoxie statique). Cela implique souvent de nombreuses manipulations des œuvres. Les inconvénients majeurs de ces dernières techniques sont la durée du traitement (environ 1 mois) et son coût souvent très important (**Heat et al., 1996 ; Stansly et al., 2000 ; Gemech, 2007 ; Martiez, 2008**).

a. Lutte préventive

La prophylaxie consiste à éliminer du verger toutes les possibilités de propagation du ravageur. Pour cela, il convient dans un premier temps de recenser les facteurs favorables à la dissémination des scolytes dans le verger : il s'agit de tous les bois de fruitiers (vivants ou morts) infestés par des scolytes et tous les arbres fruitiers affaiblis ou stressés, donc susceptibles d'attirer des scolytes dans le verger (**Regnault et al., 2008**).

b. Lutte biologique

Peu de moyens de lutte existent contre la *sesie* du pommier (*Synanthedon Myopaeformis*, *Synanthedon scitula*) :

- Il existe des pièges à phéromones qui peuvent limiter la présence des larves dans le verger.

- Il est également possible de réaliser des emplâtres de lithothamne au pied des arbres touchés au niveau du porte-greffe ou des broussins en fin de récolte.

- Les oiseaux et les chauves-souris sont de très bons auxiliaires pour la lutte contre les ravageurs xylophages présentés. Il est possible d'installer des nichoirs pour que ces auxiliaires soient les plus efficaces possibles (**Regnault et al., 2008**).

c. Lutte chimique

Les traitements chimiques ne sont réalisables qu'au moment du vol des adultes car à partir du moment où les larves se trouvent dans les arbres, les produits ne sont plus efficaces. En effet, les produits disponibles n'ont pas la capacité de se répartir dans l'arbre. Afin de traiter au bon moment, il faut au préalable mettre en place des pièges pour déterminer au mieux les périodes de vols (**Regnault et al., 2008**).

I.3.7. Les risques économiques liés aux insectes xylophages

Les insectes xylophages secondaires forment des galeries plus ou moins profondes dans les bois dépourissant, les chablis ou les grumes, mais ne perturbent pas le système vasculaire de l'arbre dans le cas d'une éventuelle colonisation d'une tige sur pied (sauf pour de très petits diamètres) et ne représentent donc pas un danger pour les peuplements.

En revanche, ces galeries déprécient notablement l'aspect du bois et peuvent être très dommageables dans le cas de produits ligneux de qualité pour lesquels aucun défaut n'est toléré. Les caractéristiques mécaniques des bois ne sont toutefois que rarement affectées par la seule présence de galeries d'insectes xylophages qui, soit ne pénètrent pas profondément, soit ne sont pas en densité suffisante (**Regnault et al., 2008**).

Ce sont essentiellement les champignons qui altèrent plus ou moins rapidement les propriétés mécaniques et, lorsque les *sapro-xylophages* arrivent, les champignons lignivores sont en général déjà largement présents et ont enlevé toute valeur aux produits forestiers (**Regnault et al., 2008**).

Ils s'attaquent au bois vivant des arbres fruitiers, les dégâts occasionnés peuvent être importants, d'autant qu'ils sont rarement isolés. En cas d'attaques sévères, de très typiques agglomérats rougeâtres peuvent parfois être aperçus aux pieds des arbres. Constitués de sciure grossière, d'excréments et de soie, ils dégagent une odeur non moins caractéristique de "vinasse".

L'arbre peut d'ailleurs en dépérir, voire périr, d'autant que les blessures causées sont la porte ouverte à de multiples agents pathogènes (maladies, champignons).

I.4. Le termite saharien (*Anacanthotermes ochraceus*) xylophage de bois

Les termites sont des insectes xylophages, autrement dit, ils se nourrissent de cellulose qu'ils trouvent dans le bois, dans le papier, le carton, ainsi que dans d'autres matériaux dérivés du bois comme les panneaux. Ce sont les seuls représentants de l'ordre des isoptères (anciennement) et les seuls insectes sociaux non hyménoptères (abeilles, guêpes, fourmis). On connaît aujourd'hui près de 2 800 espèces de termites, groupées en près de 300 genres (**kamil, 2000 ; 2005 ; Jequele, 2010**).

Les termites, comme les fourmis, sont des insectes sociaux qui vivent en colonies. Leur organisation, leurs capacités à dégrader les bois et les matériaux contenant de la cellulose en font des ennemis redoutables pour les bâtiments.

Les termites sont divisés en plusieurs castes : les ouvriers, les soldats et les reproducteurs. Ce sont les ouvriers qui assurent les besoins alimentaires de la colonie : ils vont récolter la cellulose qui se trouve principalement dans le bois, le carton, le papier...etc. (**Bignell et al., 2000**)



Figure. I.9 : Vue naturelle de quelques individus de termites dans une galerie d'un nid dans la nature. Localisation prise à la région de BECHAR (LPSO, 2011)

I.4.1. Taxonomie des termites, Qui sont les termites ?

Selon cette systématique et position : (*Legendre et al., 2008*)

- Position systématique

Règne : animal

Embranchement : Arthropodes

Classe : Insectes

Ordre : *Termitidae* – Isoptère **Blattodea** : **Hodotermitidae**

Familles : répartis en 12 familles et S/ Familles - Termitidés - (*Mastotermitidae*, *Kalotermitidae*, *Hodotermitidae*, *Termopsidae*, *Rhinotermitidae*, et *Serritermitidae*) and higher termites (*Termitidae*).

Genre : Terme étudié - *Anacanthotermes ochraceus* (**Blattodea: Hodotermitidae**)

Espèces : près de 2600 espèces selon la phylogénie de isoptères. (*Bignell et al., 2000*)

Anacanthotermes ochraceus

Les Termites sont des insectes eusociaux appartenant au l'ordre des *Blattodea* famille des Termitidés (anciennement Isoptères). Ils vivent en colonies mixtes (autant de mâles que de femelles) divisées en castes distinguant notamment reproducteurs, les ouvriers et des soldats. Improprement appelés « fourmis blanches », les termites sont proches des blattes et des mantes dont ils se sont différenciés il y a plus de 180 millions d'années en adoptant un mode de vie social (*Legendre et al., 2008 ; Quivrin, 2008*).

I.4.2. Les termites dans le monde des insectes (Classification scientifique)

Les termites sont classés en 7 familles incluant des termites inférieurs (*Mastotermitidae*, *Hodotermitidae*, *Termopsidae*, *Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae* et *Serritermitidae*) et des termites supérieurs qui sont les *Termitidae* et qui représentent un peu plus de 75% des 1800 espèces de termites connues. Contrairement aux autres termites, ces derniers ne possèdent pas de flagellées dans leur tube digestif. Cette caractéristique est corrélée à une plus grande diversification des habitudes alimentaires ainsi qu'à quelques changements majeurs au niveau des associations symbiotiques. La considérable diversité structurale des nids est la résultante des différences évolutives, des dimensions des colonies, des habitudes alimentaires et de l'établissement d'un microclimat particulier adapté à chaque espèce (*Abe & Higashi, 2001 ; Kumari et al., 2006 ; Guedegbe, 2008 ; Legendre et al., 2008*).

Tableau I.2 : classification de termite d'après Verma et al., (2009).

<i>Famille</i>	<i>Sub-Famille</i>	<i>Genre</i>
Mastotermitidae		<i>Mastotermes darwiniensis</i>
Kalotermitidae		<i>Kaloterme</i>
Hodotermitidae	Carinatermitinaea	<i>Carinatermes</i>
	Lutetiatermitinaea	<i>Lutetiatermes</i>
	Hodotermitinae	<i>Hodotermes</i>
		Anacanthotermes
Termopsidae	Cretatermitinae	<i>Cretatermes</i>
	Porotermitinae	<i>Porotermes</i>
	Stolotermitinae	<i>Stolotermes</i>
	Termopsinae	<i>Termopsis</i>
Rhinotermitidae	Archeorhinotermitinaea	<i>Archeorhinotermes</i>
	Coptotermitinae	<i>Coptotermes</i>
	Heterotermitinae	<i>Heterotermes</i>
	Prorhinotermitinae	<i>Prorhinotermes</i>
	Psammotermitinae	<i>Psammotermes</i>
	Stylotermitinae	<i>Stylotermes</i>
	Termitogetoninae	<i>Termitogeton</i>
	Rhinotermitinae	<i>Rhinotermes</i>
Serritermitidae		<i>Serritermes serrifer</i>
Termitidae	Apicotermitinae	<i>Apicotermes</i>
	Foraminitermitinae	<i>Foraminitermes</i>
	Sphaerotermitinae	<i>Sphaerotermes</i>
	Macrotermitinae	<i>Macrotermes</i>
	Syntermitinae	<i>Syntermes</i>
	Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes</i>
	Termitinae	<i>Termes</i>

I.4.3. Généralité sur la biologie des termites

Les termites sont des insectes polymorphes et eusocial, vivant dans les grandes communautés des plusieurs centaines à plusieurs millions d'individus, composés de formes reproductives (à ailes) ainsi que de nombreux soldats stériles aptères et ouvriers (**Homathevi et al., 2003**).

- Les ouvriers

La caste ouvrière représente la très grande majorité de la colonie (en moyenne 90 à 95 % des individus dans le cas des termites souterrains). Ils sont chargés de s'occuper de la termitière : ils nourrissent le couple royal, les larves, les soldats et construisent les galeries. Ils forment la majeure partie de la population active et ne participent pas à la reproduction ; ce sont eux qui sont responsables des dégâts (**Homathevi et al., 2003**).

Selon Harris, (1957), « Tous les termites vivants, excepté le *Kalotermitidae*, sont connus pour avoir une véritable caste d'ouvrier. Dans *Kalotermitidae*, il n'y a aucune caste distincte d'ouvrier et le travail de la colonie est effectué par non mûr adultes, dont le développement est arrêté temporairement selon les besoins de la colonie ».



Figure. I.10 : les individus ouvriers du termite (Colling, 2002 ; LPSO, 2011 ; Bourmita, 2011).

- Les soldats

Beaucoup moins nombreux (de 1 à 30 % de la population suivant les espèces) se remarquent par leur tête allongée et armée d'ordinaire de puissantes mandibules en cisailles. Ils sont nourris par les ouvriers. Ce sont eux qui assurent la défense de la colonie et leur examen permet d'identifier relativement facilement le genre observé (Marc, 2011).



Figure. I.11.(a) : Soldat d'un termite (Marc, 2011).



Figure. I.11.(a) : Soldat d'un termite (Bourmita, 2011 ; LPSO, 2011).

- Les individus sexués

Mâles ou femelles, assurent seuls les fonctions reproductrices. En principe, la fonction reproductrice est assurée par un couple unique, la reine et le roi, mais, dans certaines colonies, il peut y avoir plusieurs couples reproducteurs (**Homathevi *et al.*, 2003 ; Marc, 2011**).



Figure. I.12 : Reproducteur primaire de termite (LPSO, 2011).

e. Les larves et les nymphes

Sont les membres jeunes de la colonie qui donnent, après transformation, soit des individus sexués soit des individus neutres en dépendant au besoin de la colonie (**Homathevi *et al.*, 2003**).



Figure. I.13 : Ouvrier des termites

I.4.4. Cycle de vie et de reproduction des termites souterrains

L'essaimage a lieu, une fois par an, entre février et avril, pour les termites souterrains en mai juin et le termite à cou jaune en septembre. Il s'étale sur plusieurs jours. Il rapproche des partenaires issus de deux colonies de la même espèce (Lopez, 2005).

La Figure I.14 représente le cycle de développement des termites souterrains.

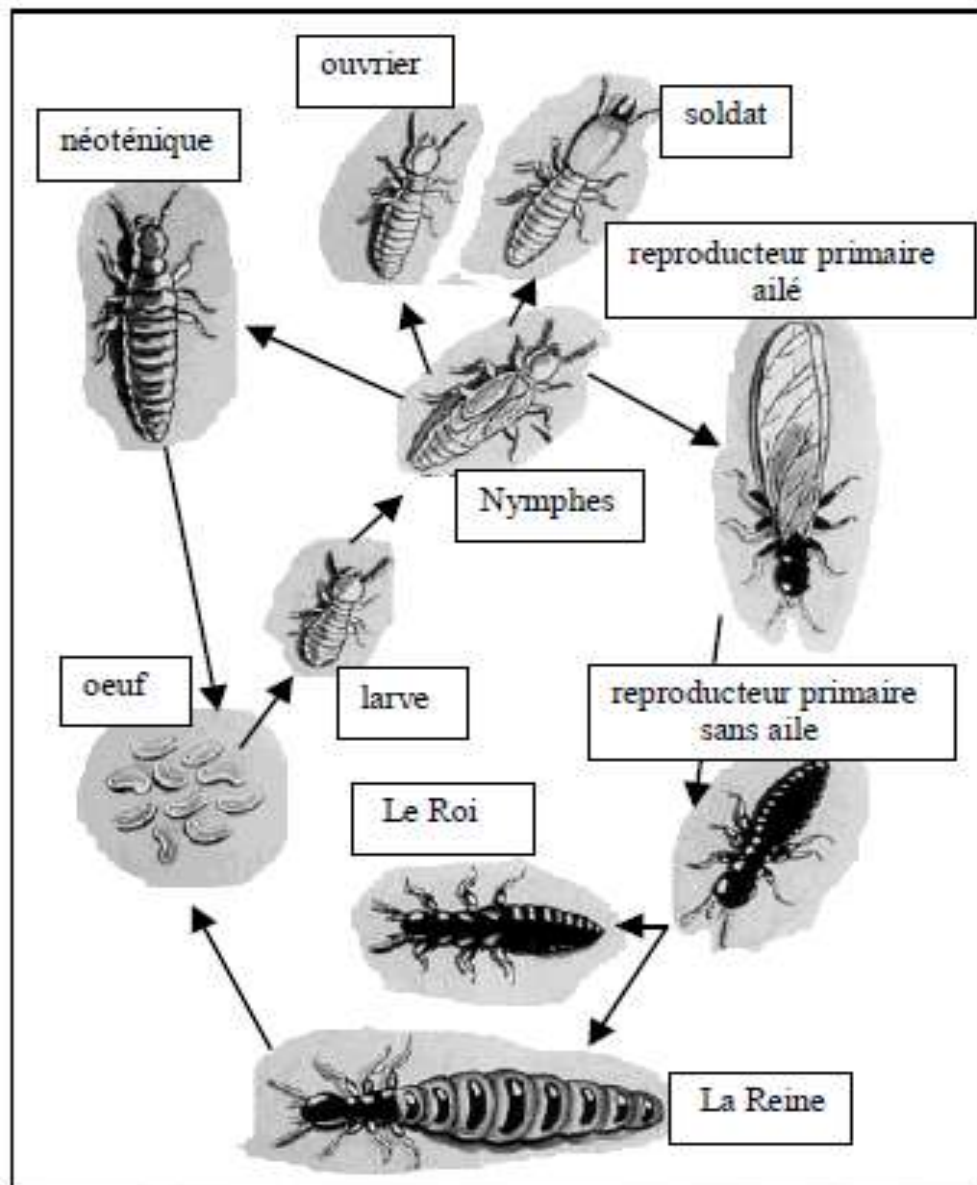


Figure. I.14: Cycle de développement des termites souterrains (Farshid , 2005).

Les imagos (les couples royaux), protégés par les soldats, s'élancent vers la lumière dès que le soleil atteint leur trou d'envol, le vol faisant quelques mètres, dépendant du vent. Ils sont souvent pris pour des fourmis volantes. Après l'essaimage, ils s'amputent de leurs ailes. Un couple royal (d'imagos), s'il survit aux prédateurs, fonde seul une colonie qui se développera discrètement et assez lentement.

Les termites se caractérisent par une métamorphose imparfaite (les larves ressemblent à l'adulte). D'un couple de termites naissent des larves qui après plusieurs mues, donnent des ouvriers et des soldats stériles, ou des nymphes qui donneront des adultes sexués (capables de se reproduire) (Lopez, 2005).

I.4.5. Caractéristiques biologique et physiologiques des termites

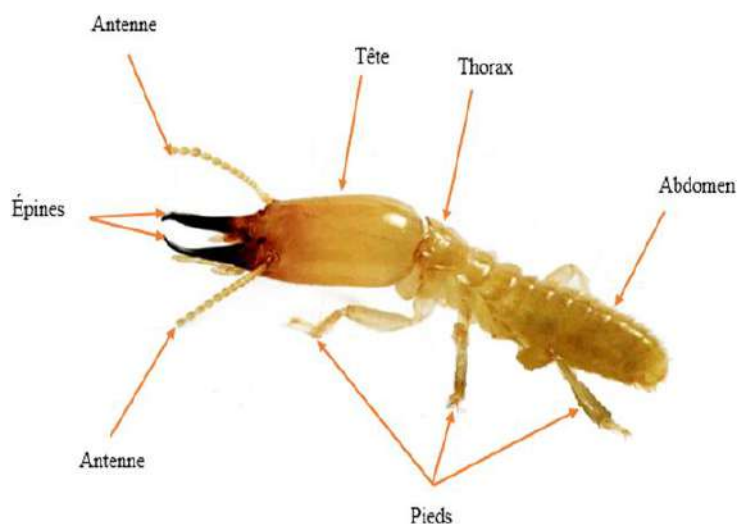


Figure. I.15 : La morphologie d'une caste soldat de termites (Julie, 2011).

- Corps

Le corps de tous les termites est recouvert d'une cuticule, sorte de carapace leur permettant d'affronter les chocs, la chaleur, la dessiccation. Cet exosquelette est essentiellement composé de chitine, mais il contient également en surface des hydrocarbures à longues chaînes (C_{20} à C_{40}), présents en quantité et en qualité variables, selon l'espèce. Ces hydrocarbures cuticulaires sont en réalité des médiateurs chimiques de contact de nature à la fois phéromonale (la même colonie) et allomonale (la même espèce), qui permettent aux termites de se reconnaître entre eux (Mouras et al., 2001 ; Uva, 2002).

Dans le cas des termites *Reticulitermes*, ce mélange comprend 20 et 50 hydrocarbures cuticulaires. Deux individus appartenant à la même espèce peuvent ainsi être identifiés en comparant leurs profils cuticulaires (Figure I.16) (Mouras et al., 2001 ; Uva, 2002).

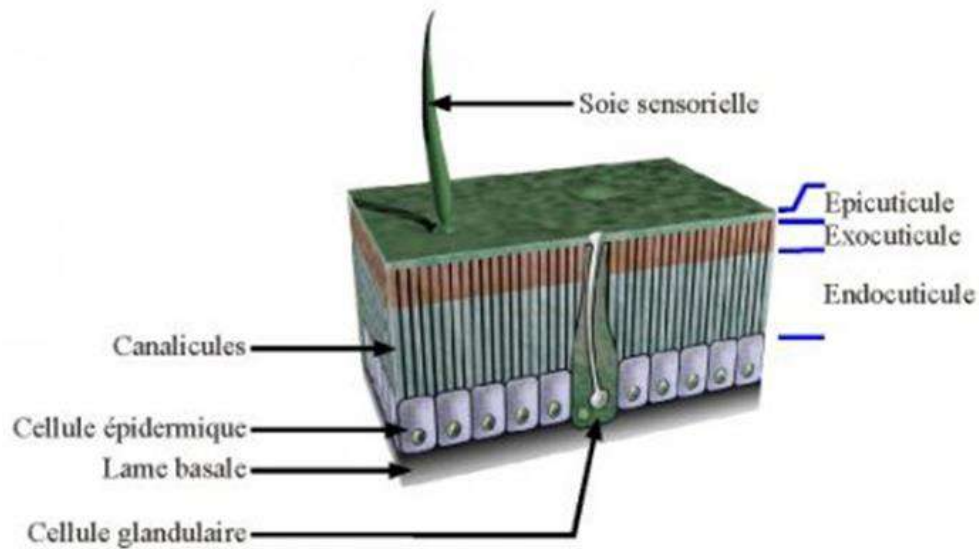


Figure. I.16 : Structure de la cuticule chez les insectes (UVA, 2002).

- Tube digestif

Les termites possèdent dans leur tube digestif des unicellulaires (bactéries ou protozoaires) leur permettant de dégrader, d'hydrolyser des molécules très « coriaces » comme la lignine ou les tanins, leur confère une redoutable efficacité dans la dégradation du bois, à la fois par la rapidité de la dégradation mais aussi dans la diversité des espèces ligneuses attaquées, alors les termites sont des mauvais xylophages, ils sont capables de dégrader le bois (cellulose, lignine) grâce à un système symbiotique (bactéries, champignons) (Figure. I.17) (**Mouras *et al.*, 2001**)

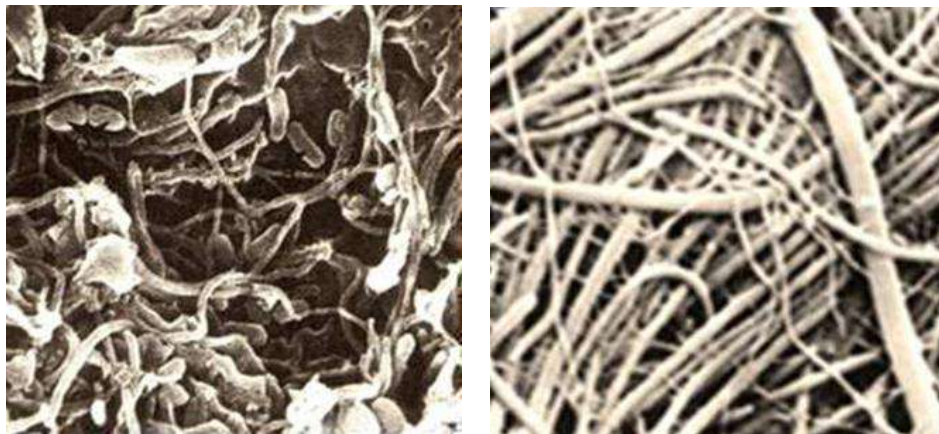


Figure. I.17 : Observation par la microscopie électronique de la flore intestinale des termites et des filaments actinomycétaux (1500x) (Bignell *et al.* 1991 & Lefebvre, 2008).

- Antennes et communications

Selon **Clement, Bagneres, (1998) ; Kutnik et al., (2005)** « D'un seul toucher d'antenne, un ouvrier mis en présence de tout autre individu perçoit si ce dernier appartient ou non à allomone ou à phéromone ».

Les antennes sont en effet pourvues de capteurs qui vont instantanément analyser le bouquet d'hydrocarbures et le comparer à celui de l'individu lui-même. Une rencontre avec un individu appartenant à une autre espèce sera ainsi le plus souvent suivie d'une manifestation d'agressivité à l'encontre de celui-ci (**Bagneres et al., 1998 ; Kutnik et al., 2005**).

Selon **Noirot, (1969)** « Les soldats de *Reticulitermes* possèdent une arme toxique dont ils utilisent lorsqu'ils se sentent menacés. Sur l'avant de leur tête, on observe une glande volumineuse, dite glande frontale ou glande défensive », contenant des toxines parfois à effet insecticide. Ces composés allomonaux, essentiellement des terpènes, sont émis en cas d'agression.

Là encore, la nature et les proportions relatives des différents terpènes sont spécifiques d'une espèce donnée. La composition en hydrocarbures cuticulaires ainsi qu'en substances défensives confère une véritable signature chimique à l'insecte. La spécificité de cette signature peut donc être potentiellement utilisée pour différencier les espèces (**Bagneres et al., 1991 ; Kutnik et al., 2005**).

I.4.6. Nutrition des termites

Les termites se nourrissant de bois en œuvre ne représentent que 5 à 10 % du nombre total d'espèces de termites, cependant l'étendue des dommages qu'ils causent dans les bois ouverts mérite toute notre attention.

Dans la nature, les termites xylophages se nourrissent de bois sec à terre ou d'arbres morts sur pied ou encore de bois mort sur un arbre vivant. Dans ce cas, de nombreuses espèces s'attaquent aux branches mortes ou, à travers une blessure, au bois de cœur. La partie vivante de l'arbre, le complexe écorce - aubier, constitue dans ce cas sa barrière de protection naturelle.

Dans les zones habitées, les termites s'attaquent aux bois mis en œuvre, aux bois entreposés mais aussi, pour la plupart des espèces de Guyane, à toutes les espèces ligneuses de jardin et d'ornement : manguier, hibiscus, eucalyptus etc.... En plus du bois massif, tous les matériaux cellulosiques, matériaux à base de bois (panneaux, contre-plaqués...) mais aussi papier, cartons, textiles, peuvent être attaqués.

Outre ces destructions qui répondent à un besoin de nutrition, les termites peuvent provoquer également des altérations ou des perforations de matières sans valeur alimentaire apparente pour eux (plâtre, matières plastiques, isolants des fils et câbles électriques) qui se trouvent sur leur passage (**Mouras et al., 2001**).

I.4.7. Rôle écologique des termites

Les termites occupent une place importante dans les écosystèmes tropicaux. Ils participent à de nombreux services écosystémiques entre autres la décomposition de la matière organique et l'évolution de la structure physico-chimique des sols. Dans les zones semi-arides, les termites constituent la macrofaune du sol la plus active (**Tano, 1993 ; Moras et al., 2005**).

Ils représentent près de 65 % de la biomasse de la faune du sol. Ils sont impliqués dans le processus de décomposition de la matière organique, la concentration, le stockage et la redistribution des constituants minéraux et organiques (**Sarr, 1999 ; Trabi et al., 2010**).

Le comportement de cette macrofaune est très varié selon le groupe trophique et induit d'importantes modifications à la pédogenèse. Le système complexe de leur prise de nourriture, la construction de leur nid épigé, partiellement ou entièrement hypogé et la nature diversifiée de leur alimentation sont les principaux facteurs qui influencent positivement, les propriétés physiques et chimiques ainsi l'aération du sol, l'infiltration de l'eau, et la pénétration des racines (**Sarr, 1999**).

I.4.8. La dégradation de la cellulose chez les termites

Le bois est un matériau vulnérable face aux attaques des souches fongiques, insectes xylophages, termites et térébrants marins.

Les souches fongiques sont les principaux responsables de la dégradation du bois. Ces organismes assurent leur nutrition par digestion des constituants du bois (lignine, cellulose et hémicellulose) **(Belalia, 2006)**.

Selon plusieurs auteurs les termites possèdent une flore intestinale spécialisée contenant des bactéries, des archées, des levures et des champignons qui leur permettant de se nourrir de matières végétales lignocellulosiques difficilement dégradables. Le rôle de la flore microbienne symbiotique serait principalement de sécréter des enzymes non disponibles chez l'insecte hôte et sans lesquelles ce dernier ne pourrait survivre **(Guedegbe, 2008)**.

La digestion anaérobie du bois chez les termites est caractérisée par le rejet de méthane dont l'émission peut être importante. L'émission de méthane par l'ensemble des termites xylophages, champignonnistes et humivores a été estimée à 27.10^6 tonnes par année. La production de méthane par les ouvriers de divers termites africains est la suivante :

(Valeurs moyenne en micromoles de méthane par gramme de termite et par heure)

- Quatre espèces xylophages : 0.13 à 0.21; moyenne 0.16.
- Quatre espèces champignonnistes : 0.38 à 0.88 ; moyenne 0.52.
- Quatre espèces humivores : 0.64 à 1.09 ; moyenne 0.88 **(Rouland, 1994;**

Dajoz, 1998).

I.4.9. Méthodes de lutte contre les termites

Le coût de traitements mondial pour supprimer des infestations de termites a été estimé approximativement aux USA par 1,92 milliards. Il est très difficile de lutter définitivement contre les termites une fois qu'une colonie est établie. Leur présence est difficile à déceler, puisqu'ils se nourrissent du bois de leurs galeries et qu'ils ne quittent pas le matériau hôte, sauf pendant les rares vols des reproducteurs. L'apparition de reproducteurs ailés en été peut par conséquent être le premier indice de la présence d'une colonie, à moins qu'une pièce de bois qui a été rongée ne s'effondre. Pour aménager leurs nids, les termites creusent de longues galeries aplaties qui suivent le grain du bois (Blackall, 1982 ; Gemech, 2007).

I.4.9.1. Lutte chimique

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis de l'homme. Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une détérioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement (Benayed, 2008).

Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés carbamates et pyréthriinoïdes représentent les grandes majorités des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement), et inorganiques (généralement à base d'arsenic ou de fluosilice, ils sont aujourd'hui prohibés).

Les termites sont des insectes très résistants. Leur contrôle nécessite l'utilisation de pesticides toxiques. Les produits à base d'organophosphorés sont très efficaces (Renault-Roger et al., 2005 ; Verma et al., 2009).

Tableau. II. 3 : Les produits phytosanitaires à utiliser contre les termites (Nakakita, Winks, 1981).

Nomenclature commerciale	Substance active	Concentration létale
Dursban B	<i>Cyfluthrine-Chlorpyrifos-Ethyl</i>	18-300 g / litre
Cotalm D-315-EC	<i>Lambda cyhalothrine-Diméthoate</i>	15-300 g / litre
Mocap 10 G	<i>Ethoprophos</i>	30-50 g / l
Crosplant 4.E	<i>Chlorpyrifos-Ethyl</i>	480 g / l
Regent 50 GR	<i>Fipronil</i>	30 - 35 ml / 15 l d'eau
Regent 50 SC	<i>Fipronil</i>	50 ml / 15 l d'eau

L'utilisation des insecticides chimiques conduit aussi à un désordre éco-toxicologique qui est accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces devenues résistantes aux insecticides chimiques (Nakakita & Winks, 1981).

I.4.9.2. Lutte physique et mécanique

Les barrières physiques sont une méthode très populaire d'empêchement de l'attaque de termites souterraine sur les structures en bois. Les barrières sont de deux types : toxique et non-toxique. Les barrières physiques toxiques incluent l'utilisation des termiticides chimiques dans le sol autour de la structure.

Les barrières physiques non-toxiques sont des substances (agréats par exemple, de sable ou de gravier, maille en métal ou recouvrement) cela exclue des termites parce qu'ils sont impénétrables, de ce fait agissant en tant que physique/mécanique barrières pour empêcher la pénétration de termites et endommagent les bâtiments. Divers types de barrières physiques non-toxiques sont les dalles en de béton, particules évaluées (sable, écrasé roche, granits et basaltes, verre). D'autres méthodes physiques incluent la chaleur, gelant, l'électricité, et microondes. (Ewart, 2000 ; Lenz et al., 1997 ; Verma et al., 2009).

I.4.9.3 Lutte biologique

L'utilisation excessive des produits chimiques est une ambiance sérieux le souci comme insectes de cible développent la résistance. Par conséquent, il est devenu nécessaire de rechercher l'alternative moyenne pour la commande de termites de sorte que l'utilisation de ces produits chimiques puisse être réduite au minimum.

De diverses huiles essentielles ont été évaluées contre des termites Certains repoussent non seulement des insectes, mais ont également le contact et actions insecticides de fumigène contre les parasites spécifiques. Ainsi les différents extraits de certaines plantes dont Les espèces de la famille de *Meliaceae*, *Rutaceae*, *Asteraceae*, *Labiatae* et *Canellaceae* sont les principales familles les plus prometteuses comme source de bioinsecticides. Selon (Adamz et al., 1988 ; Verma et al., 2009), l'extrait d'hexane et de méthanol de feuille des espèces de *Juniperus* ont montré des activités *termiticides* ainsi le neem (Verma et al., 2009).

I.6. Conclusion

Généralement les attaques des différentes espèces de xylophages se diffèrent suivant les niveaux de l'arbre et les classes sanitaires ainsi que la teneur en eau, nutriments et réserves énergétiques du bois **(Balachowsky, 1963 ; Rahmani, 2010)**.

De nombreux chercheurs, qui sont à la recherche des insecticides efficaces, peu rémanents, respectueux de la santé humaine et de l'environnement, se sont penchés sur l'utilisation des plantes aromatiques **(Aïssata, 2009)**.

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non cible telles que la faune auxiliaire et l'apparition d'insectes résistants **(Benayed, 2008)**.

L'agriculture biologique ne nécessite pas de traitements synthétiques, mais autorise les traitements biologiques qui peuvent également être utilisés en appoint dans l'agriculture « conventionnelle ». De nombreuses plantes fournissent des insecticides naturels, mais leur étendue et leur action sont souvent spécifiques **(Mouffok, 2008)**.

୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩

Chapitre II.
Bio-insecticides naturels.

୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩୧୩ ୩

II.1. Introduction

Les extraits de plantes ont joué un rôle très important dans les activités agricoles de l'humanité et sont à la base de plusieurs observations anciennes qui ont structuré les disciplines naissantes de la biologie au *XVII^e*, *XVIII^e* et début du *XIX^e* siècle. Mieux cernés à la fin du *XIX^e* et au début du *XX^e* siècle, ils sont de nouveau d'actualité en ce début du *XXI^e* siècle en raison des choix de société qui se posent aujourd'hui à l'ensemble de notre planète : notamment la mondialisation, le développement durable, les exigences de consommateurs plus avertis et la préservation de la biodiversité. Il est donc temps de dresser un bilan de leur utilisation passée et des perspectives qui s'ouvrent à eux dans le cadre de l'agriculture durable (**Regnault-Roger et al., 2008**).

II.2. Les bio-insecticides

II.2.1. Les premiers pesticides naturels

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (**Grainge et Ahmed, 1988 ; Regnault-Roger et al., 2008**). C'est à partir d'observations empiriques, constatant que certaines plantes se protégeaient mieux que d'autres contre des prédateurs et ravageurs qui importunaient aussi les hommes, que se sont développés les premiers usages phytosanitaires des végétaux.

Historiquement, les produits végétaux à action phytosanitaire ont une longue histoire que la plupart des autres pesticides. La tradition orale africaine rend plus difficile une datation précise de l'utilisation des plantes dans la préservation des denrées alimentaires stockées, mais il est permis de penser au vu des habitudes qui se perpétuent jusqu'à nos jours, les extraits de plantes ont joué un rôle important pour la préservation des denrées stockées dans les greniers traditionnels en Afrique (**Larson, 1989**).

Ainsi, la conjugaison de pratiques empiriques et des premières observations scientifiques a conduit au développement de l'utilisation d'extraits végétaux dès la fin du *XIX^e* siècle avec des succès plus ou moins marqués. C'est sans doute parce qu'il était plus facile de voir l'efficacité du contrôle exercé sur les insectes nuisibles, plus visibles que sur les agents phytopathogènes, que les efforts se sont concentrés en premier lieu sur les extraits à caractère insecticide (**Pesson, 1990**).

II.2.2. Première génération de molécules végétales insecticides

Il est noté selon plusieurs auteurs que les premières générations de pesticides sont essentiellement le résultat de manipulation et l'utilisation des produits facilement disponibles comme l'arsenic et ses dérivés, les huiles animales, les molécules issues de plantes à usage traditionnel, les produits d'industrie et les substances à effet toxiques.

Au *XIX^e* siècle, seuls quelques composés d'origine végétale sont identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques, parmi lesquels des alcaloïdes extraits du tabac, la *nicotine* et son isomère *l'anabasine*. Une deuxième famille de molécules est représentée par la *roténone* et les *rétinoïdes* et une troisième par les *pyréthrines*. Mentionnons aussi une autre catégorie de produits d'origine végétale, plus complexe et hétérogène : les huiles végétales (Regnault-Roger et al., 2008).

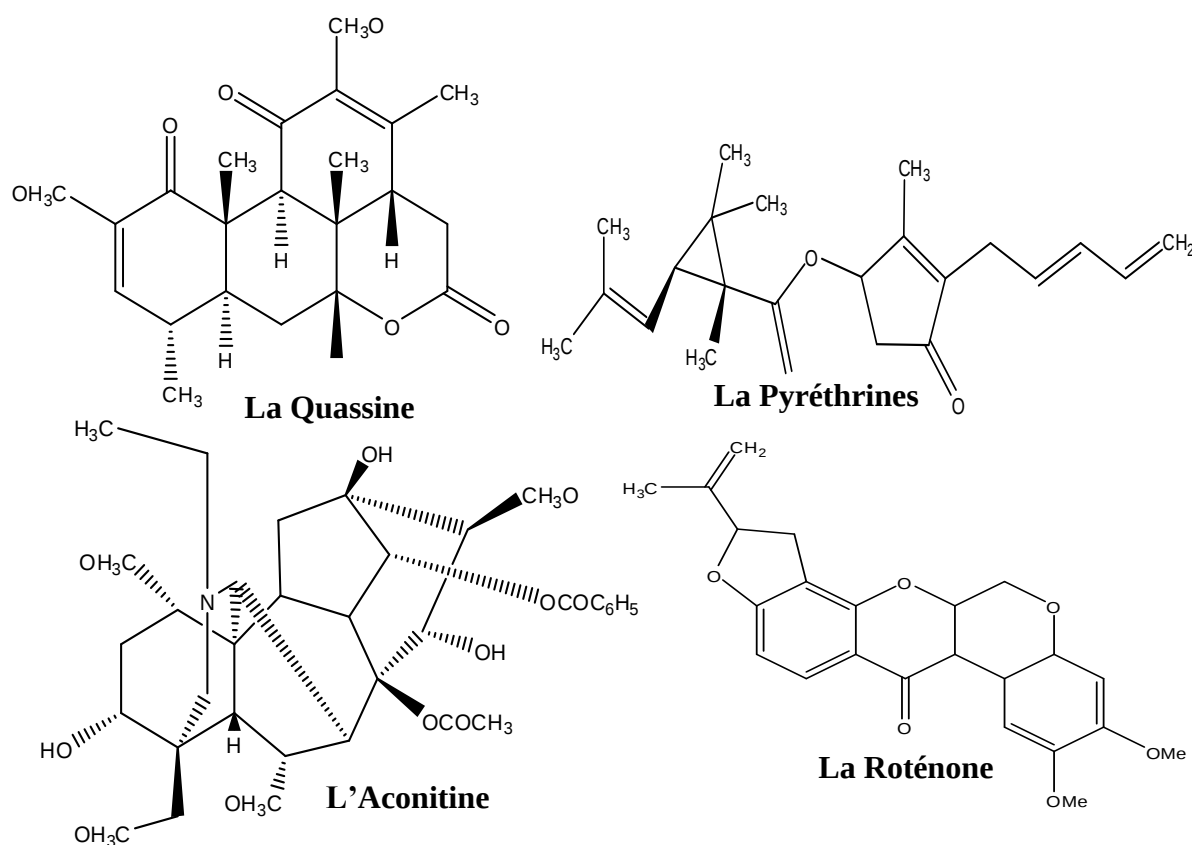


Figure. II.1 : Quelques biomolécules à effet répulsif

II.3. Les Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés organiques azoté, plus ou moins basique, d'origine naturelle, le plus souvent végétale, de distribution restreinte, donnant une précipitation avec les (réactifs généraux des alcaloïdes) ; beaucoup d'alcaloïde présentent, à faible dose, des propriétés pharmacologiques marquées.

II.3.1. Propriétés chimiques

Les alcaloïdes ont des structures très variées, habituellement mono ou polycycliques, l'azote est le plus souvent intra cyclique et entre dans la formation d'un noyau déterminant la classification (*pyridine, pipéridine, tropane, quinoléine, iso quinoléine, quinolizidine, indole...*).

Les alcaloïdes sont reconnus dans les plantes par formation de précipité avec les réactifs généraux des alcaloïdes (*le tétra-iodo-mercure de potassium et l'iodo-bismuthate de potassium*), de même les alcaloïdes précipitent avec les complexes métalliques (réactifs silicotungstique, phosphotungstique, phosphomolybdique...) (**Bruneton, 2003**).

Structuralement, on distingue trois catégories d'alcaloïdes :

Alcaloïdes-vrais : sont issus du seul règne végétal, ils existent à l'état de sels et sont bio synthétiquement formés à partir des acides aminés.

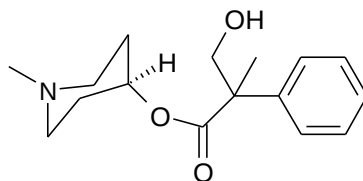


Figure. II.2 : Molécule de l'Hyoscyanime

Pseudo-alcaloïdes : la seule différence entre eux et les alcaloïdes vrais, c'est qu'ils ne sont pas dérivés des acides aminés.

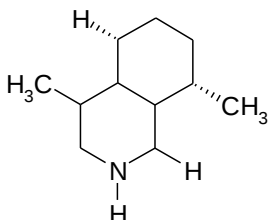


Figure. II.3 : Molécule de la β -scytanthine

Proto-alcaloïdes : sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique (Fig. II.4).

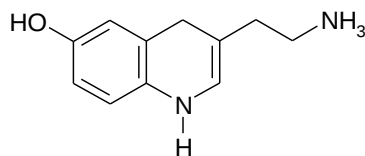


Figure. II.4 : Molécule de la Sérotonine

Caractérisation

Les méthodes de détection consistent, dans le cas le plus général, en une précipitation des alcaloïdes par des réactifs d'une assez grande spécificité tels que le réactif de *Mayer*, le réactif de *Wagner* et le réactif de *Dragendorff*.

II.3.2. La nicotine, bio-pesticide naturel

Les extraits aqueux de tabac étaient utilisés contre les insectes piqueurs-suceurs des plantes. Le principe actif du tabac est la nicotine (un alcaloïde : $C_{10}H_{14}N_2$), qui est un composé très stable et présentant une grande toxicité sur les insectes, agit à la fois comme poison cardiaque et neurotrope. Seule la nicotine naturelle *lévogyre* possède des propriétés insecticides. Sa volatilité en fait un excellent insecticide par inhalation contre les ravageurs. Sa stabilisation sous forme de sels, sulfate, oléate ou stéarate, le transforme en un insecticide par ingestion plus actif que l'alcaloïde seul (**Dajoz, 1969**). Toutefois, la nicotine se révèle également très toxique pour les mammifères : mimétique de l'acétylcholine, elle se lie aux récepteurs post-synaptiques et provoque de ce fait une stimulation suivie de dépression des ganglions du système végétatif, des terminaisons des nerfs moteurs dans les muscles striés et le système nerveux central.

La mort survient par paralysie des muscles respiratoires et la dose mortelle pour l'homme est de 50 à 60 mg (**Lauwerys, 1990**).

Actuellement, elle est principalement utilisée dans des préparations complexes sous forme de sulfate en solution alcaline ou avec des savons, comme fumigeant ou en aérosol de contact dans les serres agricoles dans certains pays, dans les cultures de riz par immersion des tiges de tabac dans les rizières ou pulvérisation sur des cultures de pomme de terre (**Thacker, 2002**).

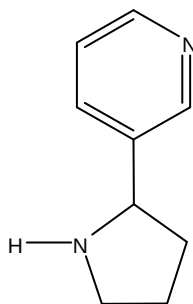


Figure. II.5 : Molécule de la Nicotine

II.3.3. Autres alcaloïdes

Il existe d'autres alcaloïdes végétaux qui ont des propriétés insecticides. Les dérivés de la nicotine. *L'anabasine* qui est un isomère de la nicotine pour lequel on constate une grande variabilité dans la sensibilité des espèces, la nicotine alcaloïde dextrogyre diffère de la nicotine par l'absence d'un groupe méthylique dans la molécule. Les modes d'action de ces deux composent sont similaires à celui de la nicotine.

Parmi les produits la *vératrine* qui a été utilisée contre les pucerons (*Pteroneus ribesii*), elle servait à détruire les poux du bétail des fermiers. C'est en fait d'un mélange d'alcaloïdes comprenant la *cervadine*, la *veratridine*, la *sabadilline*, la *sabadine* et la *cervine* qui sont des molécules bio-insecticides actives ; Ces alcaloïdes développent la même activité neurotoxique que les pyrèthres en ralentissant la fermeture des canaux Na^+ dépendants : en conséquence, la *veratridine*, perturbant la dépolarisation membranaire, provoque une paralysie avant la mort (**Bloomquist, 1996**).

Une autre molécule alcaloïde insecticide, *ryanodine* ($\text{C}_{26}\text{H}_{37}\text{O}_9$). Ce principe actif, vingt fois plus toxique pour les mammifères que pour les insectes, ne semble pas mettre en péril les insectes bénéfiques (**Dethier, 1976**) il présente pour le papillon nuisible de la canne à sucre, *Pyraustia nubilabis*, une toxicité comparable à celle du DDT (**Dajoz, 1969**). Toutefois, son mécanisme d'action est différent puisque sa toxicité affecte la conduction de l'influx nerveux dans le muscle au niveau des canaux Ca^{2+} , ce qui engendre une contraction soutenue du muscle pouvant s'accompagner de paralysie (**Bloomquist, 1996**).

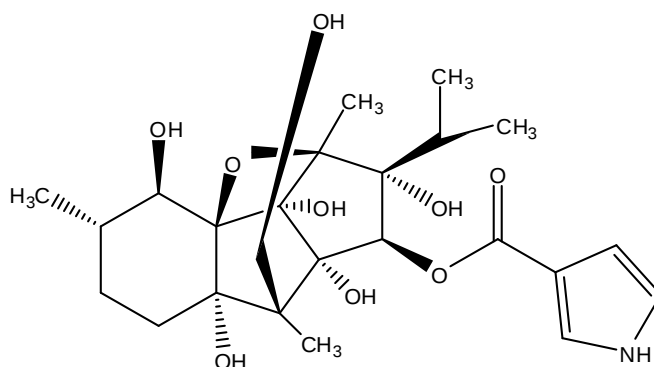


Figure. II.6 : Molécule de la Ryanodine.

II.4. La Roténone et rétinoïdes

La roténone s'est révélé un composé phytosanitaire du plus haut intérêt phytosanitaire. Le principe actif est un dérivé flavonoïde, qui s'appelle *nicouline*, ainsi il est appelé roténone (Lauwerys, 1990).

La roténone est le plus actif des composés *roténoïdes* à action insecticide. La roténone est particulièrement attrayante car elle n'agit pas, à l'opposé de la nicotine et du pyrèthre sur le système nerveux, mais sur les mécanismes de la respiration cellulaire. Elle est inoffensive pour les animaux à sang chaud, mais en revanche très active sur les animaux à sang froid : batraciens, poissons, reptiles. Elle inhibe les oxydations cellulaires en interrompant le transfert dans la chaîne respiratoire, influe sur le métabolisme énergétique mitochondrial. (Lauwerys, 1990).

Parmi les effets toxiques pour l'homme, des accidents ont cependant été constatés s'accompagnant d'une inhibition de la **NADH** oxydase. Mais ce sont surtout des différences d'absorption, de distribution et de biotransformation qui interviennent dans l'expression - et par conséquent son intensité - de la toxicité. Des cas de toxicité chronique ont été rapportés, se manifestant par des atteintes hépatiques et rénales, et en outre carcinogènes chez les rongeurs (Regnault-Roger et al., 2008).

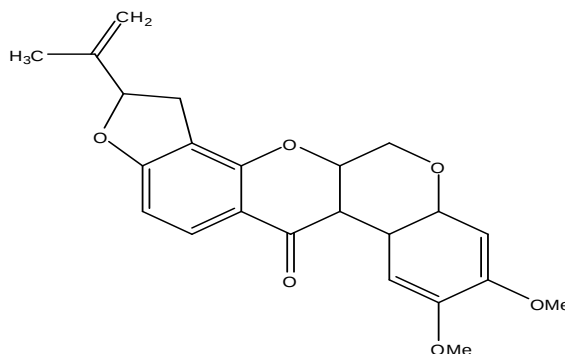


Figure. II.7 : Molécule de la Roténone

II.5. Les Pyrèthres

Les pyrèthres sont des molécules isolées de plantes appartenant à la famille des *Astéracées*, Les substances actives contre les insectes sont contenues dans les fleurs. Elles doivent leur activité insecticide au pyrèthre, un mélange d'esters : *pyréthrines I* et *II*, *cinérine I* et *II*, et *jasmoline I* et *II*. Les pyréthrines sont les plus abondantes. Les quatre esters les plus abondants ont des toxicités très différentes envers les mammifères (*pyréthrine I* : 100 % de toxicité relative, *pyréthrine II* : 23 %, *cinérine I* : 71 % et *cinérine II* 18 %). (Dajoz, 1969).

Le pyrèthre agit en perturbant la conduction nerveuse par un ralentissement de la fermeture des canaux Na^+ au cours de la phase de reconstitution du potentiel d'action des neurones. En conséquence, l'insecte présente une hyperactivité suivie de convulsions, les symptômes de la toxicité du pyrèthre et des organochlorés étant similaires. En cas d'ingestion, il est rapidement hydrolysé dans le tractus digestif : aussi est-il plus toxique par inhalation ou administration intraveineuse que *per os* (Weinzerl, 1998). La dose mortelle chez l'homme est estimée entre 50 et 100 g (Lauwerys, 1990).

Actuellement un produit phytosanitaire phytochimique est très utilisé commercialement, malgré son cout élevé de production moins toxiques que les organophosphorés et les carbamates. Il est recommandé pour la protection des cultures fruitières, légumières, les plantes ornementales, les cultures en serre, les grandes cultures et le bétail (Copping, 2004).

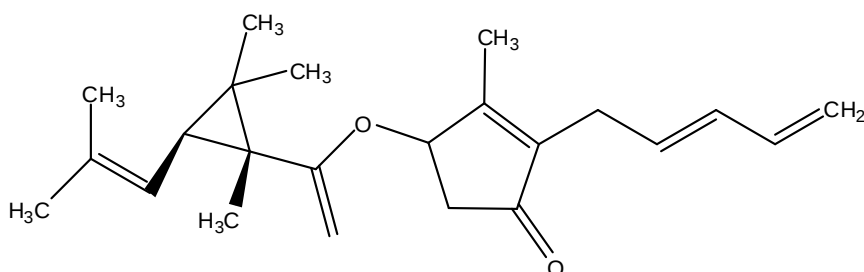


Figure. II.8 : Molécule de la Pyréthrine

II.6. Les tanins

Les tanins sont des composés poly phénoliques, hydrosolubles, ayant une masse moléculaires comprise entre 500 et 3000 g/mol, très répandus dans tout le règne végétal ; les tanins sont particulièrement abondants chez les conifères, les *Fagaceae*, les *Rosaceae*..., tous les organes végétaux peuvent renfermer (racines, écorces, feuilles.) ; ils se caractérisent par leur saveur amère et astringente, ils ont des activités biologiques très intéressantes (Bruneton, 2003).

II.6.1. Classification des tanins

Les tanins sont classés en deux groupes selon leur structure chimique :

a. Tanins hydrolysables : Ce sont des esters du glucose et d'un nombre variable de molécules d'acides phénolique qui sont : l'acide gallique dans le cas des tanins galliques et l'acide ellagique dans le cas des Tanins ellagiques.

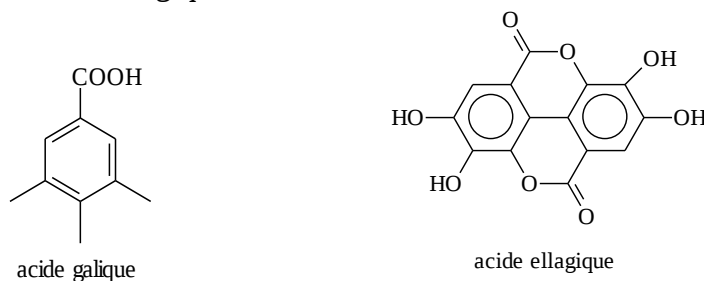


Figure. II.9 : Molécule d'Acide gallique et Acide ellagique

b. Tanins condensés : Les tanins condensés ou proanthocyanidols sont des polymères flavaniques constitué d'unités de flavan-3-ols.

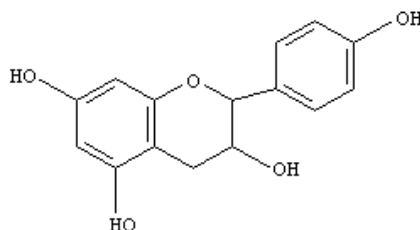


Figure. II.10 : Molécule de la Tetrahydroxy-3,5,7,4' flavan - ol

Les tanins sont identifiés dans la matière végétale par colorimétrie et en présence de sels ferriques, ainsi les tanins hydrosolubles (galliques et ellagiques) donnent un précipité bleu, et les tanins condensés se précipitent en couleur brun verdâtre. La couleur des tanins condensés se transforme en rouge ou brun, en présence d'acides forts à chaud (**Bruneton, 2003**).

Propriétés physico-chimiques

Les tanins se dissolvent dans l'eau sous forme de solutions colloïdales, mais leur solubilité varie selon le degré de polymérisation. Ils sont solubles dans les alcools, l'acétone et dans les solutions d'hydroxyde de sodium et de carbonate de sodium. Ils sont précipités de leurs solutions aqueuses par les tanins condensés peuvent être distingués sur la base de leurs comportements en milieu acide à chaud.

Propriétés biologiques

La plupart des propriétés biologiques des tanins sont liées à leur pouvoir de former des complexes avec les molécules, en particulier avec les protéines. Par voie interne, elles exercent un effet *antidiarrhéique*, par voie externe, elles imperméabilisent les couches les plus externes, de la peau et des muqueuses, protégeant ainsi les couches sous-jacentes.

Les tanins favorisent la régénération des tissus en cas des blessures superficielle ou de brûlure. De plus ils ont un effet antiseptique (*antibactérien* et *antifongique*), ils jouent encore le rôle d'inhibiteurs enzymatiques (**Bruneton, 2003**).

II.6.2. Les Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés phénoliques dérivant du phényle – 2 – chromone, possédant un certain nombre de phénols libre ou stabilisés par un sucre. Ils sont des pigments quasiment universels des végétaux, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Les flavonoïdes sont très répandus dans le règne végétal, généralement à l'état d'hétérosides, où la partie osidique peut être mono, di ou trisaccharidique (**Bruneton, 2003**).

Propriétés chimiques

Tous les flavonoïdes, plus de 4000 ont une origine biosynthétique commune, et de ce fait, possèdent le même élément structural de base, **C6 - C3 - C6** comprenant deux noyaux aromatiques A et B et un hétérocycle.

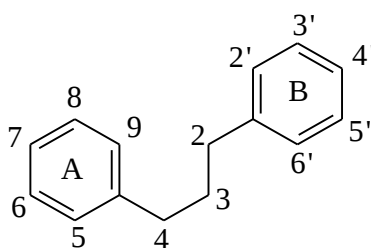


Figure. II.11 : Squelette de base des flavonoïdes.

Leur biosynthèse (**Fig.II.12**) se fait à partir d'un précurseur commun, la 4,2',4',6'-tétrahydroxychalcone. Par l'action d'enzymes, cette chalcone de couleur jaune, est métabolisée en différentes classes de flavonoïdes : flavanone (10), aurone (9) (jaune), 2,3-dihydroflavonol ou flavanonol (12), flavone (11) (ivoire), anthocyanidine (15) (rouge-bleu), flavonol (13) (jaune), catéchine (14) ... Des étapes ultérieures, surtout de glycosylation et d'acylation, amènent les flavonoïdes à la forme définitive dans laquelle ils se trouvent *IN VIVO*. Les composés de chaque sous-classe se distinguent par le nombre, la position et la nature des substituants (groupements hydroxyles, méthoxyles et autres) sur les deux cycles aromatiques A et B et la chaîne en C₃ intermédiaire (**Bruneton, 2003**).

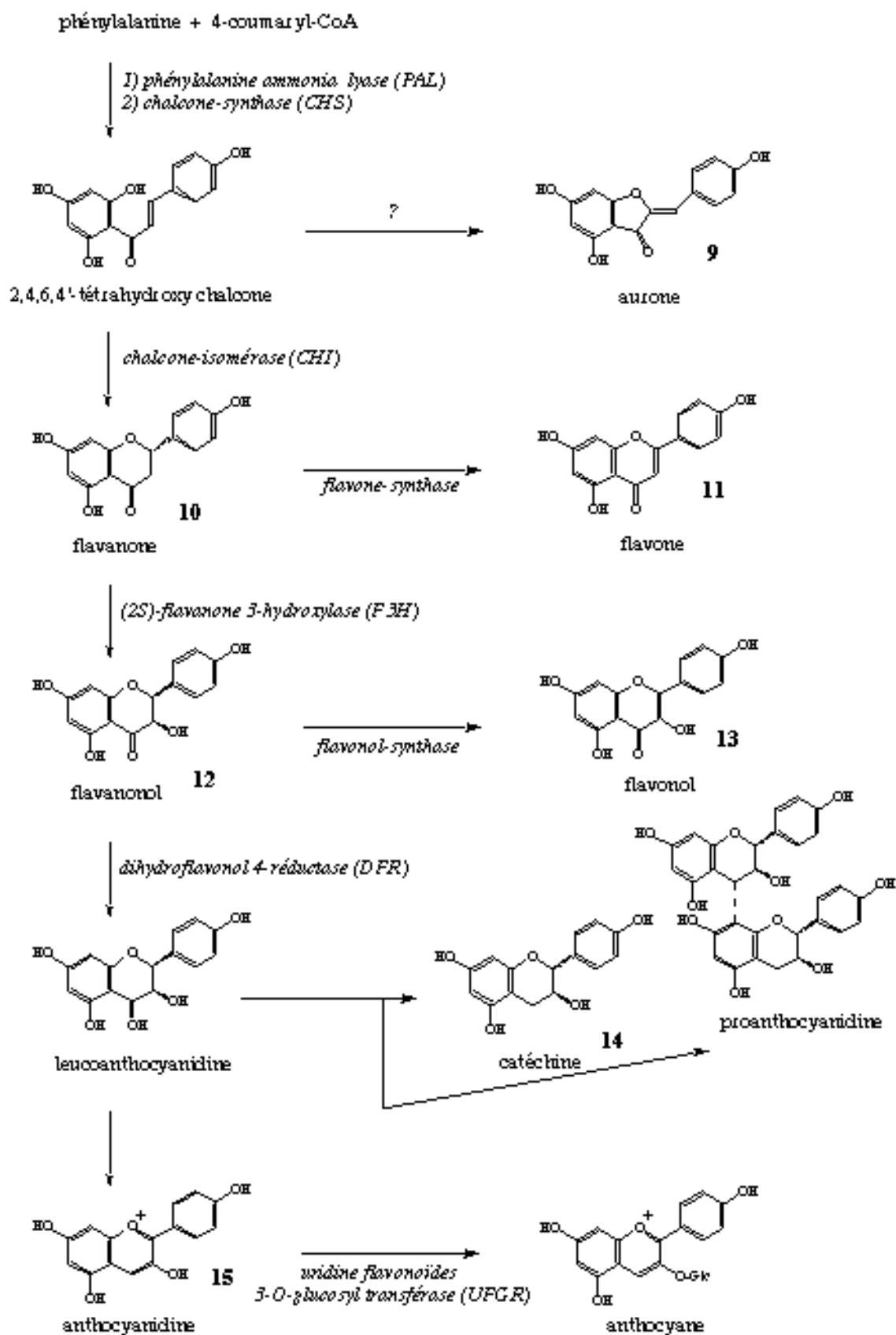
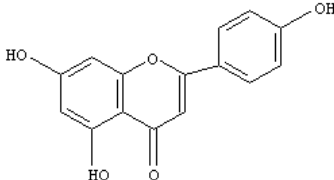
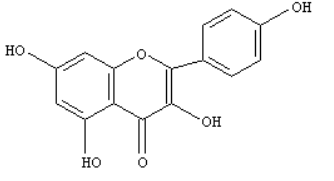
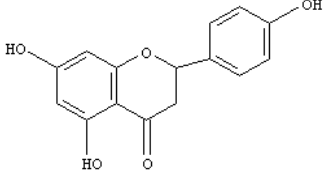
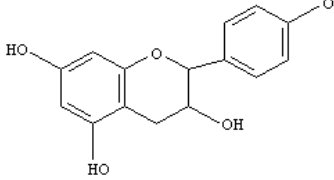
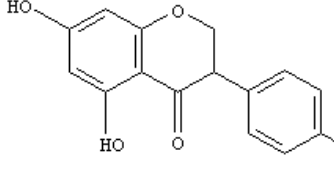
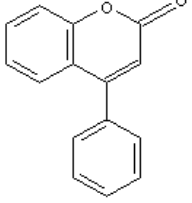


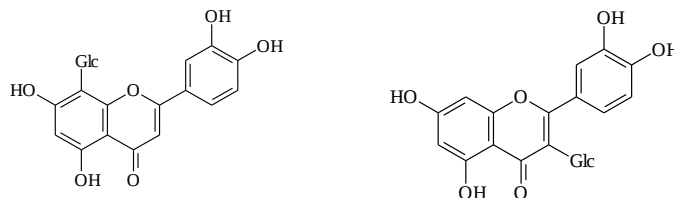
Figure. II.12 : Biosynthèse des dérivés flavonoidiques (Bruneton, 2003).

Selon la nature de l'hétérocycle C on distingue différentes classes de flavonoïdes (**Tableau II.1**)

Tableau-II.1 : Classes des flavonoïdes

<i>Classe</i>	<i>Exemple</i>	<i>Structure</i>
Flavone	Apigenin : Trihydroxy-5,7,4' flavone	
Flavonol	Kaempferol : Trihydroxy-5,7,4' flavonol	
Flavanone	Trihydroxy-5,7,4' flavanone	
Anthocyanins	Tetrahydroxy-3,5,7,4' flavane	
Isoflavanone	Tri-hydroxy-5,7,4' isoflavanone	
Neoflavonoid	Chromane(4-phenyl-coumarins)	

Le nombre important des flavonoïdes extraits des végétaux sont des hétérosides ou la partie osidique peut être mono, di ou trisacharidique, le glucose et le rhamnose sont les sucres les plus fréquemment rencontrés dans cette classe de substances naturelles



Glc. : glycoside

Figure. II.13 : Orientine et glycoside flavonoidique

II.7. Huiles végétales

Selon **Balachovsky, (1951)**, les huiles végétales sont des esters d'acides gras à poids moléculaire élevé. Visqueuses et peu volatiles, elles sont divisées en huiles siccatives ou semi-siccatives, Elles recèlent, en leur sein, une grande hétérogénéité d'acides gras, saturés ou insaturés, estérifiés et à moyennes aux longues chaînes de carbone.

Ils ont des propriétés insecticides qui procèdent de différents niveaux. De leurs propriétés physiques résultent plusieurs types de toxicité : par inhalation provoquée par leur richesse en composés volatils, par toxicité de contact qui provient de la formation d'un film imperméable, isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie, mais aussi d'une pénétration en profondeur grâce au caractère amphibolique de certains de leurs composés. Leurs constituants concourent à la toxicité des huiles végétales, Certains acides gras possèdent une activité insecticide propre : par exemple l'acide oléique en C18 (**Regnault-Roger et Caupin, 1994**). La toxicité des acides gras s'exerce par la rupture des membranes cellulaires, de la phosphorylation oxydative et de la cuticule des insectes (**Weinzerl, 1998**). Les huiles végétales exercent des effets secondaires sur les citronniers, le ralentissement de la pousse végétale des cultures sur lesquelles elles étaient appliquées, leurs prix de revient élevés (**Balachovsky, 1951**).

II.8. Huiles Essentielles

Les huiles essentielles sont très largement répandues chez les végétaux supérieurs. Certaines familles en sont particulièrement riches : les conifères, les *rutaceae*, les *Apiaceae*, les *Mytaceae*, les *Lamiaceae* et les *Asteraceae*. Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes, par exemple dans les sommités fleuries (menthe, lavande...), les feuilles (eucalyptus, laurier...), les rhizomes (gingembre...), les fruits (agrumes, badiane, anis...), les écorces (cannelle...) et les graines (muscade...). Quantitativement, les teneurs en huiles essentielles sont faibles, souvent inférieures à 1%. Des tenues fortes comme celle du bouton floral de giroflier (15%) sont exceptionnelles (Bruneton, 2003).

Propriétés chimiques

Les huiles essentielles "**HE**" ou essences sont des mélanges de substances volatiles et odorantes contenues dans certains végétaux. Ce sont des produits obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certains citrus. Les huiles essentielles sont principalement constituées de mono et sesquiterpènes, qui sont des composés terpéniques (acyclique, mono ou bicyclique) formés par couplage de deux unités isopréniques (Bruneton, 2003).

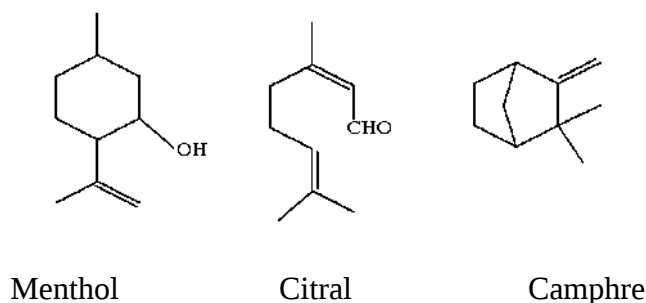


Figure. II.14 : Quelques monoterpènes

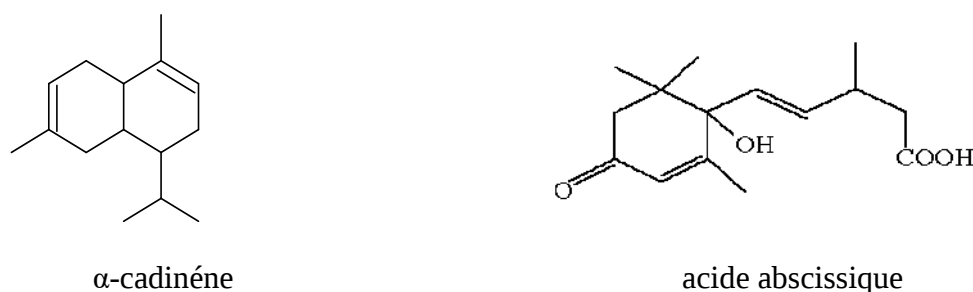


Figure. II.15 : Quelques sesquiterpènes

Les huiles essentielles utilisées en nature ont de nombreuses activités pharmaceutiques citons : antiseptique local externe ou interne (pulmonaire, rénale) : (huile essentielle *eucalyptus* ou huile essentielle de *Pin*), stomachique et apéritive: (huile essentielle *Fenouil* et *Anis*), sédative sur le système nerveux centrale: (hydrolat de fleur d'oranger, Tilleul), excitant sur le système nerveux central: (huile essentielle contenant de l'anéthols ou du thuyone), antiparasitaire et il faut signaler que l'aromathérapie est une branche de la phytothérapie où les traitements sont à base d'huile essentielle. En industrie, alimentaire les huiles essentielles sont utilisées comme aromatisant. De même en cosmétologie, elles sont à la base de nombreux parfums (Vétiver, Rose, jasmin, ylang, ...).

II.9. Deuxième génération de molécules insecticides d'origine végétale

Ils ont une activité sur les systèmes enzymatiques. Parmi les composés *limonoïdes*, principalement *l'azadirachtine*, la *solanine* et la *nimbine* et leurs analogues, *l'azadirachtine* se sont les composée de la deuxième génération des molécules de l'usage insecticides, ayant une activité prédominante, Plus de cent composés ont été identifiés. Parmi la douzaine d'analogues à *l'azadirachtine*, seuls deux composés, *l'azadirachtine* (**Aza A**) et le 3-*tigloyazadirachtol* (**Aza B**), ont une activité significative. Tous ces composés n'exercent d'ailleurs pas la même activité sur les insectes : tandis que les *solanines* et les *nimbines* sont des antiappétents, seules les *azadirachtines* sont des inhibiteurs de croissance. Cette dernière activité est le résultat d'une intervention sur la synthèse des ecdystéroïdes par inhibition de la libération de l'hormone protothoracicotrope (**PTTH**) produite par les cellules neurosécrétrices (**Testud & Grillet, 2007**).

Les mues ne peuvent plus se produire normalement, interrompant le cycle reproductif de l'insecte. Déjà testée sur plus 300 insectes parmi lesquels les noctuelles, les cicadelles, le doryphore, les Tortricidés et les Curculionidés, *l'azadirachtine* a manifesté une activité (qui s'accompagne d'une grande variabilité des DL₅₀) sur plus de 90 % d'entre eux, sa toxicité sur les mammifères le classe dans les substances atoxiques (la DL₅₀ d'une des formulations commerciales, (**Isman, 1997**).

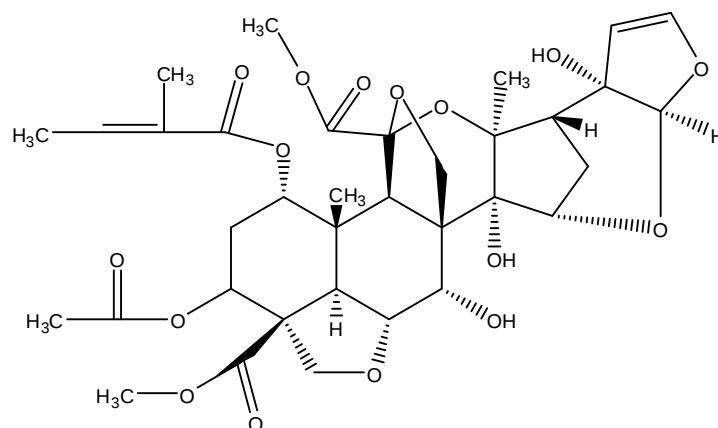


Figure. II.16 : structure de la molécule de l'azadirachtine (*Azadirachta indica*)

II.9.1. Généralités sur les bio pesticides d'origine végétale

Les insecticides d'origine végétale sont-ils partie intégrante des biopesticides, En effet, à l'instar des démarches de clarification terminologique en lutte biologique (**Filenberg et al., 2001**), la définition des biopesticides fait l'objet aujourd'hui d'un débat (**Regnault-Roger et al., 2005**).

Un bio pesticide se définit étymologiquement comme un pesticide d'origine biologique, c'est-à dire issu d'organismes vivants ou de substances d'origine naturelle synthétisées par ces derniers. Comme le notent (**Regnault-Roger et al. 2005**), « le biopesticide est préconisé pour un meilleur respect des biocénoses et de l'environnement ».

Pour certains auteurs, le terme de bio pesticides doit être réservé aux agents biologiques vivants de lutte ou de contrôle des insectes, comme les Arthropodes entomophages (par exemple les trichogrammes), les champignons Hyphomycètes pathogènes pour les Lépidoptères ou les Coléoptères (exemple : *Beauveria*), les baculovirus responsables des polyédroses nucléaires (*NPV*) ou des granuloses (*GV*) chez les Lépidoptères, ou les bactéries dont le produit phare est le *Bacillus thuringiensis*, bactérie du sol utilisée, d'une part sous forme de formulations depuis plusieurs dizaines d'années, et d'autre part par certaines transgénèses pour créer les organismes génétiquement modifiés (*OGM*) (**Regnault-Roger & Philogene, 2005**).

Cette définition trop restrictive omet les produits issus des métabolismes des organismes biologiques, notamment les composés *sémiochimiques* comme les phéromones ou les molécules *allélochimiques*. Elle apparaît aujourd'hui dépassée, au regard des réflexions de **Hintz (2001)**, **Jones (2002)** et **Regnault Roger et al. (2005)**, des prises de positions de groupes d'experts européens travaillant sur le sujet (**Rebeca, 2007**).

Tableau. II.2 : Définition et critères retenus pour les biopesticides par l'Agence de protection de l'environnement (Etats- Unis) (Regnault-Roger et al., 2005)

Définition	Certains pesticides dérivés de matériaux naturels comme les animaux, les plantes, les bactéries et certains minéraux
Critères	- habituellement et par sa nature moins toxique que les pesticides chimiques - actif seulement sur sa cible ou des organismes qui lui sont étroitement apparentés - efficace en très petite quantité - se décompose souvent rapidement - quand il est utilisé comme agent dans les programmes de la lutte intégrée, il provoque une forte diminution de l'utilisation des pesticides chimiques tandis que les rendements agricoles restent élevés

La mise au point de bio-insecticides a reposé, jusqu'au début des années 1980, sur des études classiques de pathologie des insectes (**Tanada et Kaya, 1993**), tandis que l'avènement des techniques de biologie moléculaire a permis de développer l'utilisation d'autres organismes comme les bactéries, les champignons, les virus, les nématodes et les extraits de plantes, et ouvert des perspectives sur le plan industriel (**Tanada et Kaya, 1993 ; Regnault-Roger et al., 2005**).

II.9.2. Critères des Insecticides phytochimiques

Il faut se demander toujours si les biopesticides d'origine végétale constituent une réponse satisfaisante aux préoccupations et exigences actuelles de la lutte phytosanitaire, et préciser quelles sont ces exigences car ce sont elles qui déterminent si un insecticide présente toutes les qualités requises. On examinera si les insecticides phytochimiques potentiels correspondent aux critères ainsi définis, et enfin on appréciera leur rôle dans les stratégies phytosanitaires.

II.9.2.1. Les critères qui rapprochent les biopesticides d'origine végétale à des insecticides idéals

II.9.2.1.1. Sélectivité

Les végétaux et les insectes ont suivi une coévolution parallèle mais étroitement interdépendante. Les insectes pollinisateurs favorisent la reproduction des plantes supérieures : l'existence d'insectes phytophages est de toute évidence subordonnée à la présence d'espèces végétales qui constituent leur source de nourriture, même si, dans certains cas, des dérivés nutritionnelles ont pu être observées au cours de phénomènes d'adaptation (**Streblor, 1989**). L'étude des relations entre les individus, et entre les espèces, met en évidence l'existence de médiateurs chimiques impliqués dans la communication entre organismes, les composés **semiochimiques** parmi lesquels on distingue les phéromones et les molécules **allélochimiques** (**Whittaker, 1970**).

Les travaux sur cette communication chimique laissent clairement apparaître que les composés semiochimiques sont impliqués dans des relations duales : récepteur-émetteur. En effet, ils se définissent comme des molécules non nutritives produites par un organisme en vue d'affecter le comportement ou la biologie d'individus de la même espèce ou d'espèces différentes. Les allomones sont bénéfiques à l'émetteur, les kairomones au receveur, les allo-kairomones aux deux. Les molécules allélochimiques végétales exercent sur les insectes une grande variété d'effets qui sont classés selon leur mode d'action en substances : défensives, toxiques, répulsives, antiphagostimulantes ou inhibitrices de la digestion, attractives, inductrices de captures ou de pontes, etc (**Chararas, 1989**).

En conséquence, ces molécules allélochimiques développent une sélectivité. Ainsi les *Scolytidae* sont guidés vers les arbres résineux par un mélange d'oléorésines. Grâce à leurs récepteurs sensoriels olfactifs, ils sont très sensibles aux spectres et à l'intensité des odeurs dégagées : une exhalaison à forte densité des terpènes oléorésineux a une action répulsive tandis

qu'a une plus faible concentration, elle favorise l'attraction des insectes. Bien plus, lors d'un processus de dégénérescence d'un arbre souffrant de conditions climatiques rigoureuses, se produit l'émission d'un exsudat dans lequel les oléorésines s'oxydent. La transformation chimique de ces composés terpéniques au contact de l'air modifie leur fonction d'allomone :

L' α -pinène se convertit en verbénone et verbénol qui agissent comme kairomones au bénéfice des Scolytidae qui les perçoivent : ils s'assemblent, de manière sélective, sur l'arbre malade (**Chararas, 1989**).

II.9.2.1.2. La spécificité

Les études sur l'efficacité des fractions des plantes aromatiques démontrent qu'il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle (**Shaaya et al. 1991**) ou pour un même composé (**Regnault-Roger, 1999**).

Une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle reproductif d'un insecte, c'est-à-dire que la sensibilité d'un insecte peut évoluer en fonction de son développement physiologique (**Regnault-Roger, 2005a**). En conséquence, sélectivité et spécificité permettent aux molécules allélochimiques végétales d'agir à des moments déterminés sur les espèces ciblées.

II.9.2.1.3. La biodégradabilité

Les molécules allélochimiques végétales appartiennent au métabolisme secondaire des polyphénols, terpènes, alcaloïdes ou glucosides cyanogénétiques (**Streblor, 1989**). Ces composés sont facilement biodégradés par voie enzymatique. La durée de demi-vie des composés végétaux est particulièrement courte, allant de quelques heures à quelques jours (**Isman, 2005 ; Kleeberg, 2006**). Toutefois, un certain nombre de ces molécules allélochimiques sont répertoriées dans les Pharmacopées et connues pour leurs activités pharmacologiques et thérapeutiques. *In situ*, elles ne développent que peu de toxicité pour les vertèbres et sont d'ailleurs, pour quantité d'entre elles, régulièrement consommées dans l'alimentation. Il conviendra cependant de sélectionner, pour un usage phytosanitaire, des molécules qui ne manifestent pas d'effets secondaires indésirables pour la santé humaine.

II.9.2.1.4. La résistance

Les molécules allélochimiques végétales, en augmentant le nombre de composés utilisés dans la lutte phytosanitaire et, de ce fait, en variant les structures chimiques, contribuent à la diversification des cibles moléculaires et biochimiques chez l'insecte. Cependant, comme les antibiotiques, un insecticide photochimique peut générer des cas de résistance si des applications de ce composé sont faites de manière systématique, répétée et sans discernement il faut donc limiter les fréquences d'épandages et surtout varier les formulations en associant plusieurs composés de modes d'action différents, ou mieux, mettre en œuvre une approche intégrée impliquant différentes méthodes de lutte (**Regnault-Roger et al., 2005**).

II.9.2.1.5. La biodisponibilité

Les molécules allélochimiques biosynthétisées par les végétaux sont sujettes aux facteurs environnementaux, physiologiques et génétiques qui influencent leur biodisponibilité au sein d'une espèce donnée. Toutefois, leur ubiquité dans l'ensemble du règne végétal devrait permettre de limiter cet inconvénient. Il faut cependant être attentif à ce que les développements industriel et commercial de nouveaux biopesticides d'origine végétal ne se réalisent pas au détriment de la biodiversité. Les espèces fragiles et rares doivent être exclues sans ambiguïté du champ d'exploitation. Pour pallier une absence éventuelle de disponibilité, un débat s'est ouvert récemment pour savoir si les formulations à base d'extraits végétaux pouvaient être enrichies de substances de synthèse ou d'hémisynthèse en tout point identiques aux molécules naturelles, et être considérées comme des biopesticides (**Hintz, 2001 ; Descoins et al., 2003 ; Copping, 2004 ; Regnault-Roger et al., 2005**).

Ainsi les insecticides phytochimiques présentent de nombreuses qualités pour une lutte phytosanitaire respectueuse de l'environnement, Pour être complet, il faut toutefois évoquer la faisabilité d'une telle approche dans le contexte actuel.

II.10. La synergie dans le domaine des bio-insecticides

L'interaction mesurée ou observée entre différentes molécules s'est traduite par pas moins d'onze définitions différentes de la synergie. Le sujet est très vaste car il intéresse non seulement les spécialistes de la Lutte chimique contre les ravageurs mais aussi les pharmacologues, les épidémiologistes et les statisticiens. Plus de 20.000 articles de la littérature biomédicale font référence au synergisme sous toutes ses formes depuis 1981 (**Greco et al., 1995**). Dans la plupart des cas, il est question de l'action combinée de deux molécules sans distinction de leur niveau d'activité.

Selon **Regnault-Roger, (2005)** et **Greco et al. (1995)**, il y a effectivement trois types de situations possibles lorsque deux ou plusieurs composés sont mis en présence :

- **aucune interaction** : la combinaison ne produit pas d'effet additif ou inférieur à ce qui peut être prévu par les courbes de réaction des molécules ;
- **synergie** : la combinaison produit un effet additif, c'est-à-dire plus important que celui prévu ;
- **antagonisme** : l'effet est plus faible que prévu (**Tableau II.3**).

Il faut cependant constater que la plupart des réactions synergiques associées à des composés à action pesticide concerne un mélange de matière active (le pesticide) et d'un composé (le synergiste) reconnu comme relativement non-toxique. Le meilleur exemple est l'association pyrèthre et *pipéronyl butoxide (PBO)*, la présence de ce dernier dans le mélange permettant au pyrèthre d'agir à des doses plus faibles que sa toxicité généralement reconnue.

Lorsqu'on met en présence deux composés toxiques et que la toxicité du mélange est plus grande que la simple somme arithmétique des toxicités respectives de ces deux molécules, il s'agit alors de potentialisation et non pas de synergisme *stricto sensu*. Cependant, on fait plus fréquemment usage dans la littérature du mot synergisme pour décrire des réactions de potentialisation. Ainsi **McKey (1979)** introduit le concept de « synergisme analogue » pour décrire l'activation d'une phytotoxine en présence de ses analogues structuraux. Pour **Sims et Johnson (1972)** toute substance dont l'action facilite ou stimule la pénétration, le transport ou l'accessibilité d'un composé toxique doit être considérée comme un « quasi-synergiste ». C'est le cas, par exemple, des saponines qui favorisent l'entrée des produits toxiques dans les cellules, ou des huiles qui facilitent l'entrée des insecticides à travers les cuticules.

La définition d'un synergiste peut donc s'appliquer soit à une substance non toxique que l'on ajoute à un pesticide pour en augmenter la Toxicité, soit à une molécule susceptible d'accentuer la toxicité d'un composé, dont l'activité est déjà connue (**Metcalf, 1967 ; Bernard et Philogene, 1993**). Mais il est certainement plus utile de classer les synergistes selon leur mécanisme de détoxification (**tableau II.3**).

Tableau. II.3 : Terminologie généralement utilisée pour décrire l'action combinée de deux composés (Greco et al. 1995).

<i>Effet</i>	<i>Les deux composés sont toxiques</i>	<i>Un seul composé est toxique</i>	<i>Aucun composé n'est toxique</i>
Effet combiné additif	Synergisme/Potentialisation	<i>Synergisme</i>	<i>Coalisme</i>
Effet combiné simple*	Additivité/Indépendance	<i>Inertisme</i>	<i>Inertisme</i>
Effet combiné	Antagonisme	<i>Antagonisme</i>	-

*les toxicités respectives des deux composés ne changent pas.

II.11. Phytomolécules et synergie

II.11.1. Le système PSMO (Poly Substrats Mono-oxygénase).

Il y a une soixantaine d'années, que l'effet synergique de l'huile de sésame sur les pyréthrinés qui a sans doute le plus influencé dans la recherche de molécules d'origine végétale ayant un effet similaire. La capacité synergique de cette huile est le résultat de l'activité de deux composantes *méthylènes-dioxyphenyls (MDP)*, la *sésamine* et la *sésamoline* (**Showyin, 1998**). La présence des *MDP*, groupe fonctionnel inhibiteur des enzymes de détoxification comme le cytochrome P₄₅₀, est un aspect fondamental de l'action synergique de l'efficacité et l'intervention des *poly substrats mono-oxygénases (PSMO)* dans le processus de détoxification. En empêchant ces enzymes de neutraliser les substances toxiques, les synergistes accentuent l'effet toxique et retardent d'autant l'apparition du phénomène de la résistance chez les insectes visés (**Greco et al. 1995**).

II.11.2. Interaction bio-insecticides et systèmes enzymatiques

En raison du phénomène de la résistance qui affecte plus de **500** espèces d'arthropodes nuisibles, et de l'importance du système **PSMO** et, en particulier, du **P-450** (**Feyereisen, 1999**),

On sait, par exemple, que les substances phytotoxiques sont caractéristiques de plusieurs familles de plantes et les protègent efficacement contre les phytophages (**Arnason et al. 1992**). La toxicité de ces substances dépend non seulement de leur activation par les rayons ultraviolets, mais aussi de la présence d'enzymes antioxydants chez l'insecte, enzymes susceptibles de les neutraliser. Toute substance d'origine végétale ayant une action capable de diminuer ou d'éliminer l'intervention de ces enzymes a donc une action synergique envers les substances phytotoxiques.

Les insectes phytophages spécialistes des plantes à action phytotoxiques, doivent prouver leur capacité d'adaptation biochimique à l'action d'enzymes antioxydants, en particulier le glutathion réductase (**GR**) et le glutathion transférase (**GST**) (**Guillet et al. 2000a**). Le glutathion (**GSH**) lui-même est largement impliquée dans les réactions de conjugaison, avec le **GST** et le **GR**, dans la deuxième phase des biotransformations nécessaires à la détoxification.

Lorsqu'une phytotoxine comme l' α -terthienyl, présente chez les Astéracées, se trouve en présence de sesquiterpènes lactones, également présents dans ces plantes, une réaction synergique se produit qui augmente sensiblement sa toxicité envers le ver du tabac, *Manduca sexta* (**Guillet et al. 2000b**). En réduisant la concentration des composés GHS, les sesquiterpènes produisent une accumulation excessive de peroxydes résultant de l'intervention du phyto-oxydant, et donc des effets létaux de ce dernier. D'autre part, il est permis de supposer que toute molécules d'origine végétale capable de réduire le **GST**, le **GR** et le **GSH**, favorisera l'action toxique, et aura ainsi un effet synergique.

Tout récemment, une autre composante importante de l'action synergique a été identifiée. Il s'agit d'une substance inhibitrice des pompes cellulaires, mécanisme qui donne aux cellules la capacité d'exclure les drogues (*Multidrug Resistance Pumps* au **MDR**). La 5'-méthoxyhydnocarpine (5'-MHC) synergies l'action de la berbérine (**Stermitz, 2000**), un alcaloïde phytotoxiques à action insecticide (**Philogene et al. 1984**) en neutralisant la pompe facilitant de ce fait son accumulation dans la cellule de l'organisme visé. La découverte de la 5'-MHC laisse entrevoir d'énormes possibilités face aux résistances des organismes, aussi bien à l'action des insecticides qu'à celle de toutes les molécules il action thérapeutique.

II.12. Conclusion

L'utilisation des produits chimiques est considérée dans l'agriculture moderne comme indispensable bien que se développe à ses côtés une agriculture appelée biologique et bioproduits n'utilisant pas ces produits trivialement nommés pesticides. Ils en existent principalement trois catégories : les herbicides, pour lutter contre les plantes adventices nuisibles (les mauvaises herbes), les fongicides, pour lutter contre les champignons et les insecticides pour lutter contre les insectes (**Al-Sayeda, 2007**).

Vis-à-vis de l'homme, les pesticides présentent un certain nombre d'effets indésirables comme par exemple des effets cancérogènes et mutagènes et des effets négatifs sur la reproduction. Tous ces insecticides ont subi une restriction de commercialisation, tant par l'Union Européenne que par les Etats-Unis, du fait de leur toxicité pour la santé humaine et de leur dangerosité pour l'environnement ainsi leurs biodégradabilités très difficiles. Pour les autres produits, des **limites maximales de résidus (LMR)** dans l'alimentation sont établies et doivent garantir à la population une absence de risque lors de la consommation de ces denrées. Ces **LMR** permettent un suivi des résidus dans l'alimentation et de nombreux contrôles sont effectués pour en montrer les teneurs (**Al-Sayeda, 2007**).

Pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés. Ainsi, pour contribuer à une gestion durable de l'environnement, la mise en place de nouvelles alternatives de contrôle des moustiques est davantage encouragée. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, etc., peuvent aussi être utilisées comme insecticides de remplacement (**Aouinty et al., 2006**).

C'est dans cette optique, nous voyons très indispensable de développer cette voie de recherche et de voir plusieurs solutions qui peuvent contribuer à l'élargissement du spectre des bioproduits d'origine végétale.

୧ ୨ ୩ ୪ ୫ ୬ ୭

Partie II.
Etude expérimentale

୧ ୨ ୩ ୪ ୫ ୬ ୭

୧ ୩ ୩ ୩ ୩ ୩ ୩

Chapitre III.
Interaction plantes-termite : étude
sur terrain.

୧ ୩ ୩ ୩ ୩ ୩ ୩

Introduction

La relation plante et insecte fait l'objet de plusieurs recherches. Ainsi la position des nectaires intra-floraux, la forme, la grandeur et l'arrangement des pièces florales au moment de la pollinisation, la composition phytochimique et la nature biochimique de la sève, sont prévus dans le but exclusif de la visite des insectes chercheurs de nectar ou de source nutritive. A titre indicatif, les plantes à fourmis ont été depuis quelques années l'objet d'un grand nombre de travaux, destinés pour la plupart à mettre en évidence les relations plantes et insectes (**Regnault, Philogène, et al., 2008**).

Cette première partie de notre travail expérimental, est répartie en : essais et expérimentations sur terrain, regroupant des essais de réalisation des termitières expérimentales pour mieux comprendre le mode de vie et interactions entre les plantes et l'insecte, suivie par des interprétations et discussion des résultats.

Cette partie d'étude a pour but de chercher les interactions et les relations de l'effet des plantes sur le comportement des insectes.

Nous avons également fixé le choix des plantes en fonction de la problématique de la valorisation des plantes du milieu saharien aride, adopter les techniques et mode de manipulation avec les insectes et d'un autre côté l'étude du milieu naturel saharien ainsi que les relevés d'attaques de ravageur sur des plantes spontanées de la zone d'étude.

Ceci fait l'objet de réalisation et adoption des installations des termitières

Les procédures de l'expérimentation animale de ce chapitre sont bien détaillées dans la partie méthodologique. Les résultats obtenus sont interprétés et discutés respectivement.

III. Essai de réalisation des termitières expérimentales

III.1. Méthodologie et étude sur terrain

III.1.1. Choix des plantes en vue de l'installation des termitières

Un choix préliminaire a été fixé en s'articulant sur des enquêtes réalisées au niveau du *laboratoire de Phytochimie et Synthèses Organique*, montre que l'utilisation des plantes médicinales et toxiques se diffère dans les voies d'administration et des doses, il y a des gens qui réfugient les plantes toxiques parmi ces plantes on a choisi des plantes toxiques et des plantes médicinales.

Ceci est réalisé après des investigations et enquêtes sur terrains en continuation des travaux de valorisation des plantes sahariennes qui est l'un des axes de ***Laboratoire de Phytochimie et Synthèses Organique, Université Tahri Mohammed de BECHAR.***

III.1.2. Récolte et mise en place des termites étudiés

Les espèces ont été triées appartient au genre *Anacanthothermes* sp (Famille de *Hodotermitidae*) Ils ont été rassemblés après un brassage sur terrain de divers endroits de la région de Béchar à partir des plantes attaquées de *Hmada de Lahmer*, *Abadla*, *Taghit* et *Béchar ville*. Les individus ont été installées au laboratoire **LPSO** de l'université de Béchar dans des boites en matière plastique (**40cm x 26cm x 15cm**), Les boites ont été remplies au **2/4** par le sable et l'argile pour garder le milieu naturel de ses insectes et par la suite ont été placées à température ambiante **22-25°C** et à humidité relative à une valeur comprise entre 60 % et 70 %. Au cours de cette partie expérimentales nous voyons très nécessaire de limiter les tests sur les ouvriers de taille 5-6 mm qui sont les individus responsables de la dégradation des bois.

- Les termitières expérimentales sont installées dans l'université de Béchar en mois de Janvier (**16/01/2011**) à l'air libre et à une température ambiante. Dans chaque termitière on a planté un même nombre des échantillons étudié (morceaux de la tige ou partie aérienne de la plante), a une longueur constante pour toutes les plantes avec un témoin qui est des morceaux roseaux, puis on a contaminé ces termitières par les termites avec une humidification chaque 03 jour. Cette technique est inspirée selon plusieurs travaux de recherche dans le but de contribuer facilement à installer de termitières expérimentales naturelle avec des sources naturelles de cellulose et de bois du même milieu naturelle du genre typique saharien de ce biotope.

Toutes les termitières sont protégées et entourés par un siège, la longueur des termitières est de 3.8 m et une largeur de 1.6 m, de même que la longueur des tiges des plantes varie d'une plante à autre de 21cm et 30cm. (**Figure. III.1**)

A9	A7	A5	A3	A1
A10	A8	A6	A4	A2

Figure. III.1 : Dimensionnement du terrain expérimental en vue de la création des termitières.

A1: *Acacia raddiana* **A2:** *Anabasis aretioides* **A3:** *Pelgularia tomentosa*.
A4: *Launeae arborescens* **A5:** *Limoniastrum feei*. **A6:** *Calotropis procera*
A7: *Datura stramonium* **A8:** *Hyoscyamus muticus* **A9:** *Lantana camara*
A10: Espace vide pour la contamination directe du sol par les termites.



Figure. III.2 : Les tiges des plantes codifiées avant d'être introduits et plantées dans les termitières expérimentales (LPSO, 2011).



Figure. III.3 : Installation des termitières expérimentales au niveau du champs expérimentale de l'université de Béchar (LPSO, 2011).



Figure. III.4 : Installation des tiges de plantes sélectionnées dans les unités termitières (LPSO, 2011).

Les bois sont bien sûr un refuge naturel de termites où ils contribuent utilement à la dégradation du bois mort, et qui commence à pourrir il contient des champignons microscopiques qui émettent des substances attractives pour les termites. N'oublions pas que les termites ouvriers sont aveugles, l'odorat tient un rôle primordial dans leur comportement.

En mois de mars (15/03/2011), nous avons installé des planches de bois brun clair inertes léger et non résineux de type africain **Classe S (OZIGO)**, ce choix a été fait avec précaution pour répondre aux particularités des insectes étudiés les morceaux de planche sont séchés à l'étuve pour réduire l'humidité et évaporer les essences indigérables puis ils sont codifiés et implantés dans des sites expérimentaux infectés par les termites dans l'université du Béchar. Les planches en vue de l'installation sont préparées à une longueur de 20 cm, 10 cm de largeur et 1cm d'épaisseur, elles contiennent aussi un trait de 15 cm de longueur pour l'injection des extraits avec un espace de 5cm pour placer une étiquette qui porte le code, le nom de la plante et la date de plantation. Avec les mêmes caractéristiques pour la planche témoin.



Figure. III.5 : Les planches et les témoins préparés pour la plantation (LPSO, 2011)

NB. Les mêmes opérations sont effectuées dans d'autres sites à l'extérieur dans la ville de Bechar

III.1.3. Localisation géographique de la zone d'étude

Le travail expérimental a été effectué dans la station expérimentale des tests zoologiques de Lahmar entre (31°56'0,01N et 2°15'34,95" W), la zone des sites expérimentaux se situe sous forme d'une station de stagnation des eaux pluviales, riche en plantes attaquées par les termites, et d'autre plantes qui ne sont pas attaquées par ces derniers.

La station se caractérise par des conditions favorables pour les prélèvements, suivi des expériences et richesse en plantes et insectes.

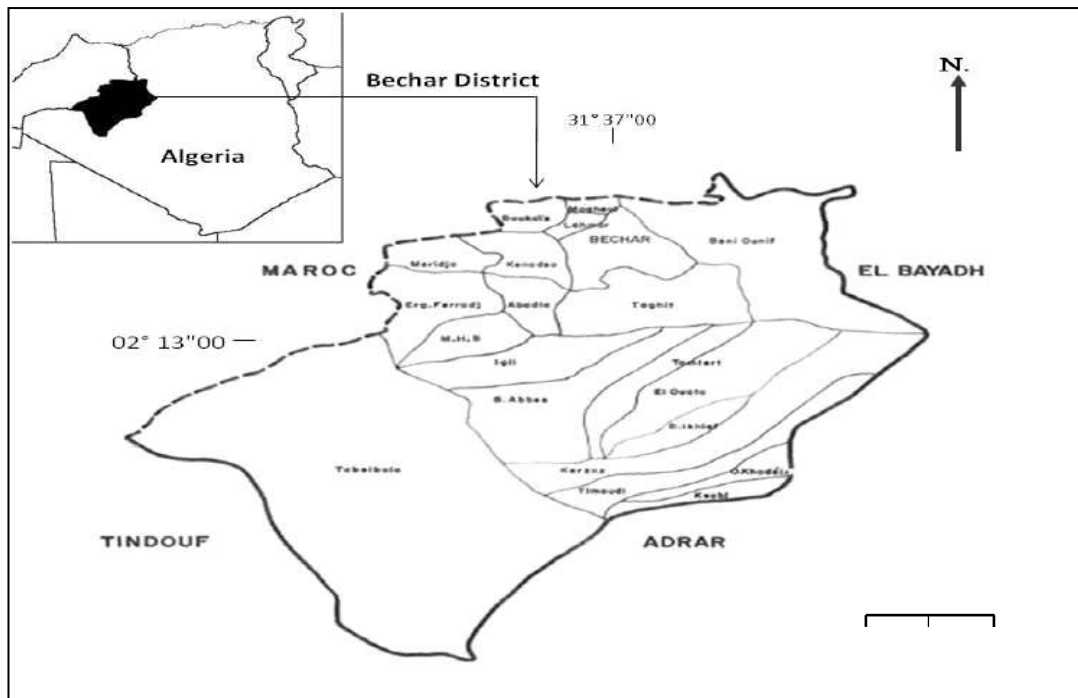


Figure III. 6 : Localisation de la région d'étude (Région de Béchar) Sud-ouest algérien.

La région de Béchar se trouve à une distance de 950 km au Sud-Ouest de la capitale Alger, sur une superficie de **161000** km², son relief est constitué de cinq types :

Les montagnes : elles sont dénudées et parfois élevées. Citons : ***Djebel Antar*** (1953m), ***Djebel Grouz*** (1835m) et ***Djebel Béchar*** (1206 m).

Les oueds : quatre principaux oueds sillonnent la wilaya. Ce sont : ***oued de Bechar***, ***oued Zouzfana*** et ***oued Guire***. Ces trois oueds donnent naissance à ***oued Saoura***.

Les vallées : ce sont des dépressions façonnées par les cours d'eau importants. Les principales sont celles de *Zouzfana*, *Abadla* et de *Saoura*.

Les hamadas : les *hamadas* du *Guire* et de *Saoura*.

Les ergs : ce sont des massifs dunaires. Nous distinguons le grand *Erg occidental*, *Erg Erraoui*, *Erg El- Atchane* et *Erg Iguidi*

III.2. Essai de la réalisation des termitières

A travers l'étude expérimentale (réalisation des termitières) nous avons essayé de créer un milieu naturel pour les termites à fin d'avoir des résultats fiables pour l'attaque des échantillons.

L'étude n'a donné aucun résultat positif ceci est explicable d'après nos observations durant l'expérience car les termites sont des insectes qui vivent dans un climat très particulier dont on n'a pas pu contrôler tous les facteurs extérieurs (Température, Humidité...) malgré qu'on a contaminé les termitières chaque fois par des individus nous n'avons pas eu des résultats de développement des colonies ce qui nous a orienté vers le changement de la stratégie de l'étude et manipulation de l'insecte.



Figure III.7 : Planche striée attaquée. (Résultat positif) (LPSO, 2011)

III.2. Etude expérimentale sur terrain et relevé des attaques

Nous avons fait une visite de la région de **Lahmar** pour localiser des champs riches en différentes espèces de plantes sahariennes, cette visite nous a permis de localiser et limiter les sites en trois (03) secteurs expérimentaux, ensuite nous avons calculé les surfaces et mesures de la station expérimentale afin de connaître les terrains infectés par le ravageur xylophage.

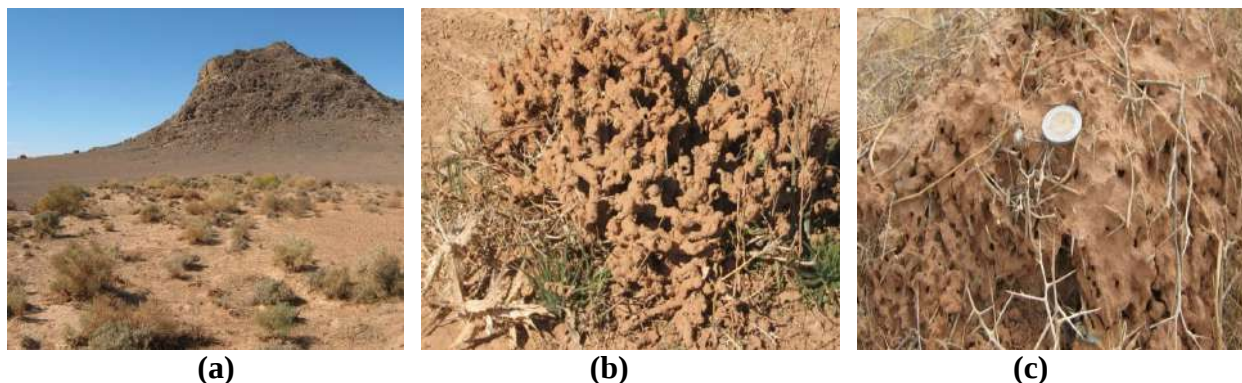


Figure III.8 : Zone choisi, infectée par le ravageur xylophage (LPSO, 2011)



Figure. III.9 : Représentation du site expérimentale I. 1562.5m² de surface.



Figure III.10 : Représentation du site expérimentale II. 560.5m² de surface.



Figure III.11 : Représentation du site expérimentale III. 1550.5m² de surface.

III.2.1. Etude des caractéristiques climatologiques de la région d'étude

La région de Bechar est située au sud-ouest algérien. La bordure septentrionale est constituée d'une zone où se développe une maigre végétation xérophile, la flore est très clairsemée. En été, le siroco un vent extrêmement chaud et sec souffle sur la wilaya, les précipitations sont très faibles par rapport au nord, elles sont inférieures à 130 mm/an. L'amplitude thermique très importante (de 49°C le jour à moins de 10°C la nuit). L'aridité du climat est accentuée par des vents de sable parfois très violents.

Le travail expérimental a été effectué dans la station expérimentale des tests zoologiques de Lahmar rattaché au Laboratoire de *Phytochimie et de Synthèse Organique de l'Université de Bechar (31°.56'.0,01"N et 2°.15'.34,95"W)*.

Les précipitations sont très rares et irrégulières, la plupart des régions reçoivent en moyenne de 130 mm/an, tandis que d'autres régions restent plusieurs années sans pluie. Des vents très violents modifiant le relief du saharien.

L'aridité dépend de la combinaison entre les précipitations totales, leur répartition saisonnière et les températures.

Tableau III.1 : Moyennes Mensuelles Des Précipitations (En Mm) (Station de mesure expérimentale Laboratoire de Recherche UTMBechar -2011)

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
9,2	6,7	8,4	8,6	5,4	3,1	0,7	3,2	7,3	11,8	11,5	9,5

Les plantes se développent en conservant et en utilisant efficacement l'eau disponible. Certaines plantes sont éphémères ; elles vivent quelques jours au plus. Leurs graines sommeillent dans le sol, parfois pendant des années, jusqu'à ce qu'une pluie pénétrante leur permette de germer et de fleurir rapidement.

Les pratiques humaines favorisent la désertification, parmi ces dernières citant : la sur exploitation des terres, le surpâturage... etc. ces pratiques interagissent et leurs effets cumulés amplifient le phénomène précité.

Tableau III.2 : Moyennes Mensuelles Des Températures Sous Abri (°C)
(Station de mesure expérimentale Laboratoire de Recherche UTM. Bechar -2011)

Mois / Heures	00h00	03h00	06h00	09h00	12h00	15h00	18h00	21h00	Moyennes
Janvier	7,5	6,1	4,9	7,5	13,8	15,7	13,2	9,8	09,8
Février	10,9	9,1	7,6	10,9	16,3	18,4	16,9	13,1	12,9
Mars	14,1	12,1	10,5	15,2	19,6	21,6	20,7	16,7	16,3
Avril	17,8	15,8	14,2	19,1	22,9	24,8	24	20,3	19,9
Mai	21,3	19,3	18,3	23,1	26,6	28,5	27,7	23,9	23,6
Juin	27,4	25,2	24,2	29,7	33,5	35,4	34,6	30,6	30,1
Juillet	31,2	28,8	27,4	33,5	37,3	40,9	38,2	34,1	30,5
Aout	30,6	28,3	26,9	32,6	39,4	48,1	37,1	33,1	34,1
Septembre	25,8	23,9	22,5	27,7	31,6	33,1	31,6	27,8	28,1
Octobre	19,2	17,3	15,9	21,1	25,1	26,5	24,4	21	21,3
Novembre	12,6	10,9	9,8	13,8	18,6	20,1	17,4	14,3	14,7
Décembre	8,5	6,9	5,9	8,9	15,1	16,8	13,6	10,5	10,8
Mensuelle	18,9	17,1	15,7	20,3	24,98	27,49	24,9	21,3	Annuel
Moyenne	21.45								21.008

Tableau III.3 : Moyennes Mensuelles Des Humidités Relatives (%)
(Station de mesure expérimentale Laboratoire de Recherche UTM. Bechar -2011)

	00h00	03h00	06h00	09h00	12h00	15h00	18h00	21h00	Moyenne
Janvier	51,6	56,2	60,1	52,9	35,2	29,5	35,4	45,7	45,8
Fevrier	44,4	50,5	55,2	46,1	30,1	25,1	27,9	38,4	39,7
Mars	33,2	38,2	42,4	32,4	22,3	18,6	19,5	27,5	29,2
Avril	32,8	38,3	42,7	30,1	22,5	19,1	19,8	27,3	29,1
Mai	29,9	34,7	37,9	26,2	20,1	17,1	18,1	24,7	26,1
Juin	22,1	25,4	28,3	19,2	14,6	12,6	12,6	17,1	19
Juillet	15,2	18,3	20,9	14,5	11,4	10,2	10,2	12,6	14,2
Aout	17,8	21,2	23,9	16,9	13,1	11,6	11,9	15,4	16,5
Septembre	29,2	33,1	36,6	26,8	20,1	17,4	18,9	25,4	25,9
Octobre	36,4	41,1	45,1	34,7	26,1	23,1	26,1	32,9	33,2
Novembre	48,6	53,3	56,7	46,1	32,8	18,3	34,3	43,1	42,9
Décembre	51,1	56,5	59,9	51,8	34,8	29,7	37,1	45,6	45,8
Annuel	34,3	38,9	42,5	33,1	23,6	20,2	22,6	29,6	30,6

La wilaya de Béchar est caractérisée par un climat très chaud et sec en été (+ 40°C) et très froid en hiver (2 à 3°C). La pluviométrie est très faible (60 mm/an) et très irrégulières. Les vents de sable sont fréquents et souvent violents en automne et au printemps (100 km/h)

Les tableaux représentent les moyennes des données climatiques des dix années

La commune de **Lahmar** est caractérisée par un climat sec, et une température annuelle environ de 21.2 °C et une précipitation presque inexistante sauf quelque mois de l'hiver à 7.11 (1/10 mm) ; humidité de 30.6 % (AMS, 2009).

III.2.2. Screening sur terrain des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites

La mise en œuvre de moyens de lutte contre les insectes phytophages et les agents phytopathogènes se perd « dans la nuit des temps ». En effet, comme pour tous les organismes biologiques, la recherche de la nourriture constitue un élément essentiel pour la vie de notre espèce. Avec l'avènement de l'agriculture, protéger les cultures et conserver les récoltes devient une de nos préoccupations majeures. **(Marinval, 1988).**

Actuellement, une des démarches les plus simples à observer pour identifier des végétales sources potentielles d'insecticides phytochimiques est la réalisation d'une enquête ethnobotanique sur ces pratiques traditionnelles. C'est à partir d'observations sur terrain que les activités insecticides des plantes **(Schmutterer, 1990), (Dunkel et al. 1990)**, ont été remarquées ces observations sur terrain, pour être exploitables, doivent s'accompagner d'une enquête ethnobotanique qui donnera, outre des informations socio-ethnologiques, Les précisions suivantes, indispensables pour la compréhension des conditions d'efficacité des plantes :

- L'état du végétal utilisé comme protecteur : son aspect et son état physique (frais, broyé, séché), son odeur, sa maturité au moment de la récolte, les conditions dans lesquelles il s'est développé ;
- Les plantes que l'on veut protéger et les insectes visés : en effet, l'expérience démontre que les résultats obtenus avec un insecte ne sont pas forcément reproductibles avec une autre espèce ;
- Les conditions dans lesquelles s'effectue cette protection : espace ouvert ou fermé, température, hygrométrie, photopériode ;
- enfin, le type d'activité exercée par le végétal : effet insecticide (effet létal), effet knock-down (l'insecte est privé momentanément de sa motricité naturelle), effet répulsif, etc.

L'étape suivante est de vérifier au laboratoire si ces pratiques empiriques ont un fondement réel. Il convient, dès lors, de choisir un modèle expérimental et de définir les expériences à réaliser en fonction des objectifs fixés.

Tableau III.4 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites au niveau du site I.

<i>Nom de l' espèce</i>	<i>Famille</i>	<i>Nom vernaculaire</i>	<i>N^{bre} de pieds des plantes existantes sur site I</i>	<i>Nombre de plantes attaquées</i>	<i>Nature d' attaque</i>	<i>Degré d' attaque</i>	<i>Observation</i>
<i>Anvillea radiata</i>	Asteraceae	Nougda	98	-	-	0	-
<i>Anabasis aretoides</i>	Chénopodiacée	Degaa	-	-	-	-	-
<i>Bubonium graveolens</i>	Asteraceae	Tafs	20	1	+	5 %	-
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnaceae	Sadra	1	-	-	0	-
<i>Haloxylon articulatum</i>	Chénopodiacée	Ramte	150	-	-	0	23 unités sèches mais aucune attaque
<i>Artemisia herba-alba</i>	Asteraceae	Chih	8	-	-	0	-
<i>Devera scoparia</i>	Apiaceae		6	-	-	0	-
<i>Launeae arborescens</i>	Asteraceae	Oum Lbina	18	1	-/+	5.55 %	Une unité non attaqué
<i>Pelgularia tomentosa</i>	Asclepiadaceae	El ghelgua	44	0	-	0	Les plantes non attaqué sont vertes et fraîches

Tableau III.5 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites au niveau du site II.

Nom de l'espèce	Famille	Nom vernaculaire	N ^{bre} de pieds des plantes existantes sur site II	Nombre de plantes attaquées	Nature d'attaque	Degré d'attaque	Observation
<i>Anvillea radiata</i>	Asteraceae	Nougda	32	-	-	0	5 unités sèches mais aucune attaque
<i>Anabasis aretoides</i>	Chénopodiacée	Degaa	15	-	-	-	-
<i>Bubonium graveolens</i>	Asteraceae	Tafs	2	-	-	0	-
<i>Zizyphus lotus</i>	Rhamnaceae	Sadra	-	-	-	-	-
<i>Haloxylon articulatum</i>	Chénopodiacée	Ramte	12	-	-	0	6 unités sèches mais aucune attaque
<i>Artemisia herba-alba</i>	Asteraceae	Chih	2	-	-	0	-
<i>Devera scoparia</i>	Apiaceae	Elgzeh	2	-	-	0	-
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Solanaceae	Elbtima	38	-	-	0	-

Tableau III.6 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes attaquées par les termites au niveau du site III.

<i>Nom de l' espèce</i>	<i>Famille</i>	<i>Nom vernaculaire</i>	<i>Nbre de pieds des plantes existantes sur site I</i>	<i>Nombre de plantes attaquées</i>	<i>Nature d' attaque</i>	<i>Degré d' attaque</i>	<i>Observation</i>
<i>Anvillea radiata</i>	Asteraceae	Nougd	15	-	-	0	-
<i>Anabasis aretoïdes</i>	Chénopodiacée	Degaa	5	-	-	0	-
<i>Bubonum graveolens</i>	Asteraceae	Tafs	23	3	+	13.04 %	-
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnaceae	Sadra	-	-	-	-	-
<i>Haloxylon articulatum</i>	Chénopodiacée	Remt	35	-	-	0	12 unités sèches mais aucune attaque
<i>Artemisia herba-alba</i>	Asteraceae	Chih	17	-	-	0	-
<i>Devera scoparia</i>	Apiaceae	Elgzeh	6	-	-	0	-
<i>Launea arborescens</i>	Asteraceae	Oum Lbina	11	3	+	27.27 %	Les plantes attaquées sont sèches
<i>Gymnocarpus decandrus</i>	Caryophyllaceae	Eldjefna	17	-	-	0	Les plantes non attaqué sont vertes et fraîches

Tableau III.7 : Tableau récapitulatif des relevés expérimentaux des plantes existantes dans la montagne.

<i>Nom de l' espèce</i>	<i>Famille</i>	<i>Nom vernaculaire</i>	<i>Nbre de pieds des plantes existantes sur site I</i>	<i>Nombre de plantes attaquées</i>	<i>Degré d' attaque</i>	<i>Observation</i>
<i>Warionia Saharae</i>	Asteraceae	Kebbar lmaize	5	-	0	-
<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadaceae	Elkranka	3	-	0	-

Les plantes aromatiques et médicinales *Launeae arborescens* et *Bubonium Graveolens* sont faiblement attaqué par les termites, à l'état sec, et non attaqué totalement à l'état vert et frais, probablement qu'il y a une diminution de l'efficacité des molécules bio-actives à l'état sec qu'à l'état vert et frais, les quatre plantes sont répulsives du point de vue phytochimiotactisme, c'est-à-dire elles contiennent des molécules à effet bio-insecticide.

Au plan toxicologique la plupart des plantes incriminées dans des cas d'empoisonnement contiennent une ou plusieurs substances toxiques. Il est cependant possible de réunir les plus importantes selon des groupes distincts, pour mieux connaître les molécules cibles, leur origine phytochimique et efficacité biochimique.

Au cours de nos investigations, il est noté que certaines familles de plantes sont plus riches en alcaloïdes que d'autres. De même, ses alcaloïdes pour certaines plantes médicinales, sont localisés surtout dans les parties aériennes à savoir les tiges et les feuilles (**Tab.III.9**).

Les investigations ont porté sur les feuilles, les tiges, les graines et les fleurs qui sont d'utilisation courante en médecine traditionnelle locale. Les organes sont séchés à l'air libre à la température ambiante, puis broyés en poudre sur laquelle les tests du criblage phytochimique sont réalisés (réactif de *Mayer* ou *Dragendorff*) (**Bruneton, 2003**).

Selon plusieurs auteurs, les plantes sont très riches en molécules **allélochimiques**, de diversité structurale, réagissant comme bio-insecticide selon divers mécanismes :

- Repousser les prédateurs ou les empêcher de prendre de la nourriture (substances répulsives, irritantes), donner un goût désagréable à la prise alimentaire ce qui gêne la bonne conduite de l'équilibre alimentaire (substances astringences),
- Perturber le système digestif (composés anti-appétants) ou neurologique (toxines).

Parmi les substances produites par les végétaux, les alcaloïdes sont bien connus par leurs effets toxiques vis-à-vis des insectes (**Appert et al., 1982 ; Bouchelta et al., 2005**).

Tableau III.8 : Criblage phytochimique comparée de différentes plantes utilisées dans l'étude

Espèce	Famille	Nom vernaculaire	Test de criblage des alcaloïdes
<i>Limonastrium féei</i>	Plumbaginaceae	Melefet Elkhadem	-
<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadaceae	Kernka	+++
<i>Bubonium gravolens</i>	Asteraceae	Tafss	-
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Solanaceae	Elbetima	+++
<i>Pergularia tomentosa</i>	Asclepiadaceae	El ghelga	+++
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	Hebala	++
<i>Anvillea radiata coss.</i>	Asteraceae	Noug	-
<i>Launaea nudicaulis</i>	Asteraceae	Rgama	-
<i>Acacia raddiana</i>	Fabaceae	Talh	+
<i>Anabasis aretoïdes</i>	Chénopodiacée	Degaa	+
<i>Launaea arborescens</i>	Asteraceae	Oum Lbina	+
<i>Warionia Sahara</i>	Asteraceae	Kebbar lmaize	+

(- : absence, + : faible présence, ++ : présence moyenne, +++ : forte présence)

Au vu de nos résultats, il est signalé pour la première fois la présence d'alcaloïdes dans certaines espèces endémiques de la région qui à notre connaissance ses espèces n'ayant fait l'objet d'aucun travail sur les alcaloïdes et pourraient être considérées comme de nouvelles sources de ces produits naturels. En ordre il s'agit de *Calotropis procera*, *Hyoscyamus muticus* et *Pergularia tomentosa* et *Datura stramonium* qui sont des plantes très abondantes dans le Sahara. Ces espèces végétales peuvent être valorisées comme source d'alcaloïdes, voire de bio-insecticides.

Ce screening ne présente que le stade préliminaire de la recherche des principes actifs en l'occurrence les alcaloïdes des plantes médicinales du Sud-Ouest Algérien. Parmi les espèces végétales étudiées, il est noté celles qui sont riches en alcaloïdes, ce qui a permis de les cibler comme modèle d'étude de sources de bio-insecticides.

Conclusion

En corrélation avec les enquêtes nous avons pu faire sur les **relevés expérimentaux dans les sites étudiés**, le choix des plantes selon plusieurs paramètres et degré d'attaque remarqué sur terrain, nous avons aussi corrélé les résultats obtenus sur terrain avec les résultats des travaux des enquêtes au niveau du **LPSO**.

A lumière de ce constat l'étude et la valorisation des extraits s'articule sur des plantes médicinales et toxique saharienne à savoir : *Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launea arborescens*, *Launea nudicaulis*, *Calotropis procera*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus muticus* et *Pelgularia tomentosa*, et des plantes aromatiques sahariennes récoltées dans la station expérimentale : *Bubonium Graveolens*, *Warionia Saharae* et *Anvillea radiata* d'où nous avons remarqué l'absence ou la présence l'évolution des colonies de termites.

Nous remarquons aussi que les végétaux et les insectes ont suivi une co-évolution parallèle mais étroitement interdépendante ceci est exprimé par les différents degrés d'attaque. **(Entre 0% et 27,27%)**

Il est signalé que les insectes pollinisateurs favorisent la reproduction des plantes supérieures : l'existence d'insectes phytophages est de toute évidence subordonnée à la présence d'espèces végétales qui constituent leur source de nourriture, même si, dans certains cas, des dérivés nutritionnelles ont pu être observées au cours de phénomènes d'adaptation **(Whittaker, 1970 ; Strebler, 1989)**.

Finalement dans cette partie de l'étude des relations entre les individus, et les espèces, met en évidence l'existence de médiateurs chimiques impliqués dans la communication entre les organismes, les composés semiochimiques parmi lesquels on distingue les phéromones et les molécules allélochimiques.

❧ ❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧

Chapitre IV.
Effet antitermitic In-Vitro des
extraits de plantes sahariennes.

❧ ❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧

Introduction

Les progrès des techniques **IN-VITRO** et leurs applications dans le domaine de la pharmacologie expérimentale, et études sur des spécimens biologiques, ont largement contribué à la détermination des mécanismes d'action des produits naturels ou de synthèse dans le cadre de recherche, le développement de nouveaux produits naturels, molécules bioactives, et l'évaluation de leur efficacité ou leur toxicité comparée lors des tests préliminaires et précliniques, ces moyen d'investigations complémentaires aux modèles animaux, sont indispensables pour mieux comprendre l'effet thérapeutique ou toxique des extraits ou de principes actifs isolés des produits naturels ou plantes à effets bioactifs.

La mise en évidence de ces paramètres est indispensable à détermination des mécanismes d'actions qui nécessite l'étude de l'effet létal des extraits.

Par ailleurs, certains tests de toxicité peuvent être réalisés **IN-VITRO** sur des modèles physiologiques tout en étudiant la toxicité comparée des extraits de plantes.

A la lumière des résultats obtenus précédemment nous nous sommes intéressés dans cette partie à l'évaluation de l'effet Antitermitique **IN-VITRO** des Extraits de Plantes Sahariennes.

Dans un deuxième optique nous nous sommes intéressés à examiner les extraits actifs par des tests de criblage phytochimique pour comprendre d'une façon préliminaire la contenance des extraits de plantes en molécules phytochimique qui peuvent être en corrélation avec l'effet antitermitique.

IV.1. Méthodologie et étude IN-VITRO

IV.1.1. Choix des plantes

Un choix préliminaire a été fixé en s'articulant sur des enquêtes réalisées au niveau du *Laboratoire de Phytochimie et Synthèses Organique*, montre que l'utilisation des plantes médicinales et toxiques se diffère dans les voies d'administration et des doses, il y a des gens qui réfugient les plantes toxiques parmi ces plantes on a choisi des plantes toxiques et des plantes médicinales.

Ceci est réalisé après des investigations et enquêtes sur terrains en continuation des travaux de valorisation des plantes sahariennes qui est l'un des axes de *laboratoire de Phytochimie et Synthèses Organique, université de Bechar* : ***Limoniastrum feei***, ***Anabasis aretioides* Coss.** (***Fredolia aretoïdes***), ***Calotropis procera***, ***Pergularia tomentosa***, ***Datura stramonium***, ***Hyoscyamus muticus***, ***Launaea nudicaulis***, ***Acacia raddiana***, ***Launaea arborescens***.

IV.1.2. Matériel biologique (Model Physiologique)

Selon **Bagneres et al., (1998)** La température optimale pour la plupart des termites est de 25 à 30°C ; Les termites soumises aux tests de toxicité comparée proviennent de termitières naturelles situés dans des zones rurales de Hamada de *Lahmer, Abadla, Taghit* et *l'université de Béchar*. Elles sont maintenues en élevage au laboratoire dans des bocaux en plastique à une température moyenne de 22 ± 3 °C **cette température est mentionnée dans plusieurs travaux de recherche et elle convient les conditions optimales de développent des termites et leurs enzymes spécifiques favorables pour la dégradation du bois et de la cellulose.**

IV.1.3. Récolte et mise en place des termites étudiés

La collecte la plus efficaces des termites est faite par la technique de piégeage, dans des zones qui sont infectées par le ravageur à l'aide des bouteilles en plastique perforé en respectant les diamètres nécessaires qui permet la pénétration des termites à l'intérieur des bouteilles et qui contient le piège adéquat que nous avons pu mettre à l'intérieure du sol à 20 cm de profondeur près de la plante infecté. Après quatre (04) semaines de piégeage nous avons récupéré les pièges puis les acheminer au laboratoire dans des conditions optimales et contrôlées, dans un endroit sombre et à température ambiante de 26 à 28 °C et une humidité de 80-85%.

Les espèces ont été triées appartient au genre *Anacanthothermes sp* (Famille - *Hodotermitidae*) Ils ont été rassemblés de divers endroits de la région de Béchar à partir des plantes attaquées de Hmada de *Lahmer, Abadla, Taghit* et *Béchar ville*. Les individus ont été installées au laboratoire *LPSO* de l'université de Béchar dans des boîtes en matière plastique (**40cm x 26cm x 15cm**), Les boîtes ont été remplies au 2/4 par le sable et l'argile pour garder le milieu naturel de ses insectes et par la suite ils ont été placés à température ambiante 22-25°C et à humidité relative à une valeur comprise entre 60 % et 70 %. Au cours de cette partie expérimentales nous voyons très nécessaire d'éviter l'augmentation des températures car elle est mortelle pour les termites ainsi nous avons limité les tests sur les ouvrières de taille 5-6 mm qui sont les individus responsables de la dégradation des bois.

Conservation des pièges : les pièges après la récolte sont conservés dans le laboratoire dans un endroit sombre et à des conditions bien spécifiques (T° : 26 - 28 ° C, et H° : 75%). (**Figures IV.1, IV.2**)



Figure IV.1 : Collecte des termites par la technique de piégeage (LPSO, 2011)

IV.1.4. Etudes biologique de l'insecte étudié

Il est très indispensable de procéder à comprendre la biologie et physiologie des spécimens étudiés, ainsi l'identification et caractérisation du type saharien des termites.

Et dans ce cadre nous avons utilisé les clés et manuels d'entomologie spécial utilisé au musée de la station *d'Unité de Recherche dans les Zones Arides et semi-Arides de Béni-abbés (Béchar)*.

Dans une boîte de pétri avec des gouttelettes d'eau, l'observation macroscopique a été faite sous une loupe binoculaire des différentes castes de l'espèce étudiée qui sont récoltés a niveau de la station expérimentale et qui sont acheminés au laboratoire (*LPSO*) à l'université de Béchar, l'observation à un agrandissement de *X40* dont les caractéristiques morphologiques ont été présentées dans les tableaux (IV.1-IV.3) :



Figure IV.2: Un ensemble de différentes castes de termites de type Saharien (LPSO, 2011)
(*Anacanthothermes sp*)

Les sociétés de termites sont organisées en castes ; on peut ainsi rencontrer au sein d'une colonie des ouvriers, des soldats, des larves, des nymphes, des individus sexués (reproducteurs de type roi et reine et reproducteurs secondaires). Tous ces individus présentent des particularités morphologiques, qui peuvent être utilisées comme outil taxinomique. La colonie est constituée de plus de 90 % d'ouvriers, ce sont donc eux qui sont le plus souvent disponibles pour l'analyse, même si les soldats et les sexués peuvent également être examinés. Les ouvriers, qui correspondent en fait à des stades larvaires avancés, possèdent un corps blanc mou et souple à l'exception de la tête, plus rigide. Sa rigidité lui confère une forme bien définie, variable d'une espèce à l'autre. Une méthode simple et rapide est classiquement utilisée pour identifier l'espèce de termite à laquelle appartient un ouvrier : l'observation à la loupe binoculaire d'une pièce squelettique présente au niveau de la tête, *le post-clypeus* (Clément, 1978 ; Clément *et al.*, 2001). La forme du *post-clypeus* permet essentiellement de distinguer le type morphologique de l'espèce.

Les termites collectés sont conservés dans des piluliers de 5 ml et 10 ml contenant de l'alcool à 70°. Cependant pour les collections les termites seront conservés dans des bocaux de 300 et 500 ml.

Sur des boîtes de pétri avec des gouttelettes d'eau en vue de l'observation macroscopique de différentes castes de l'espèce étudiée rassemblée au niveau de l'université de Béchar à un agrandissement de 40x dont on a remarqué les caractéristiques morphologiques suivantes :

➤ **Individus sexués**

Tableau IV.1 : Les caractéristiques morphologiques des individus sexués

	<i>Longueur</i>	<i>Ailes</i>	<i>Corps</i>	<i>Antennes</i>	<i>Nb de pattes</i>
Mâle	20,5 mm	04 de couleur brune Claire	Divisé en trois parties : Tête, thorax Abdomen allongé Plein des épines Corps sombre et rigide	02 Antennes	06 pattes
Femelle					
Roi	10,4 mm	Absence des ailes (*)			
Reine	10,5 mm				

(*) *Les ailes sont homonomes (les ailes avant et arrière sont très semblables)*

➤ **Ouvriers**

Tableau IV.2 : Les caractéristiques morphologiques des ouvriers.

Longueur	Corps	Antennes	Nbre de pattes
10 mm	Divisé en trois parties : - Tête brune - Thorax - Abdomen allongé - plein des épines	02 antennes	06 pattes

L'exosquelette des adultes est lisse et translucide, avec les organes internes de l'abdomen partiellement visible de l'extérieur. La tête est plus dure et obscure.

Les premiers segments de l'abdomen sont aussi larges que les derniers.

➤ **Soldats**

Tableau IV.3: Les caractéristiques morphologiques des soldats.

Longueur	Corps	Antennes	Nb de pattes	Epines	Mandibules
10,4 mm	Divisé en trois parties : - Tête brun - Thorax - Abdomen allongé - plain des épines	02 antennes	06 pattes	04	02 de 02 mm de longueur

Deux particularités morphologiques caractéristiques de la troisième caste, celle des soldats, sont également utilisées. Ils sont en effet munis d'une paire de fortes mandibules, ainsi que d'un labre, dont la taille et la forme caractérisent, comme pour le *post-clypeus*



Figure IV.3: Observation macroscopique des différentes castes de termites de type Saharien (LPSO, 2011) (*Anacanthothermes sp*)



Figure IV.4 : Planches : Observation en 40x et étude de la biologie des termites dans le laboratoire en vue de l'identification et biologie de l'insecte (LPSO, 2011).

IV.1.5. Criblage phytochimique

Le criblage phytochimique sur extraits des plantes étudiées est l'étape clé pour la recherche des composés bioactifs qui ont un effet insecticide sur les ravageurs, tout en suivant l'axe de notre recherche (identification de substances bioactives surtout, celles qui présentent une activité insecticide) (Cheriti, 2002).

IV.1.6. Tests de toxicité comparée

IV.1.6.1. Préparation des poudres

Les différentes parties récoltées (feuilles, parties aériennes, fleurs, tiges et fruits) de plantes ont été séchées séparément à l'air libre et à l'ombre au laboratoire *LPSO* à température ambiante, la durée de séchage varie selon l'espèce entre une et cinq semaines, ensuite ils sont conservés dans des flacons stériles et opaques. Les parties séchées ensuite ont été réduites en poudres à l'aide d'un broyeur pour faciliter les échanges et l'extraction des métabolites végétales.

IV.1.6.2. Préparation des extraits aqueux

Une masse de 50 g de chaque poudre végétale a été pesé avec précision de chaque partie de plantes testées et introduites dans un ballon de 1 L. Un volume de 500 ml d'eau distillée a été ajouté et soumise dans un système à reflux pendant 1h. Les filtrats obtenus ont été évaporées pour éliminer le 1/ 3 d'eau, ensuite les extraits ont été conservés dans des flacons au réfrigérateur à une basse température pour éviter la dégradation des extraits aqueux avant la réalisation des tests de toxicité.

IV.1.6.3. La récolte et mise en place des termites étudiés

Les espèces ont été triées appartient au genre identifié : *Anacanthothermes ochracus* (Famille : *Hodotermitidae*), Ils ont été rassemblés de divers endroits de la région de Béchar à partir des plantes attaquées de *Hmada* de *Lahmer*, *Abadla*, *Taghit* et *Béchar ville*. Les individus ont été installés au laboratoire LPSO de l'université de Béchar dans des boîtes en matière plastique (40cm x 26cm x 15cm), Les boîtes ont été remplies au 2/4 par le sable et l'argile pour garder le milieu naturel de ses insectes et par la suite ont été placées à température ambiante 22-25°C et à humidité relative à une valeur comprise entre 60 % et 70 %. Au cours de cette partie expérimentales nous voyons très nécessaire de limiter les tests sur les ouvriers de taille 5-6 mm qui sont les individus responsables de la dégradation des bois.



Figure IV.5 : Prélèvement des termites (ouvriers) au laboratoire (LPSO, 2011)

IV.1.6.4. Tests par méthode de contact (Test IN-VITRO)

Selon (Aouinty, 2006, Kang et al. 1990, Change et al. 2007) les tests sont réalisés dans des boîtes de Pétri en verre ($\varnothing = 5$ cm) contenant chacun 10 individus, le même nombre de termites est placé dans une boîte de pétri comme témoin. A partir des solutions mères de chaque partie de plante, des concentrations de 1 %, 2 %, 3 %, 4 % et 5 % ont été préparées par dilution, avec la pulvérisation des extraits (400 μ l) pour chacune des concentrations d'extrait, deux répétitions sont effectuées. Le pourcentage de mortalité est calculé en fonction des concentrations et en fonction de temps chaque demi-heure portant pendant six heures. Au regard du témoin traité par l'eau distillée, on constate qu'après 6h d'exposition, 5% de mortalité est observé, ce qui nous amène à dire qu'au-delà d'une certaine durée d'exposition et contact avec

l'extrait, le taux de mortalité observé n'est plus nécessairement dû aux effets des plantes seulement, d'une autre part, la mortalité est le premier critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Ceci montre probablement une déficience physiologique.

IV.1.6.5. Résultats des tests de toxicité par les plantes toxiques Test par méthode de contact (test *In Vitro*)

Les résultats obtenus sont présentés sous forme des tableaux, les pourcentages de mortalité des insectes traités par différentes concentrations de produit testé pour chaque extrait de partie de la plante sont présentés sous forme des graphes et tableaux.



Figure IV.6 : Tests de toxicités comparées des insectes par la méthode de contact direct (LPSO, 2011)

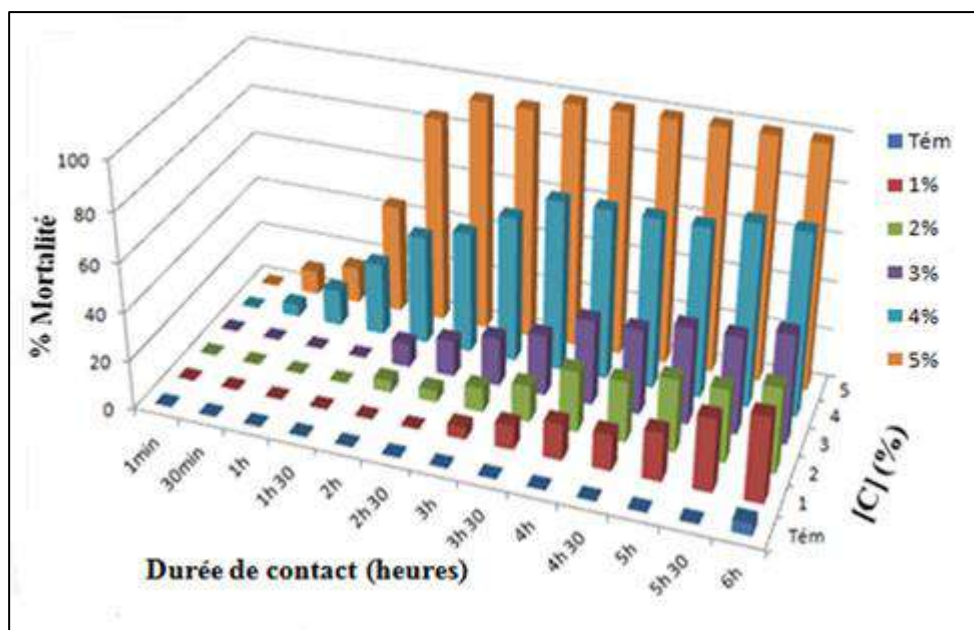
1. Test de contact par l'extrait aqueux des feuilles de *Calotropis procera*

Figure IV.7 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Calotropis procera*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Calotropis procera*. D'après les résultats on note que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité croissant, et l'influence apparaît dans les premiers temps d'exposition, la mortalité des individus ne commence qu'après 30 min pour les concentrations (4%, 5%). Par ailleurs, il ne commence qu'après 2 h pour les concentrations (2%, 3%) et après 3 h pour le (1%), ainsi que la mortalité totale 100% au bout de 2h 30 d'exposition pour la concentration 5%.

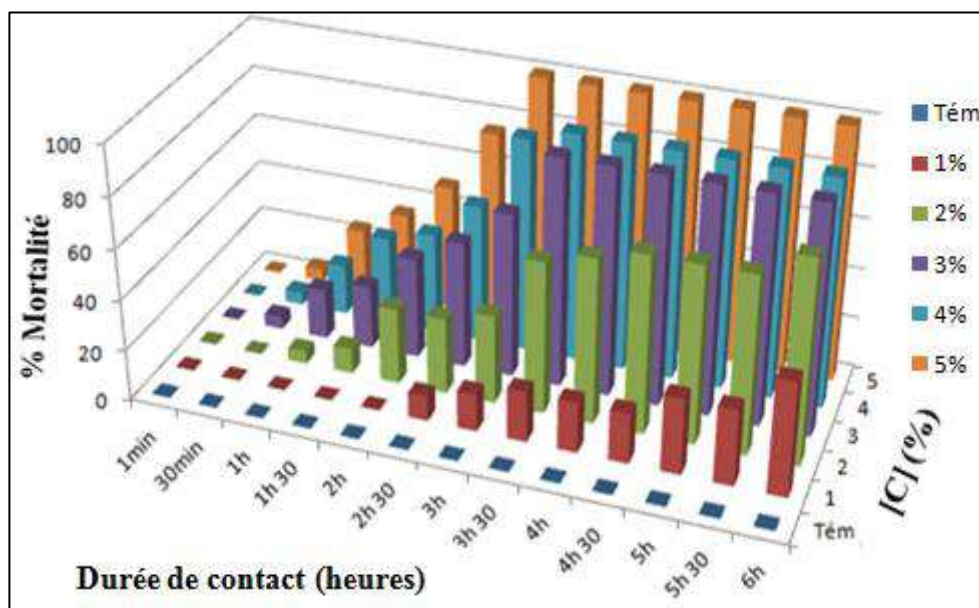
2. Test de contact par l'extrait aqueux des tiges de *Calotropis procera*

Figure IV.8 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Calotropis procera*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Calotropis procera*, d'après les résultats obtenus on constate que toutes les concentrations utilisées ont été efficaces, la mortalité est totale dans la concentration 5% après 2h 30. La mortalité des individus commence à 30 min pour les concentrations (3%, 4%, 5%). Par ailleurs, on note le début de mortalité qu'après 1h pour la concentration (2%) et 2h 30 pour l'extrait de (1%),

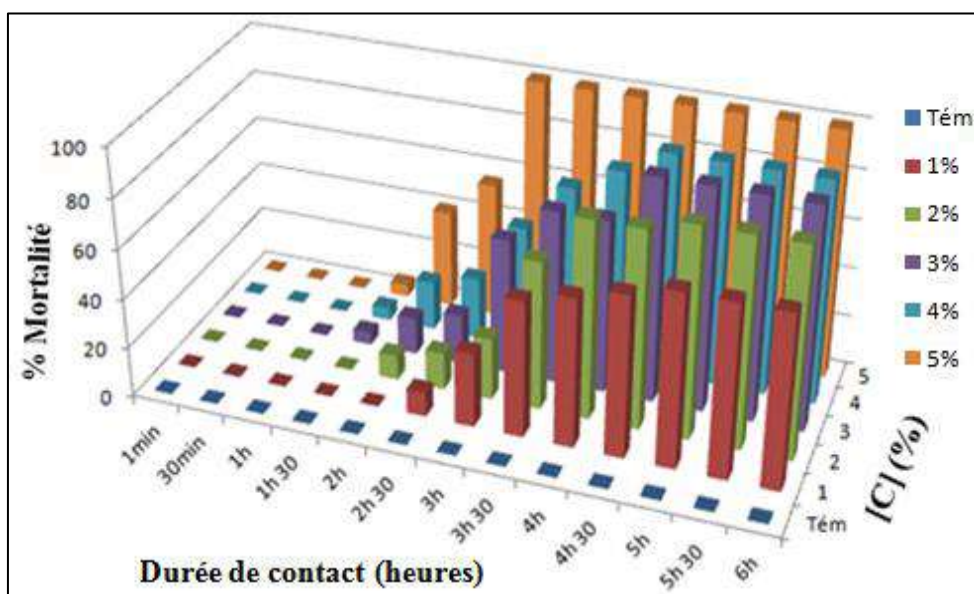
1. Test de contact par l'extrait aqueux des fruits de *Calotropis procera*

Figure IV.9 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des fruits de *Calotropis procera*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des fruits de *Calotropis procera*. Au regard des résultats obtenus on constate que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité croissant, la mortalité est supérieure à 50% pour les petites concentrations après 4h de contact. On note que la mortalité des individus commence après 1h 30 pour le (5%) en plus elle est total après 3h dans cette concentration. Par ailleurs, elle ne commence qu'après 1h 30 pour les concentrations (3%, 4%, 5%), après 2h pour le (2%) et après 2h 30 pour le (1%).

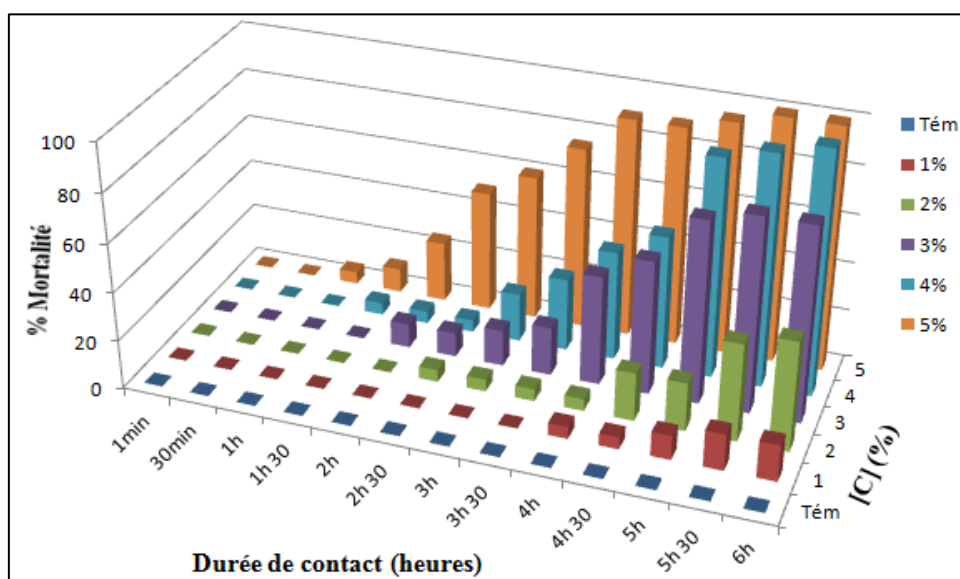
2. Test de contact par l'extrait aqueux des feuilles de *Datura stramonium*

Figure IV.10 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Datura stramonium*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Datura stramonium*. Au regard de ces résultats obtenus, on constate que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité, ainsi que la mortalité des individus ne commence qu'après 1h pour la concentration (5%). Par ailleurs, elle ne commence qu'après 1h 30 pour (4%), après 2 h pour (3%) et après 4 h pour (1%). La mortalité est en totalité dans les concentrations (5%) après 5h 30.

3. Test de contact par l'extrait aqueux des tiges de *Datura stramonium*

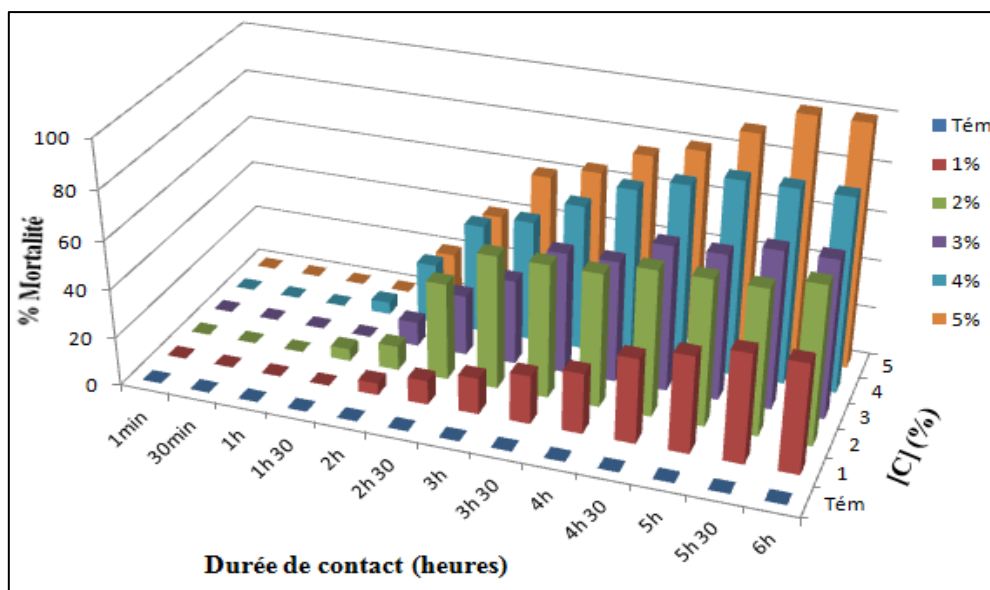


Figure IV.11 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Datura stramonium*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Datura stramonium*. Au regard des résultats obtenus on constate que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité. La mortalité des individus ne commence qu'après 1h 30 pour les concentrations (2%, 4%). Par ailleurs, elle ne commence qu'après 2h pour (1%, 3%, 5%). La concentration (2%) cause une mortalité égale à 50% au bout de 3h d'exposition ainsi que la mortalité en totalité dans la concentration (5%) après 5h 30.

4. Test de contact par l'extrait aqueux des fruits de *Datura stramonium*

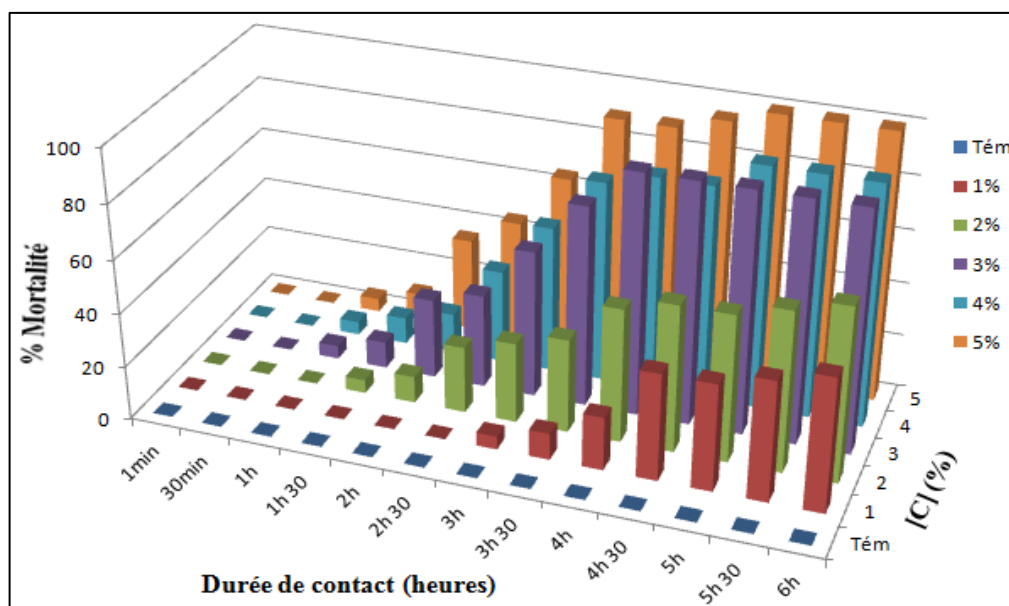


Figure IV.12 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des fruits de *Datura stramonium*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des fruits de *Datura stramonium*. Au regard des résultats obtenus on constate que la majorité des concentrations ont révélés un test de toxicité remarqué, La mortalité des individus ne commence qu'après 1h pour les concentrations (3%, 4%, 5%). Par ailleurs, elle ne commence qu'après 1h 30 pour (2%) et après 3h pour (1%). La concentration (2%) cause une mortalité égale à 50 % au bout de 4h30 d'exposition, et dans le (5%) la mortalité est totale après 5h de contact.

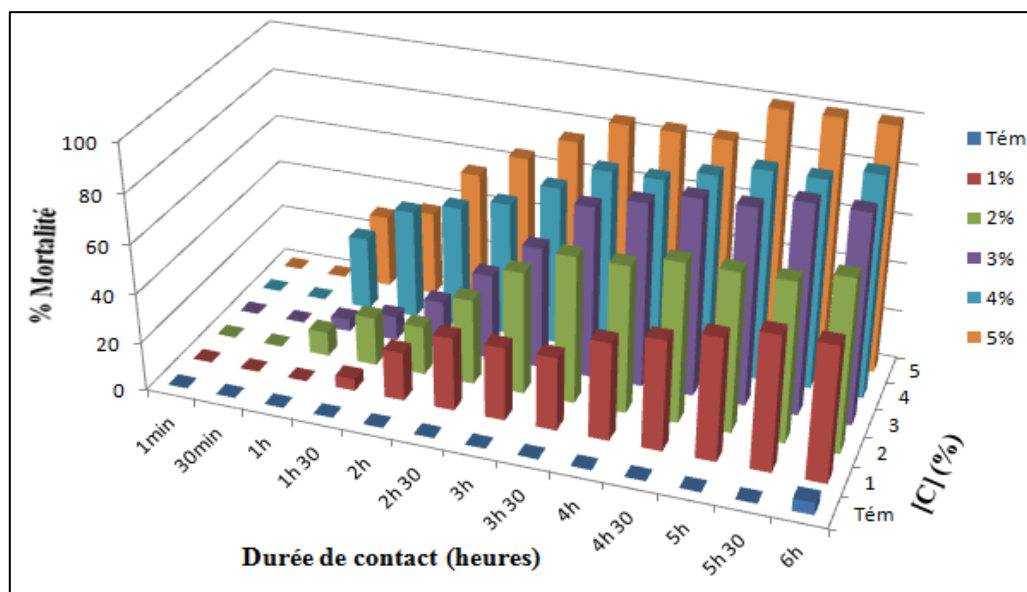
5. Test de contact par l'extrait aqueux des feuilles de *Hyoscyamus muticus*

Figure IV. 13 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Hyoscyamus muticus*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Hyoscyamus muticus*. D'après les résultats obtenus on constate que la totalité des concentrations ont révélés un test de toxicité remarquable, et La mortalité des individus ne commence qu'après 1h pour les concentrations (2%, 3%, 4%, 5%). Par ailleurs, on note un démarrage de mortalité après 1h 30 pour le (1%). La mortalité est importante pour les petites concentrations, les feuilles *Hyoscyamus muticus* cause une mortalité supérieure à 50 % au bout de 3h d'exposition dans le (2%), ainsi que la mortalité est totale après 5h dans le (5%).

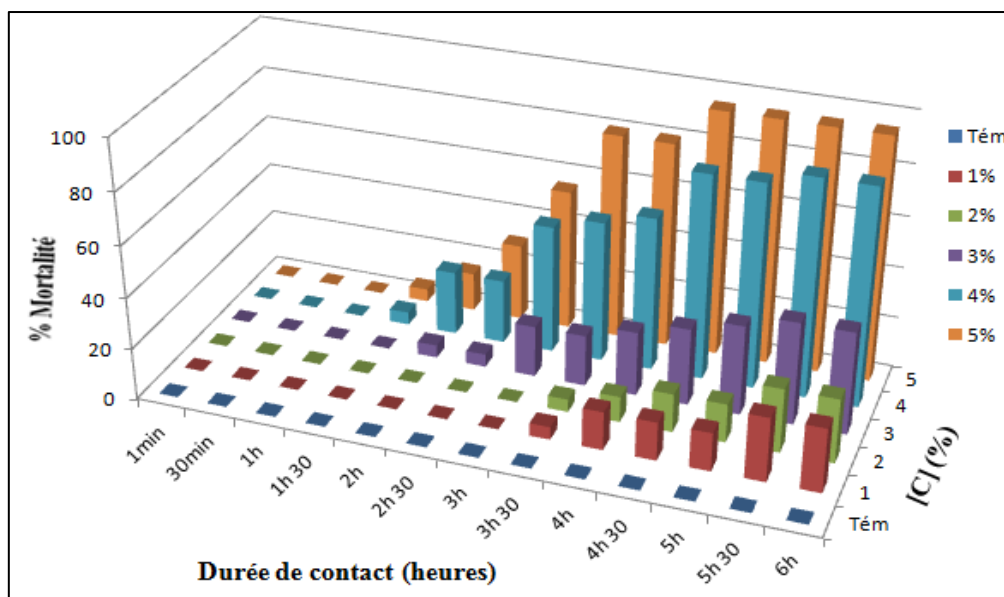
6. Test de contact par l'extrait aqueux des tiges de *Hyoscyamus muticus*

Figure IV.14 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Hyoscyamus muticus*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Hyoscyamus muticus* et la durée d'exposition. Au regard des résultats obtenus on constate que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité. La mortalité des individus ne commence qu'après 1h 30 pour les doses (4%, 5%). Par ailleurs, ne commence qu'après 2h pour la concentration (3%) et après 3h 30 pour les autres (1%, 2%).

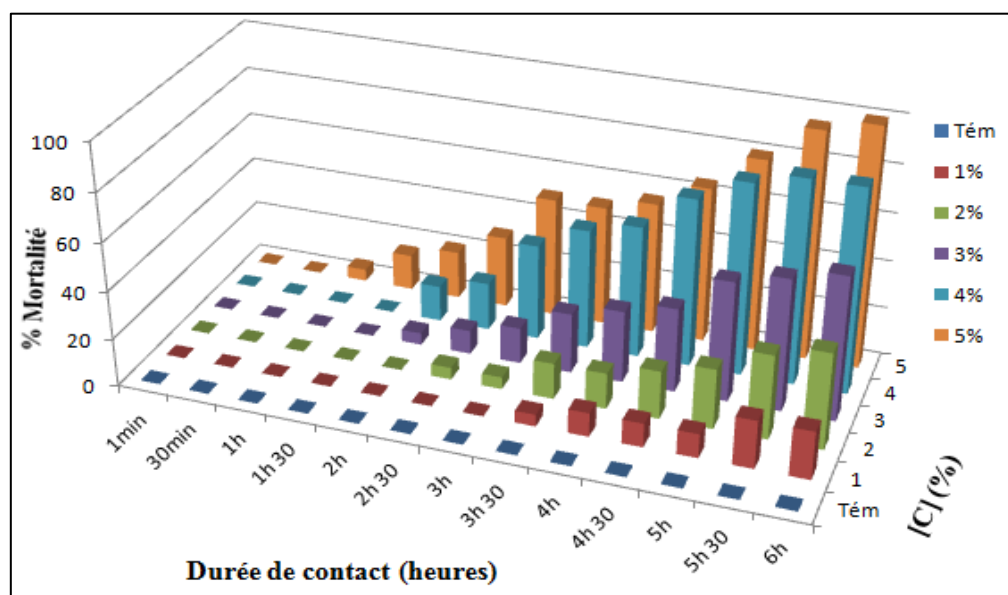
7. Test de contact par l'extrait aqueux des fleurs de *Hyoscyamus muticus*

Figure IV.15 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des fleurs D' *Hyoscyamus muticus*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des fleurs de *Hyoscyamus muticus*. En remarquant les résultats obtenus nous pouvons constater que tous les doses ont révélé un test de toxicité remarquable, et la dose (3%) cause une mortalité égale à 50 % au bout d'un 5h d'exposition. La mortalité des individus ne commence qu'après 1h pour la dose (5%). Par ailleurs, ne commence qu'après 2h pour les concentrations (3%, 4%) et après 2h 30 pour (2%) et 3h 30 pour (1%).

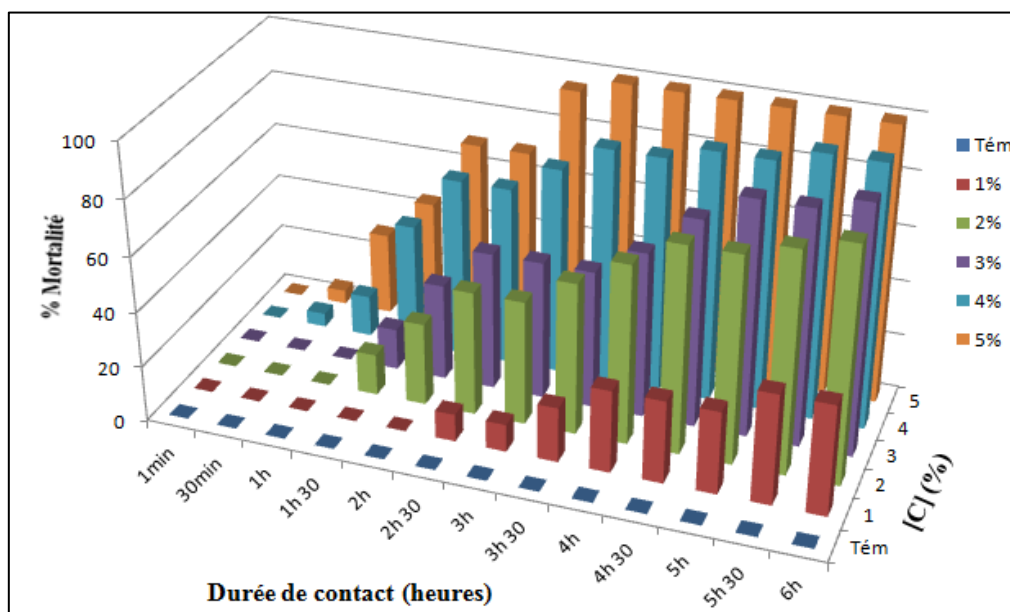
8. Test de contact par l'extrait aqueux des feuilles de *Pergularia tomentosa*

Figure IV.16 : Evolution de taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Pergularia tomentosa*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de *Pergularia tomentosa*. D'après les résultats obtenus on constate que la totalité des doses ont révélés un test de toxicité plus élevé et très remarquable, La mortalité des individus commence au bout de 30 min pour les doses (4%, 5%). Par ailleurs, elle ne commence qu'après 1h 30 pour les concentrations (2 %, 3%) et après 2h 30 pour (1%). L'extrait des feuilles de *Pergularia tomentosa* est efficace sur les individus surtout dans le (5%) la mortalité s'est montrée totale dans 3h 30 de contact.

9. Test de contact par l'extrait aqueux des tiges de *Pergularia tomentosa*

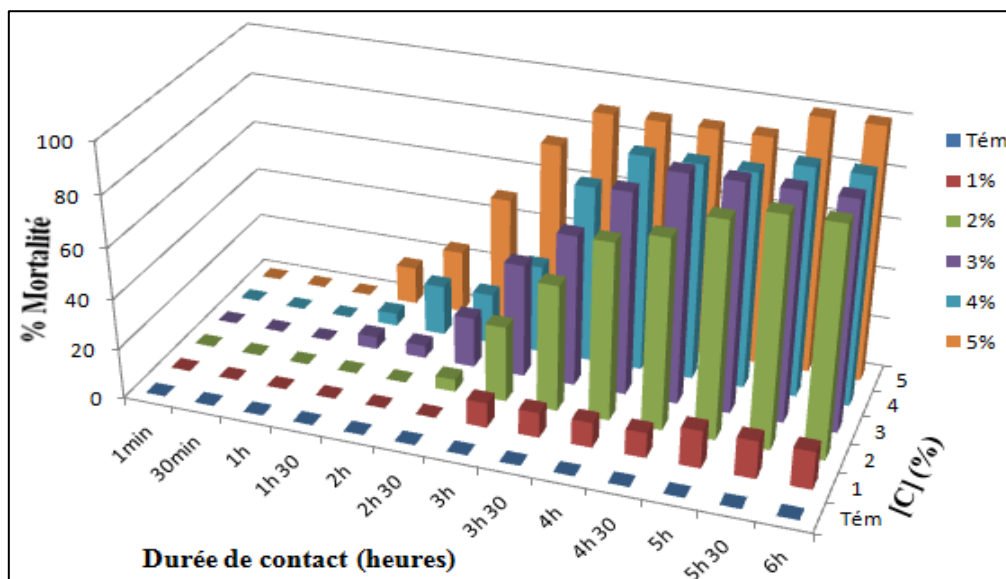


Figure IV.17 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Pergularia tomentosa*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des tiges de *Pergularia tomentosa*. D'après les résultats obtenus on constate que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité élevé, La mortalité des individus commence après 1h 30 pour les concentrations (3%, 4%, 5%). Par ailleurs, il ne commence qu'après 2h 30 pour (2%) et après 3h pour (1%). Et le (2%) ce qui a provoqué une mortalité égale à 50 % au bout d'une duré de 3h30 de contact.

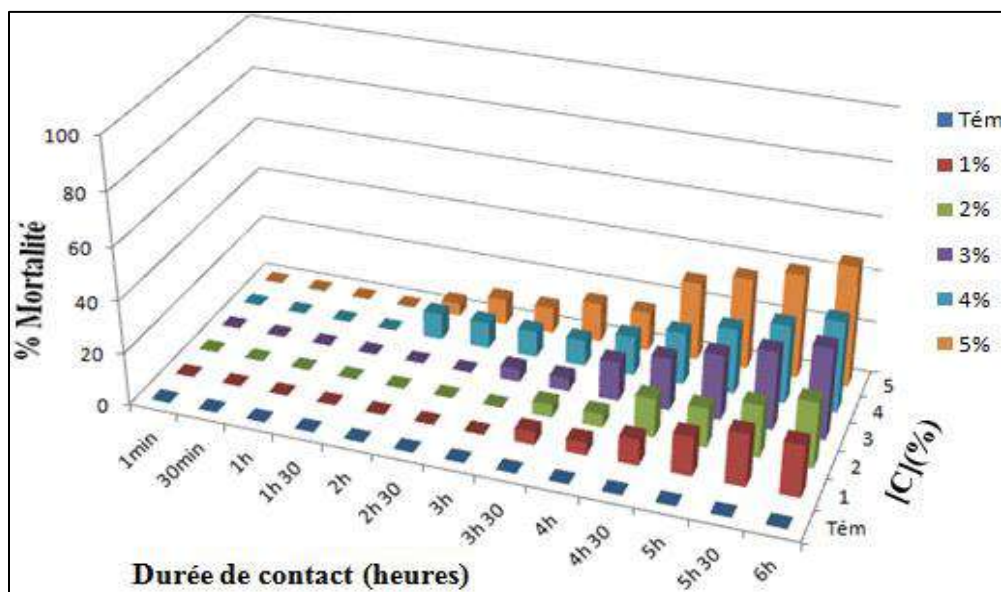
10. Test de contact par l'extrait aqueux des parties aériennes de *Limoniastrum feei*

Figure IV.18 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des Parties aériennes de *Limoniastrum feei*

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux de partie aérienne de *Limoniastrum feei*. Suivant la figure ci-dessus, il faut noter une résistance des individus vis-à-vis aux concentrations jusqu'à 2 h d'exposition d'où l'effet mortel apparaît pour des concentrations de (4%, 5%), suivi par l'extrait de (3%) après 3h, puis, (1%, 2%) après 3h 30. Etant donné que la durée de contact remarquée, le nombre d'individus vivants est considérable, il ne dépasse pas le 50% de mortalité dans toutes les concentrations.

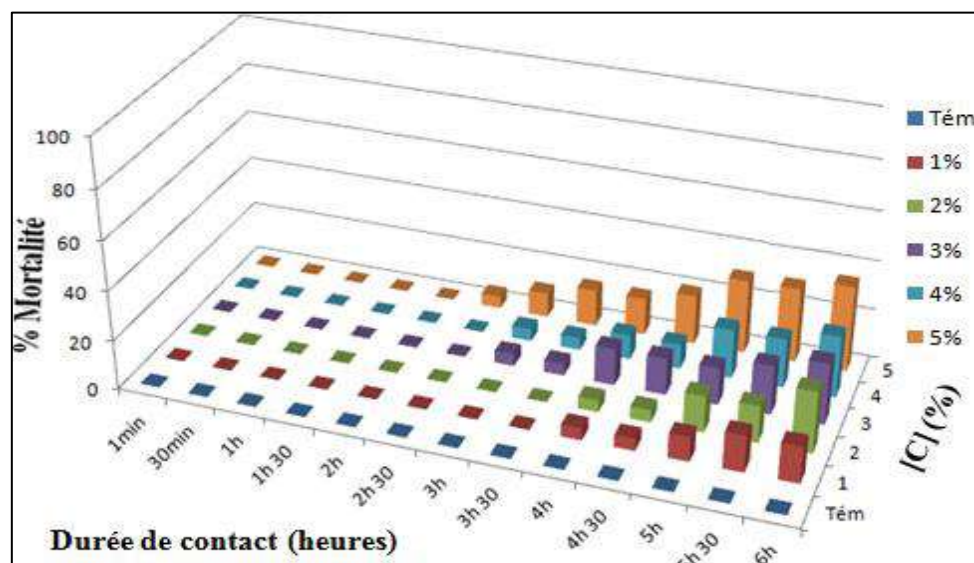
11. Test de contact par l'extrait aqueux des feuilles de l'*Acacia raddiana*

Figure IV.19 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de l'*Acacia raddiana*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux des feuilles de l'*Acacia raddiana*. D'après les résultats obtenus le taux de mortalité observé n'est plus nécessaire dans toutes les concentrations au bout d'un 6h d'exposition, on note une résistance des individus vis-à-vis aux concentrations jusqu'à 2h 30 où l'effet mortel apparaît pour le (5%), suivi par (3%, 4%) dans 4h et finalement, (1%, 2%) dans 5h.

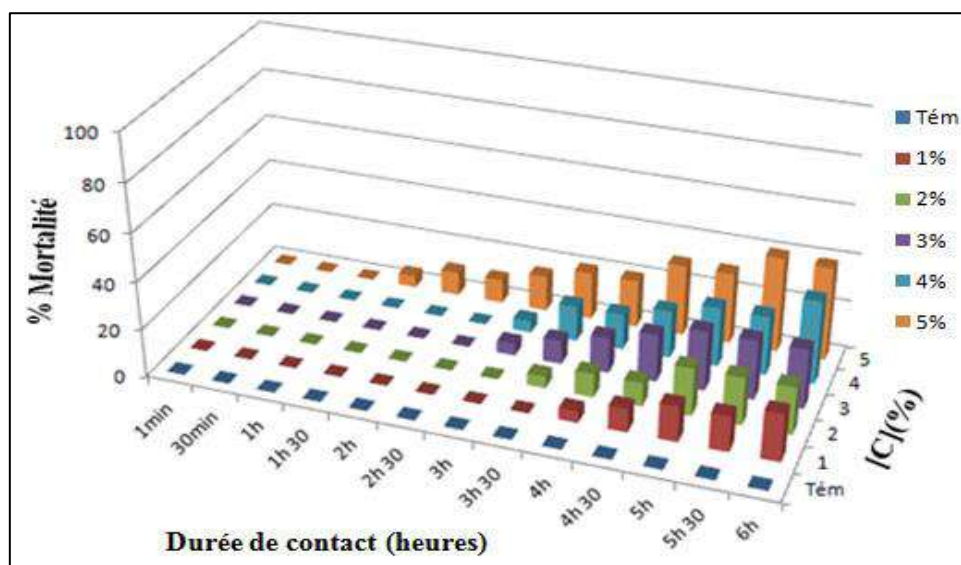
12. Test de contact par l'extrait aqueux des parties aériennes d'*Anabasis aretoïdes*

Figure IV.20 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des Parties aériennes de l'*Anabasis aretoïdes*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de la mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux de partie aérienne d'*Anabasis aretoïdes*. D'après les résultats obtenus nous pouvons dire que l'effet mortel de la partie aérienne d'*Anabasis aretoïdes* a montré une certaine sensibilité sur l'espèce traitée. Le taux de mortalité observé n'est plus remarqué dans toutes les concentrations au bout de la durée d'exposition, cependant il faut noter qu'une résistance des individus vis-à-vis aux doses a été montrée par les insectes jusqu'à 1h 30 où l'effet mortel apparaît pour la dose de (5%), suivi par (3%, 4%) dans 3h, puis, (2%) dans 3h 30 ainsi que l'extrait n'a aucune efficacité sur la mortalité des individus que pour le (1%) après 4h.

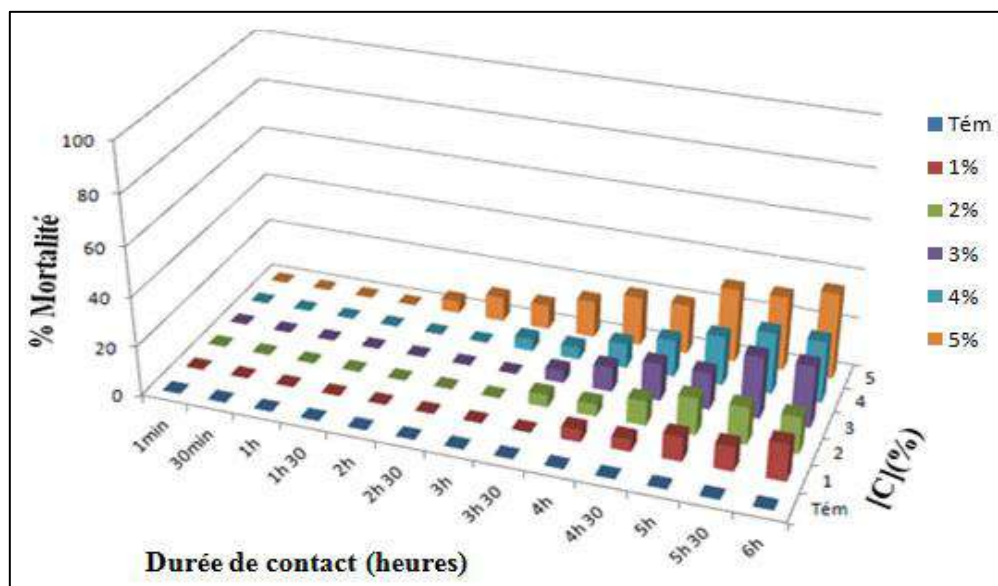
13. Test de contact par l'extrait aqueux des parties aériennes de *Launeae arborescens*

Figure IV. 21 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des Partie aérienne de *Launeae arborescens*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux de partie aérienne de *Launea arborescens*. D'après les résultats obtenus le taux de mortalité observé n'est plus nécessaire dans toutes les concentrations au bout de la durée de contact avec l'extrait. Cependant il faut noter une résistance des individus vis-à-vis aux doses jusqu'à 2h d'où l'effet mortel apparaît pour la concentration (5%), suivi par (4%) dans 3h, puis, (2%, 3%) dans 3h 30 et finalement (1%) dans 4h. Le nombre d'individus vivant est considérable il ne dépasse pas le 50% de mortalité.

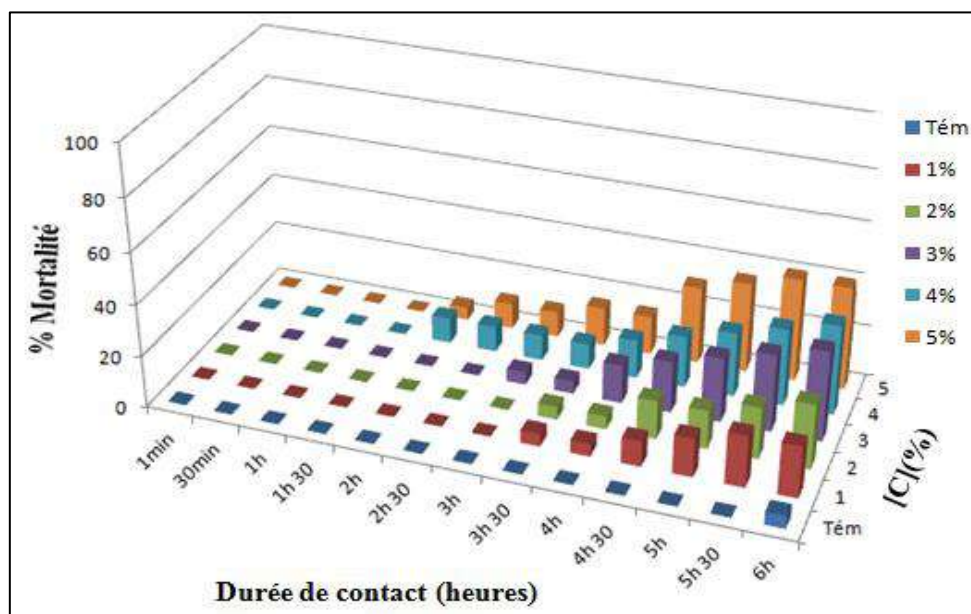
14. Test de contact par l'extrait aqueux des parties aériennes de *Launeae nudicaulis*

Figure IV.22 : Evolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des parties aérienne de *Launeae nudicaulis*.

Nb : Témoin effectué avec l'usage de l'eau bidistillée

La figure représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et la durée de contact d'extrait aqueux de partie aérienne de *Launeae nudicaulis*. D'après les résultats obtenus le taux de mortalité observé n'est plus nécessaire dans toutes les doses au bout de 6h d'exposition. L'effet mortel apparaît pour le (5%), après 2h suivi par (4%) après 2h 30, puis, (3%) après 3h, (2%) après 2h 30 et finalement, (1%) après 3h 30.

IV.1.6.6. Calcul des TL 50 (Temps léthal de 50 % des individus traités)

Selon *Lazar (1968)* ; *Elango G., (2012)* Le Temps léthal ₅₀ (*TL*₅₀) est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps de traitement. La formule de Schneider et la table des probits (**Annexe**) sont utilisées à cet effet.

Formule de SCHNEIDER selon (Abbott, 1925 ; Finney, 1971)

$$MC = \left(\frac{M2 - M1}{100 - M1} \right) \times 100$$

- **MC** : % de mortalité corrigée ;
- **M2** : % de mortalité dans la population traitée ;
- **M1** : % de mortalité dans la population témoin.

Tableau IV.4 : Evolution des TL₅₀ des extraits aqueux de plantes (1%).

<i>Plante</i>	<i>Parties</i>	<i>Equation de régression</i>	<i>Coefficient de Régression (R²)</i>	<i>Temps léthal 50 (TL₅₀) (En min)</i>
<i>Calotropis procera</i>	Fruit	y = 2,6563x - 2,3108	R ² = 0,4904	565,26
<i>Datura stramonium</i>	Fruit	y = 2,175x - 2,0682	R ² = 0,4181	1777,24
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feuilles	y = 2,4535x - 1,4676	R ² = 0,6708	432,58

Tableau IV.5 : Evolution des TL₅₀ des extraits aqueux de plantes (2%).

<i>Plante</i>	<i>Parties</i>	<i>Equation de régression</i>	<i>Coefficient de Régression (R²)</i>	<i>Temps léthal 50 (TL₅₀) (En min)</i>
<i>Calotropis procera</i>	Tiges	y = 2,5781x - 1,1114	R ² = 0,8027	234,69
	Fruit	y = 2,9041x - 2,2848	R ² = 0,5756	322,44
<i>Datura stramonium</i>	Tiges	y = 2,6252x - 1,6187	R ² = 0,6686	332,06
	Fruit	y = 2,5358x - 1,5879	R ² = 0,6778	396,23
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feuilles	y = 2,4989x - 0,9411	R ² = 0,7975	238,49
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feuilles	y = 2,8065x - 1,7116	R ² = 0,6759	246,29
	Tiges	y = 2,864x - 2,5435	R ² = 0,4918	430,43

Tableau IV.6 : Evaluation des TL₅₀ des extraits des plantes dans le (3%)

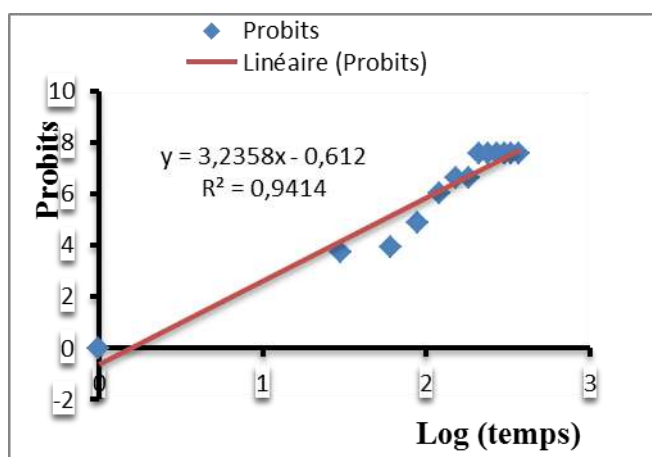
Plante	Parties	Equation de régression	Coefficient de Régression (R ²)	Temps létal 50 (TL ₅₀) (En min)
<i>Calotropis procera</i>	Tiges	$y = 2,5793x - 0,2698$	R ² = 0,969	110,43
	Fruit	$y = 2,9829x - 2,0045$	R ² = 0,6715	222,95
<i>Datura stramonium</i>	Feuilles	$y = 2,655x - 2,0965$	R ² = 0,5755	470,84
	Tiges	$y = 2,6403x - 1,9883$	R ² = 0,5768	443,38
	Fruit	$y = 2,8979x - 1,4013$	R ² = 0,7926	161,78
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feuilles	$y = 2,7329x - 1,266$	R ² = 0,8008	196,24
	Fleurs	$y = 2,43x - 1,8763$	R ² = 0,5808	675,69
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feuit	$y = 2,87x - 1,7687$	R ² = 0,6751	228,26
	Tiges	$y = 2,8286x - 1,8888$	R ² = 0,6681	272,57

Tableau IV.7 : Evaluation des TL₅₀ des extraits des plantes dans le (4%)

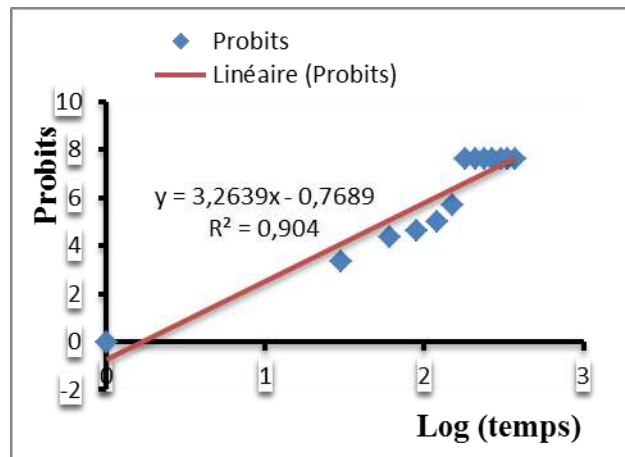
Plante	Parties	Equation de régression	Coefficient de Régression (R ²)	Temps létal 50 (TL ₅₀) (En min)
<i>Calotropis procera</i>	Feuilles	$y = 2,2711x + 0,0237$	R ² = 0,9941	155,28
	Tiges	$y = 2,6044x - 0,2388$	R ² = 0,9729	102,68
	Fruits	$y = 3,0033x - 2,0033$	R ² = 0,6734	214,71
<i>Datura stramonium</i>	Feuilles	$y = 2,9019x - 2,1121$	R ² = 0,6266	282,38
	Tiges	$y = 2,829x - 1,7876$	R ² = 0,676	250,78
	Fruit	$y = 2,8359x - 1,3824$	R ² = 0,794	178,06
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feulles	$y = 2,7482x - 0,9425$	R ² = 0,7907	145,31
	Tiges	$y = 2,8386x - 1,8371$	R ² = 0,6771	256,22
	Fleurs	$y = 2,8339x - 2,1897$	R ² = 0,5803	344,37
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feuilles	$y = 2,6734x - 0,287$	R ² = 0,9845	94,97
	Tiges	$y = 2,9521x - 2,0266$	R ² = 0,6643	239,99

Tableau IV.8 : Evaluation des TL₅₀ des extraits des plantes dans la concentration de (5%)

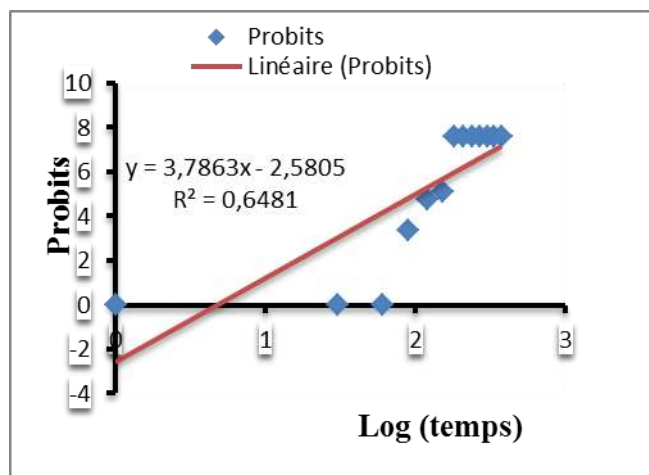
<i>Plante</i>	<i>Parties</i>	<i>Equation de régression</i>	<i>Coefficient de Régression (R²)</i>	<i>Temps létal 50 (TL₅₀) (En min)</i>
<i>Calotropis procera</i>	Feuilles	$y = 3,2358x - 0,612$	$R^2 = 0,9414$	54,24
	Tiges	$y = 3,2639x - 0,7689$	$R^2 = 0,904$	58,54
	Fruits	$y = 3,7863x - 2,5805$	$R^2 = 0,6481$	100,48
<i>Datura stramonium</i>	Feuilles	$y = 3,1808x - 1,7158$	$R^2 = 0,7735$	129,22
	Tiges	$y = 3,2658x - 2,5959$	$R^2 = 0,5729$	211,78
	Fruit	$y = 3,4664x - 2,3847$	$R^2 = 0,6684$	135,01
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feuilles	$y = 3,2135x - 1,4389$	$R^2 = 0,7845$	100,85
	Tiges	$y = 3,1462x - 2,1515$	$R^2 = 0,6691$	187,52
	Fleurs	$y = 2,838x - 1,4187$	$R^2 = 0,765$	182,68
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feuilles	$y = 3,215x - 0,6838$	$R^2 = 0,9334$	58,60
	Tiges	$y = 3,3459x - 2,2394$	$R^2 = 0,6701$	145,76
<i>Limoniastrum feei</i>	P. aérienne	$y = 2,2739x - 1,7341$	$R^2 = 0,5784$	915,11



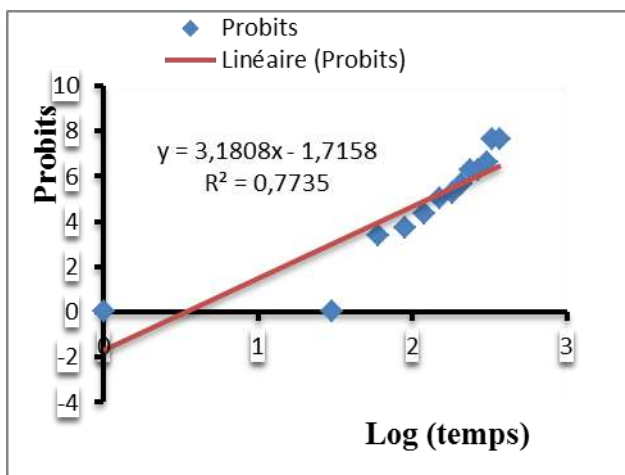
a) Action de l'extrait des feuilles de *Calotropis procera* (5%)



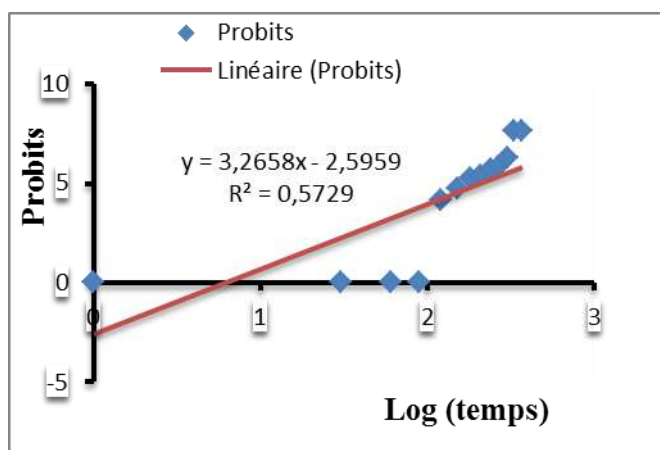
b) Action de l'extrait des tiges de *Calotropis procera* (5%)



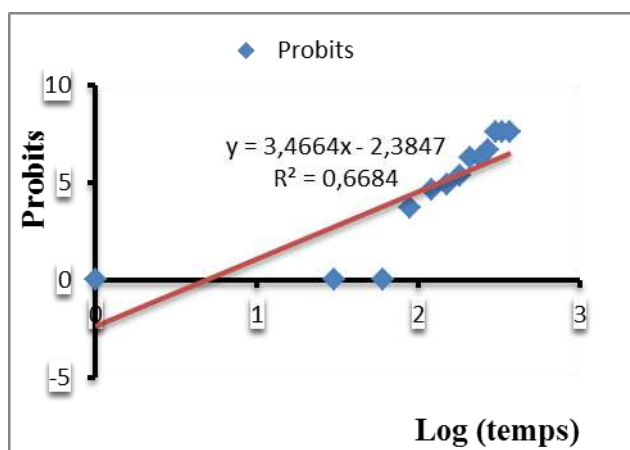
c) Action de l'extrait des fruits de *Calotropis procera* (5%)



d) Action de l'extrait des feuilles de *Datura stramonium* (5%)



e) Action de l'extrait des tiges de *Datura stramonium* (5%)



f) Action de l'extrait des fruits de *Datura stramonium* (5%)

Figure IV.23 : Evolution des TL_{50} des extraits aqueux de plantes (5%).

D'après la figure (IV.23), il est remarqué que les TL_{50} diffèrent selon les concentrations des extraits des parties des plantes, le temps léthal 50 (TL_{50}) nous renseigne sur l'importance de l'effet de quatre plantes toxiques testées selon le temps.

D'après les résultats obtenus dans les tests (test *In-Vitro*), nous avons remarqués que l'efficacité de ces extraits (des feuilles, tiges, fruits, fleurs entières et parties aériennes) des plantes diffère d'une plante à une autre ceci est expliqué et - confirmé par plusieurs travaux réalisés par les *phytochimistes* - par leurs différenciations dans la composition chimique, biochimiques et leurs nature (médicinale ou toxique). Parmi les neuf plantes testées, nous avons observés que presque toutes les plantes toxiques possèdent une efficacité plus grande pour les petites concentrations des extraits, que les plantes médicinales.

Dans ce contexte les résultats obtenus d'après nos essais révèlent que :

Tous les extraits aqueux (des feuilles, des tiges, des fruits, des fleurs, ou parties aériennes) des plantes utilisées aient un effet répulsif sur l'espèce utilisé. Nous avons aussi pu sélectionner l'action rapide des extraits qui ont donné une rapidité de mortalité. Ceci nous donne l'idée de substituer les insecticides chimiques dans le domaine de la lutte préventive contre les insectes nuisibles.

Sous le phénomène de *l'allelopathie* et *l'allelochimie*, les plantes se défendent par divers moyens physiques et chimiques en synthétisant des métabolites secondaires extraordinairement diversifiés. Ces derniers sont souvent connus pour leur toxicité pour les herbivores, et ils affectent profondément le comportement des insectes phytophages. Les molécules du métabolisme secondaire des plantes appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes.

D'après nos résultats obtenus dans les tests de criblage phytochimique des quatre plantes toxiques nous avons trouvés que ces tests montrent la présence des *saponosides*, *flavonoïdes*, des *stéroïdes*, des *stérols insaturés* et *terpènes* et une forte présence des *alcaloïdes* dans toutes les parties des plantes toxiques testés, ainsi la présence des *stérols insaturés*, *cardinolides* et des *tanins* dans certain parties des plantes.

D'après les résultats comparés de criblage phytochimique des extraits des plantes médicinales et toxiques, nous constatons que l'extraits aqueux de l'ensemble des plantes toxiques étudiées a montré une activité plus importante que les extraits aqueux des plantes médicinales, on trouve que il y a une absence totale des alcaloïdes dans les parties aériennes ou les feuilles des plantes médicinales donc on peut dire que l'effet insecticide de ces plantes est peut-être dû aux alcaloïdes qui sont plus abondants dans les parties des plantes toxiques .

Les résultats obtenus pour les extraits des parties des plantes telles que *Hyoscyamus*

muticus, *Datura stramonium*, *Calotropis procera* et *Pelgularia tomentosa* ont montré un effet insecticide important. L'activité insecticide de *Hyoscyamus muticus* et *Datura stramonium* ainsi *Pergularia tomentosa* n'a pas été rapporté dans la littérature. Par ailleurs l'effet insecticide de *Calotropis procera* est connue depuis longtemps, Selon (Abbassi et al., 2004) elle est connue pour son action antibiotique, antifongique analgésique et traite la lèpre et les callosités. Elle est aussi utilisée comme insecticide.

Variation des taux de mortalité

La figure IV.23 représente l'évolution du taux de mortalité des individus en fonction des concentrations et durée de contact d'extrait aqueux des différentes parties des plantes testés. D'une manière générale toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité et d'après les résultats obtenus on constate que les espèces végétales toxiques telles que *Calotropis procera*, *Datura stramonium*, *Hyoscyamus muticus* et *Pelgularia tomentosa* ont présenté une activité insecticide appréciable sur l'espèce traité de *Anacanthothermes ochracus*.

Après avoir exposé des individus de l'espèce de *Anacanthothermes ochracus* aux différentes concentrations des (11) extraits aqueux des parties des plantes toxiques pendant 6h, le taux de mortalité varie selon les concentrations. Pour tous les extraits, à l'exception celui des tiges de *Hyoscyamus muticus*, la mortalité des individus atteint un taux de 100 % dans la concentration (5%). Par contre dans les plantes médicinales telles qu'*Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limonastium feei*, *Launea arborescens* et *Launea nudicaulis* (Fig.IV.23) le taux de mortalité observé n'est plus nécessaire dans toutes les concentrations au bout de la durée d'exposition, car ces extraits présentent une faible toxicité chez les individus traitées, étant donné qu'aux durées d'exposition le nombre d'insectes vivant est considérable, il ne dépasse pas le 50% de mortalités. Il a été connu dans la littérature que ces plantes sont des plantes médicinales thérapeutiques ils ont utilisés pour la faible intoxication.

Ce constat est explicable car sur terrain nous avons observé que les plantes toxiques qui sont mal menées par les termites par contre les autres espèces de plante sont menacées.

De l'ensemble de ces résultats un premier classement de l'efficacité toxique des extraits testés a été mis en évidence, ainsi que les extraits les plus toxiques sont ceux des feuilles, tiges et fruits de *Calotropis procera*, les feuilles de *Pelgularia tomentosa*, les fruits entiers de *Datura stramonium* et des feuilles de *Hyoscyamus muticus*.

Evaluation des TL₅₀ des extraits des plantes

Pour évaluer les TL₅₀ des différents extraits testés sur les individus traités, nous avons tracé des droites de régression des **probits** en fonction des durées de traitement (**Fig. IV.23**). Le temps léthal 50 (TL₅₀) nous renseigne sur l'importance de l'effet de quatre plantes toxiques testées en fonction de temps ; il est remarqué que les TL₅₀ diffèrent selon les concentrations des extraits des parties de plantes. Le TL₅₀ le plus court est enregistré pour les extraits des feuilles et tiges de *Calotropis procera* (5%) (**54, 24 min et 58, 54 min**) (**Fig. IV.23**), Ceci peut s'expliquer tout simplement par le fait que 100% de mortalité chez les individus traités, puis pour les feuilles de *Pelgularia tomentosa* (4%) (**94,97 min**) (**Fig. IV.23**), 102,68 min pour les tiges de *Calotropis procera* (3%) et les fruits entiers de *Datura stramonium* avec 161,78 min (3%) et enfin 234,69 min pour les tiges de *Calotropis procera* (2%) ainsi les feuilles de *Hyoscyamus muticus* (2%) avec 238,49 min (**Fig. IV.23**).

Ce constat nous renseigne sur l'effet de l'extrait le plus actif sur les termites ce sont les feuilles et tiges de *Calotropis procera*, les feuilles de *Pergularia tomentosa*, les fruits entiers de *Datura stramonium* et les feuilles de *Hyoscyamus muticus*.

IV.1.6.7. Toxicité comparée sur les termites par des plantes aromatiques prélevées de la station contaminée

Cette partie d'étude vise le but d'évaluer les effets bio-insecticides des extraits aqueux de quatre plantes aromatiques de la région de Sud-ouest Algérien vis-à-vis deux insectes xylophages le plus dangereux sur nos cultures (arbres fruitiers) et nos constructions et notre flore spontanée ainsi que vos denrées alimentaires et milieux de stockage.

Dans le domaine de la lutte anti-insecticide, les substances actives des insecticides les plus utilisés appartiennent à la classe *Chlorpyrifos-Ethyl* ou *Ethoprophos*, ces préparations bien qu'elles se soient révélées très efficaces sur les termites, présentent plusieurs inconvénients. En effet, elles peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux en plus leur coût élevé. (**Barbouche et al., 2001 ; Aouinty et al., 2006**).

La définition du terme « allélopathie » présente une explication des composés biochimiques libérés dans le milieu” (**Rice, 1984 ; Sanon, 2009**). Ces composés secondaires sont principalement acides phénoliques, flavonoïdes, terpénoides et alcaloïdes. Pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant le milieu naturel, ces substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, etc., peuvent aussi être utilisées comme insecticides de remplacement. Dans ce contexte les résultats obtenus d'après nos essais *in vitro* révèlent que tous les extraits aqueux (parties aériennes) des plantes utilisées aient un effet biocide. Ceci est montré dans la mortalité des individus par les extraits pulvérisés directement sur les insectes.

On observe qu'après la mort des insectes, un tournement de corps vers la face latérale, et un allongement des pattes. Ce qui semble lié vraisemblablement aux réactions enzymatiques au niveau de la Coline estérase suite à l'action des toxines, qu'ils paralysent le système nerveux puis les fonctions vitales de l'insecte, ce qu'il provoque la mortalité.



Figure IV.24 : Les individus de termite après le test et diagnostique de la mortalité.

D'après la **figure. IV.24**, Il a été constaté un noircissement de la face ventrale que chez les individus traités, quelques heures après la mort, qui semble lié vraisemblablement aux réactions enzymatiques suite à l'action des substances bioactive par un effet toxique sur le tube digestif des individus.

Nous avons aussi pu sélectionner l'action rapide des extraits qui ont donné une rapidité de mortalité. Ceci nous donne l'idée de substituer les insecticides chimiques dans le domaine de la lutte préventive contre les insectes ravageurs.

En plus et en ce qui concerne les plantes aromatiques spontanées étudiées et au regard du résultat obtenus (**Tableaux IV.10 - IV.13**), on constate que les extraits de certaines plantes causent une mortalité de 50% au bout de 10 heures d'exposition.

On observe Le temps léthal de mortalité qui est diminué en fonction de l'augmentation des dilutions de l'extrait au cours du temps.

Il s'agit de l'extrait de *Launeae arborescense* et de *Warionia Saharae* soit de temps léthal 50% de mortalité cumulé à partir de la dose de 1% et par contre l'extrait de *Bubonium graveolens* ne donne aucun TL₅₀ jusqu'à la dose de 5% et l'extrait de *Anvillea radiata* donne un résultat moyen après la dose 2%.

A la dose de 5%, les extraits de quatre plantes : *Launeae arborescense*, *Bubonium graveolens*, *Warionia Saharae* et *Anvillea radiata*, donnent un temps léthal 50% de mortalité des termites à : TL₅₀ : 97.128 min, TL₅₀ : 327.146 min, TL₅₀ : 348.788 min, TL₅₀ : 601.40 min

selon les résultats. La mortalité est le premier critère de jugement de l'efficacité d'un traitement biologique (**Tableau IV.10-IV.13**).

Ceci montre probablement une déficience physiologique, ce qui explique la forte sensibilité de contact avec les extraits de ces plantes.

D'après les résultats obtenus, on remarque que l'efficacité de ces quatre extraits (des parties aériennes) des plantes diffère d'une plante à une autre ceci est expliqué et confirmé par plusieurs travaux réalisés par les phytochimistes par leurs différenciations dans la composition chimique, biochimiques et leurs natures. Parmi les quatre plantes testées, on a observé que toutes les plantes possèdent une efficacité sur les deux insectes, mais avec des pourcentages différents selon la plante, l'insecte, la dose et le temps d'exposition.

A dose 2% l'extrait de *Launeae arborescence* donne une mortalité de 50% des termites traité à un temps létal de 424.007 min, par contre le même donne un temps létal de 50% de mortalité de rouge de la farine à 283.766 min, ce résultat explique une grande efficacité de l'extrait sur rouge de la farine en comparaison avec les termites.

Selon (**Ould El Hadj, 2007**) le rythme cardiaque, la respiration et les fonctions du système nerveux central sont modulés, selon la spécificité et la sélectivité des récepteurs muscariniques de l'acétylcholine dans les différents organes. Les alcaloïdes tropaniques sont facilement absorbés après ingestion orale, mais ils ont une courte demi-vie biologique et sont rapidement biotransformés ou excrétés. L'augmentation tardive de l'effet létal de l'extrait de *Launeae arborescence* par apport *Warionia Saharae* on fonction de temps est un bon signe de l'accumulation des substances bioactives dans le système biologique traité.

Dans le cas des termites l'extrait de *Launeae arborescence* a donné des résultats significatives de l'effet létal de 50% de mortalité à un temps létal très réduit (TL₅₀ : 97.12 min), en comparaisons à 40 % de concentration *Anvillea radiata* présente un TL₅₀ : 601.40 min. par ailleurs la même concentration, *Launeae arborescence* montre un bon résultat exprimer en TL₉₀ : 291.379, suivi par *Bubonium graveolens* qui donne un TL₉₀ : 737.917 et *Warionia Saharae* un TL₉₀ : 778.423, par contre *Anvillea radiata* non donne aucune TL₉₀ (**Tableau IV.10**).

L'extrait aqueux de *Launeae arborescens* a provoquer une mortalité en influençant sur la flore symbionte des termites au niveau de tube digestif D'après **Cheriti et al., (2005)**, les extrait aqueux de la partie aérienne de *Launeae arborescens* sont généralement riches en agents antibactériens qui possèdent un effet inhibiteur significatif vis-à-vis *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aereginosa*, *kelebseilla*, *enterococcus* ; ceci nous a poussé de dire que plusieurs germes probablement existant dans la flore intestinale des termites ont été

sensibilisés par les extraits bioactives ce qui provoque un déséquilibre physiologique de l'insecte.

A partir des résultats précédents l'extrait de *Launeae arborescence* montre une efficacité bioactifs puissante sur les termites traités, l'extrait a marqué un bon résultat sur les termites exprimé en CL₅₀ : 1.554%, à 360 minutes d'exposition. Et une CL₅₀ acceptable concernant les extraits de *Warionia Saharae* (9.152%) et *Bubonium graveolens* (12.278%) par contre l'extrait d'*Anvillea radiata* qui a montré une CL₅₀ faiblement bioactifs exprimé en 33.482% (**Tableau IV.10**).

D'après les résultats obtenus exprimé en CL₉₀ on constate que L'extrait de *Launeae arborescence* l'extrait le plus active à CL₉₀ :12.844%, en comparaisons à la concentration des extraits de *Bubonium graveolens* (74.438%) et *Warionia Saharae* (40.739%).

En général Il est à noter également que l'extrait de *Launeae arborescence* est plus actif que les extraits de *Bubonium graveolens* et *Warionia Saharae*, en comparaisons avec l'extrait d'*Anvillea radiata* qui est faiblement actif.

Launeae arborescence appartiennent à la famille des *Asteraceae* qui est connu par une teneur en gamme diverse des glucosides alcaloïdique,

Des études ont montré que la plupart des fourrages ligneux renferment des substances anti-nutritionnelles telles que les tannins et divers autres composés secondaires (**Tanner *et al.*, 1990, Degen *et al.*, 1995 ; Klma, 2008**). Les tannins jouent un rôle antinutritionnel en raison de leur capacité à précipiter les protéines d'une solution aqueuse. Les tanins influencent négativement sur la digestibilité des fibres, la dégradation des protéines en inhibant les enzymes protéolytiques notamment celles des microorganismes (**Kabore-Zoungana, 1995 ; Klma, 2008**).

Ainsi que les études antérieures qui ont été réalisées dans le laboratoire de recherche de phytochimie et synthèse organique (**LPSO**) et qui ont permis de mettre en évidence du pouvoir antimicrobien des différents extraits de la partie aérienne de ***Launeae arborescens*** ont démontré que l'extrait aqueux a révélé une activité moyenne vis-à-vis des microorganismes responsables des infections d'origines bactériens.

Puisque nos termites ont un système symbiotique dans leur tube digestif. Il est noté que la croissance est liée à l'alimentation et la dégradation de la cellulose et l'approvisionnement en eau en présence des bactéries et champignons symbiotique. Donc la présence des substances particulières dans le milieu en contact avec les insectes entraîne une inhibition particulière sur la physiologie des insectes.

Finalement l'étude de la bio-activité des extraits des plantes spontanées ou médicinales vis-à-vis les individus (ouvriers) adulte de termite et les rouges de la farine ***Tribolium castanum*** (Herbst). Révèle la présence des substances qui inhibent ou diminuent fortement la prise de nourriture chez les le rouge de la farine suivi les termites.

En comparaison avec nos expériences, nous remarquons une certaine similarité des effets mais selon des autres retombés expérimentaux.

Tableau IV.9 : Effet létal (en minute calculé) 50% de mortalité cumulé des extrais aqueux des plantes aromatiques sur *Anacanthotermes ochracus* (Termite saharien).

Dose	Plante	Equation	R²	TL₅₀ (minute)
2%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 3,529x - 4,272$	0,878	424.007
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 3,999x - 6,993$	0,792	/
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 3,446x - 6,265$	0,701	/
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 0,729x - 1,436$	0,087	/
4%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 1,830x + 0,272$	0,896	391.128
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 3,856x - 6,334$	0,859	/
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 4,06x - 6,716$	0,874	/
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 3,634x - 6,374$	0,792	/
6%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 3,255x - 3,438$	0,829	383.359
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 3,990x - 6,986$	0,795	/
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 4,172x - 7,625$	0,713	/
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 3,002x - 5,731$	0,507	/
8%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 1,982x - 0,001$	0,895	333.586
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 2,451x - 2,316$	0,758	/
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 3,829x - 7,193$	0,613	/
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 2,817x - 5,367$	0,504	/
10%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 1,867x + 0,823$	0,904	172.694
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 4,194x - 7,363$	0,800	/
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 2,681x - 2,749$	0,799	/
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 3,356x - 6,391$	0,507	/
40%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 2,687x - 0,340$	0,873	97.128
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 3,629x - 4,126$	0,861	327.146
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 3,677x - 4,349$	0,853	348.788
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 4,569x - 7,698$	0,894	601.40

Parmi les extraits de plantes utilisées nous avons pu remarquer que seulement l'extrait de *Launeae arborescens* qui a pu prouver une bio-activité sur les termites à faible dose (2%) exprimer en $TL_{50} = 424.007$ Min, par contre les autres extraits ont montrées une efficacité par l'augmentation de la dose.

D'une autre part nous observons une corrélation avec l'augmentation de la dose exprimée en diminution de la valeur TL_{50} se qui a donné un résultat efficace à la dose 40% de *Launeae arborescens* ($TL_{50} = 97.128$ Min) (Tableau IV.9).

Tableau IV.10: Effet létal (en minute calculé) 90% de mortalité cumulé des extrais aqueux des plantes sur *Anacanthotermes ochracus* (Termite saharien).

Dose	Plante	Equation	R²	TL₉₀ (minute)
10%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 1,867x + 0,823$	0,904	839.348
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 4,194x - 7,363$	0,800	/
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 2,681x - 2,749$	0,799	/
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 3,356x - 6,391$	0,507	/
40%	<i>Launeae arborescens</i>	$y = 2,687x - 0,340$	0,873	291.379
	<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 3,629x - 4,126$	0,861	737.917
	<i>Warionia Saharae</i>	$y = 3,677x - 4,349$	0,853	778.423
	<i>Anvillea radiata</i>	$y = 4,569x - 7,698$	0,894	/

L'extrait de *Launeae arborescens* c'est le seul qui a conduit à un temps létal de 90% de mortalité à la dose de 10 % ($TL_{90} = 839,48$ Min) sur les termites traités. D'autre part la dose de 40% cette plante a montré une bonne bio-activité exprimée en $TL_{90} = 291,379$ Min, par contre l'extrait *Anvillea radiata* n'a montré aucune efficacité (Tableau IV.10).

Tableau IV.11. : Concentration létal (en %) CL_{50} (%) de mortalité cumulée des extrais aqueux des plantes sur *Anacanthotermes ochracus* (Termite saharien) à 360 min d'exposition.

<i>Plante</i>	<i>Equation</i>	R^2	CL_{50} (%)
<i>Launeae arborescens</i>	$y = 1.398x + 4.732$	0,287	1.554
<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 1.638x + 3.216$	0.768	12.278
<i>Warionia Saharae</i>	$y = 1.977x + 3.099$	0.924	9,152
<i>Anvillea radiata</i>	$y = 1.229x + 3.126$	0.865	33.482

Parmi les résultats obtenus (**Tableau IV.11**), on constate que l'extrait le plus actif qui donne une très bonne concentration létale de 50% de mortalité c'est l'extrait de *Launeae arborescence* ($CL_{50} = 1.554\%$) et même l'extrait de *Warionia Saharae* qui a montré une valeur CL_{50} significative en 9,15%.

Tableau IV.12 : Concentration létal de 90 % en CL_{90} (%) la mortalité cumulée des extrais aqueux des plantes sur *Anacanthotermes ochracus* (Termite saharien) à 360 min d'exposition.

<i>Plante</i>	<i>Equation</i>	R^2	CL_{90} (%)
<i>Launeae arborescens</i>	$y = 1.398x + 4.732$	0,287	12.844
<i>Bubonium graveolens</i>	$y = 1.638x + 3.216$	0.768	74.438
<i>Warionia Saharae</i>	$y = 1.977x + 3.099$	0.924	40.739
<i>Anvillea radiata</i>	$y = 1.229x + 3.126$	0.865	/

L'extrait de *Launeae arborescence* c'est le plus active qui a montré des bons résultats exprimés en $CL_{90} = 12.844\%$ par apport l'extrait de *Warionia Saharae* ($CL_{90} = 40.739\%$), par contre l'extrait de *Anvillea radiata* ne donne aucune CL_{90} (**Tableau IV.12**).

NB : les TL_{50} , TL_{90} et CL_{50} , CL_{90} ont été calculés par l'analyse des Probits sur la base des mortalités cumulé après 360 min pour *Anacanthotermes ochracus*.

IV.1.6.8. Résultats des tests du Criblage phytochimique de plantes toxiques

1. Test des saponosides :

Les saponosides existent dans toutes les parties des plantes testées particulièrement dans les tiges de *Pergularia tomentosa* et les feuilles de *Calotropis procera*.

2. Test des tanins :

Les tanins se trouvent en quantité remarquables dans toutes les parties de *Hyoscyamus muticus* et *Calotropis procera* ainsi que les feuilles de *Datura stramonium*, on note une forte présence dans les feuilles de *Pergularia tomentosa* avec une absence totale dans les tiges et fruits entiers de *Datura stramonium* et les tiges de *Pergularia tomentosa*.

3. Test de stérols insaturées et terpènes :

Ce test a montré la présence de stérols insaturées et terpènes dans toutes les parties des plantes testées, on note une forte présence dans les feuilles de *Calotropis procera* et les tiges de *Pergularia tomentosa*.

4. Test des alcaloïdes :

Le test des alcaloïdes est positif pour l'ensemble des espèces, les alcaloïdes se trouvent dans toutes les parties des plantes en quantités assez moyenne dans les feuilles de *Calotropis procera*, les fruits entiers de *Datura stramonium*, les fleurs entières de *Hyoscyamus muticus*, et les feuilles de *Pergularia tomentosa*, mais avec une très grande teneur pour les tiges de *Calotropis procera*.

5. Test des stéroïdes :

Les stéroïdes se trouvent dans toutes les parties des plantes, ils ont été bien remarqués en *Calotropis procera* (les feuilles et fruits (pulpes)) et les feuilles de *Pergularia tomentosa* et les feuilles d'*Hyoscyamus muticus*.

6. Test de stérols insaturés :

Dans le test de stérols insaturés on remarque une faible présence des stérols dans certaines parties des plantes testés, avec une absence totale dans les feuilles de *Calotropis procera*, les feuilles de *Datura stramonium*, les feuilles et les fleurs entières de *Hyoscyamus muticus*.

7. Test de cardinolides :

Ce test est positif pour l'ensemble des parties sauf dans les fruits entiers de *Datura stramonium*, les cardinolides se trouvent en quantités importantes dans les tiges de *Hyoscyamus muticus* et *Calotropis procera*, ainsi dans les feuilles de *Pergularia tomentosa*.

8. Test des flavonoïdes (libres, hétérosidiques et glucosidiques) :

- Les flavonoïdes se trouvent en quantité remarquable dans l'ensemble des parties des plantes testés.
- Le test des flavonoïdes libres est négatif pour toutes les parties des plantes testés sauf dans les feuilles et tiges de *Calotropis procera* et les feuilles de *Datura stramonium*.

- Le test des flavonoïdes hétérosidiques a montré généralement une absence totale dans toutes les parties des quatre plantes sauf dans les tiges de *Hyoscyamus muticus*.
- Le test de Flavonoïdes glucosidiques est positif pour toutes les parties de plantes testées.

Tableau IV.13 : Résultats des tests du criblage phytochimique des neuf plantes spontanées étudiées médicinales et toxiques

Espèce	Parties utilisées	Saponosides	Tanins	Sterols Insaturés et Terpènes	Alcaloïdes	Steréïdes	Sterols insaturés	Cardinolides	Flavonoïdes
<i>Calotropis procera</i>	Feu	+++	++	+++	++	++	+	++	++
	Tig	+	+	+	+++	+	-	+++	++
	Fru (pul)	++	+	+	+	++	+	+	+
<i>Datura stramonium</i>	Feu	+	++	++	+	+	-	++	++
	Tig	+	-	++	+	+	+	+	++
	Fru (ent)	+	-	+	++	+	+	-	+
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feu	+	+	++	++	++	-	+	+
	Tig	++	++	+	+	+	+	+++	++
	Fle (ent)	+	+	+	++	+	-	+	+
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feu	+	+++	++	++	+++	+	+++	++
	Tig	+++	-	+++	+	+	+	++	+
<i>Acacia raddiana</i>	Feu	±	+++	+++	-	+	ND	+++	+++
<i>Anabasis aretoïdes</i>	Pa aé	+++	+	+++	+	++	ND	+++	++
<i>Limoniastrum feei</i>	Pa aé	++	+	++	-	+	ND	+	+
<i>Launea arborescens</i>	Pa aé	+	+	++	+	-	ND	+	+
<i>Launea nudauculis</i>	Pa aé	++	++	++	-	+	ND	+	+++

Non déterminé (ND) Absence (-) Faible présence (+) Présence moyenne (++) Forte présence (+++)

Abréviations : (*Feu*) : feuilles, (*Tig*) : Tiges, (*Fru*) : Fruits, (*Fle*) : Fleurs, (*Pa aé*) : partie aérienne complète, (*Ent*) : entière, (*Pul*) : Pulpes.

Les résultats de l'examen phytochimique réalisé sur les quatre plantes toxiques testées sont représentés dans les tableaux suivants :

Tableau IV.14 : Résultats des tests du criblage phytochimique des quatre plantes toxiques (test des flavonoïdes)

<i>Les plantes</i>	<i>Parties utilisées</i>	<i>Flavonoïdes</i>	<i>Flavonoïdes Libres</i>	<i>Flavonoïdes hétérosidiques</i>	<i>Flavonoïdes glucosidiques</i>
<i>Calotropis procera</i>	Feu	++	+	-	+
	Tig	++	+	-	+
	Fru	+	-	-	+
<i>Datura stramonium</i>	Feu	++	+	-	+
	Tig	++	-	-	+
	Fru (ent)	+	-	-	+
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feu	+	-	-	+
	Tig	++	-	+	+
	Fle (ent)	+	-	-	+
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feu	++	-	-	++
	Tig	+	-	-	+

Absence (-) Faible présence (+) Présence moyenne (++) Forte présence (+++)

Abréviations : (*Feu*) : feuilles, (*Tig*) : Tiges, (*Fru*) : Fruits, (*Fle*) : Fleurs, (*Pa aé*) : partie aérienne complète, (*Ent*) : entière, (*Pul*) : Pulpes.

D'après les résultats obtenus dans les tableaux **IV.13-IV.14** nous avons remarqués que le criblage phytochimique montre une existence des stéroïdes, cardinolides, flavonoïdes, saponosides, tanins et stérols insaturés et terpènes presque dans tous les parties des plantes telles que *l'Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launea arborescens* et *Launea nudicaulis*, au contraire il y a une faible présence des alcaloïdes dans ces plantes, ainsi qu'il montre la présence des saponosides, flavonoïdes, des stéroïdes, des stérols insaturés et terpènes et des alcaloïdes dans toutes les parties des plantes toxiques testés telle que *Calotropis procera*, *Pergularia tomentosa*, *Datura stramonium*, et *Hyoscyamus muticus*, ainsi la présence des stérols insaturés, cardinolides et des tanins dans certain parties d'une part et d'une autre part on peut dire que ces quatre plantes toxiques sont riche en alcaloïdes par rapport au cinq plantes médicinales telles que *l'Acacia raddiana*, *Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launea arborescens* et *Launea nudicaulis*.

Parmi les résultats obtenus concernant le Criblage phytochimiques (Tableau **IV.15**), nous

avons observé que les trois biomolécules « les tannins, les Cardinolides, les Flavonoïdes » sont en présences à des faibles quantités pour toutes les plantes utilisées, par ailleurs les Saponosides sont présents sauf *Launeae arborescens* qui est faible. Les Stérols insaturés et les terpènes sont fortement présents dans *Anvillea radiata* et *Bubonium graveolens* par contre *Warionia Sahara* contient une faible quantité. Les Alcaloïdes sont presque absents chez *Anvillea radiata* et *Bubonium graveolens*.

Tableau IV.15 : Résultat de Criblage phytochimique des plantes aromatiques.

Plantes Substances actives	<i>Anvillea radiata</i>	<i>Bubonium graveolens</i>	<i>Launeae arborescens</i>	<i>Warionia Sahara</i>
Alcaloïdes	—	—	+	+
Saponosides	++	++	+	++
Tanins	+	+	+	+
Stérols insaturés et terpènes	+++	+++	++	+
Cardinolides	+	+	+	+
Stéroïdes	—	+	—	+
Flavonoïdes	+	+	+	+

Légende : (-) : Absence. (+) : Faible. (++) : Présence. (+++) : Forte présence.

En effet, plusieurs auteurs ont montré que les différents types de composés phytochimiques mis en évidence dans les extraits de ces plantes ont des effets thérapeutiques et bioactifs contre des microorganisme pathogènes et même sur le fonctionnement des enzymes doués du fonctionnement physiologique.

Il s'agit des tanins reconnus pour leur activité antibactérienne (Nacoulma, 1996 ; Scalbert, 1991 ; Elegami *et al*, 2002), des Saponosides ont des propriétés antimicrobiennes observées (Nacoulma, 1996 ; Scalbert, 1991) , des stérols et de terpènes utilisés pour leur propriété antipyrétique et analgésique (Sakande, 2004), les flavonoïdes sont capables de réduire l'hypertension artérielle et effets anti-inflammatoires (Gazola *et al*, 2004), les cardinolides sont largement utilisés pour leur action sur le cœur, liée à leur activité d'inhibition des ATP ases Na^+/K^+ (EP,2009).

Conclusion

En conclusion, l'étude *In-vitro* de l'effet Antitermitique des extraits de plantes sahariennes nous a permis de mettre en évidence l'effet bio-insecticide actif des extraits aqueux de plantes, qui amplifient dans toute augmentation de concentration, la richesse des extraits en molécules bioactives (chaque extrait à sa typologie phytochimique et sa signature biochimique) confirme sa capacité de piéger les enzymes et systèmes biochimiques ce qui affecte directement sur la physiologie de l'insecte.

Par ailleurs, nous avons également pu déterminer les temps et concentrations létales qui sont des indicateurs de l'efficacité des extraits sur le stade adulte des termites caste des ouvriers.

Mais il faut dire que chaque type d'extraits à ses particularités selon sa contenance en molécules *allélochimiques* qui n'exercent pas forcément la même activité aux différents stades du cycle reproductif d'un insecte, c'est-à-dire que la sensibilité d'un insecte peut évoluer en fonction de son développement physiologique (**Regnault-Roger, 2005a**). En conséquence, sélectivité et spécificité permettent aux molécules phytochimiques *allélochimiques* d'origine végétales d'agir à des moments déterminés sur les espèces ciblées.

❧ ❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧

Chapitre V.
Effet répulsif des extraits de
plantes : étude sur terrains.

❧ ❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧❧❧ ❧

V.1. Test d'implantation des pièges (Test *In Vivo*) par la Technique de piégeage

Introduction

En continuation des travaux de recherche sur la valorisation des plantes spontanées de la flore du Sahara Algérien les extraits de ces ressources fond l'objet d'un grand intérêt pharmaceutique dans le cadre des vertus des biomolécules bioactives (**Cheriti, 2000 ; Cheriti, 2002**).

Dans cette étude en se basant sur la valorisation des espèces spontanées toxiques qui ne sont pas tellement attaquées par les termites ou sont connues par leurs effets bioactifs, la présente partie d'étude s'oriente sur la contribution de mise en évidence l'effet répulsif des extraits aqueux de quelques plantes spontanées de la région de Bechar (Sud-Ouest Algérien) sur des termites de type saharien *Anacanthotermes ochracus* (*Hodotermitidae*).

La méthodologie de nos tests est inspirée de la technique des tests de sensibilité réalisée où niveau de laboratoire **LPSO**, cette méthode est adoptée avec beaucoup de précaution pour tester la sensibilité et la répulsion des termites, vis-à-vis des extraits aqueux des parties de plantes étudiées à pouvoir bio insecticides. A partir des extraits initiaux (**solutions stocks**) de chaque partie de plante. Les traitements de bois ont été réalisés dans le laboratoire de recherche avant l'implantation des pièges dans les sites contaminés par le ravageur.

V.1.1. Préparation des extraits aqueux

Une masse de (**50 g**) de poudre végétale a été pesée avec précision de chaque partie des plantes testées qui sont introduites dans un ballon de (**01 litre**) Un volume de (**500 ml** d'eau bidistillée) a été ajouté et mettre le tout dans un système à reflux pendant 1h à température d'évaporation. Les filtrats obtenus ont été évaporés pour éliminer le **1/3** d'eau de chaque concentration initiale et pure naturellement obtenue des masses de poudre végétale en vue de préparer des **Marc**s de chaque extrait, ensuite les extraits ont été conservés dans des flacons au réfrigérant à une basse température pour éviter la dégradation des extraits aqueux avant la réalisation des tests répulsion.

V.1.2. Préparation des échantillons

Selon **Mengistu, (2007)** Le bois semble tout de même évident d'évoquer l'insecte qui cause le plus de ravages, en matière de bois ; il s'agit bien sûr du termite, qui peut dégrader les sucres du bois grâce à son activité symbiotique microbienne intervenant durant la digestion.

Les genres de termites sont nombreux et chaque espèce attaque préférentiellement certains bois plutôt que d'autres, dans des conditions d'humidité variables.

Deux essais ont été préparés pour vérifier l'effet répulsif des bois traités sur les termites,

le premier est réalisé sans extraits et un autre avec le traitement par des extraits.

Les planches de bois brun clair inertes léger et non résineux de type *Africain Classe S (OZIGO)*, ce choix a été fait avec précaution pour répondre aux particularités des insectes étudiés les morceaux de planche sont séchés à l'étuve pour réduire l'humidité et évaporer les essences indigérables puis ils sont codifiés Un nombre des échantillons (morceaux de bois) ont été Préparés découpés et bien séchés et pesés avec précision, puis ils ont été codifiés, tous les morceaux ont des longueurs constantes et avec des poids différents, (**Fig. V.1-Fig. V.3**).

Pour maîtriser l'activité de l'eau (*Aw*) avant le traitement par les extraits purs, tous les morceaux de bois des essais ont été conditionnés à l'air libre et à l'ombre pendant une semaine pour évaporer toute substance indésirable de bois puis nous avons traité les morceaux de bois une autre fois sous une température de 103 ± 2 à l'étuve durant 2h jusqu'à l'obtention du poids constant initiale témoins, ensuite ils ont été traités avec des extraits aqueux durant 01 heure dans des bouteilles en plastique de l'eau minérale vides (**Cf. Fig. V.1**). Les extraits et les morceaux de bois traités ont été séchés à l'air libre en perforant les bouteilles de plastiques avec des diamètres uniformes et standardisée en fonction des tailles des ouvriers de termites en suite ils sont et implantés dans les secteurs infestés localisées dans la station zoologique d'étude par les termites dans la zone que nous avons choisie. Cette étude a été complétée en examinant des morceaux des bois par les termites durant un mois, afin de préciser l'évolution de ces attaques au cours du temps.



Figure V.1 : Préparation des échantillons (LPSO, 2011)



Figure V.2 : Implantation des échantillons dans les sites expérimentaux (LPSO, 2011)

V.1.3. Implantation des échantillons sur terrain expérimental

La zone de Béchar a été choisie pour le grand nombre de termitières épigées que l'on y rencontre. Le travail entrepris se situe dans les environs de *Lahmar* - *position GPS* ($31^{\circ}.56'.0,01''$ N- $2^{\circ}.15'.34,95''$ W. *Wilaya de Béchar*).



Figure V.3 : Implantation des pièges dans les sites expérimentaux (24 /04/2011)

Les sites expérimentaux (*I, II, et III*) (Fig.V.4-Fig.V.6) sont localisés dans la région de *Lahmer* wilaya de Béchar en mois d'Avril (24/04/2011) à l'air libre et à une température ambiante, c'est le moment où nous avons remarqué une vitalité des ouvriers termites.

<i>Launeae arborescens</i> (p aé)	L apa
<i>Datura stramonium</i> (fru en)	D sfr
<i>Pergularia tomentosa</i> (tig)	P tti
<i>Datura stramonium</i> (feu)	D sfe
<i>Hyoscyamus muticus</i> (tig)	H mti
<i>Pergularia tomentosa</i> (feu)	P tfe
<i>Hyoscyamus muticus</i> (fle en)	H mfl
<i>Acacia raddiana</i> (feu)	A rpa
<i>Hyoscyamus muticus</i> (feu)	H mfe
<i>Calotropis procera</i> (tig)	C pti
<i>Datura stramonium</i> (tig)	D sti
<i>Calotropis procera</i> (feu)	C pfe
<i>Calotropis procera</i> (tig)	C pti
<i>Launeae nudauculis</i> (pa aé)	L npa
<i>Limoniastrum feei</i> (pa aé)	L spa
<i>Anabasis aretoides</i> (pa aé)	An apa
Test sans traitement (témoin)	Ts tra

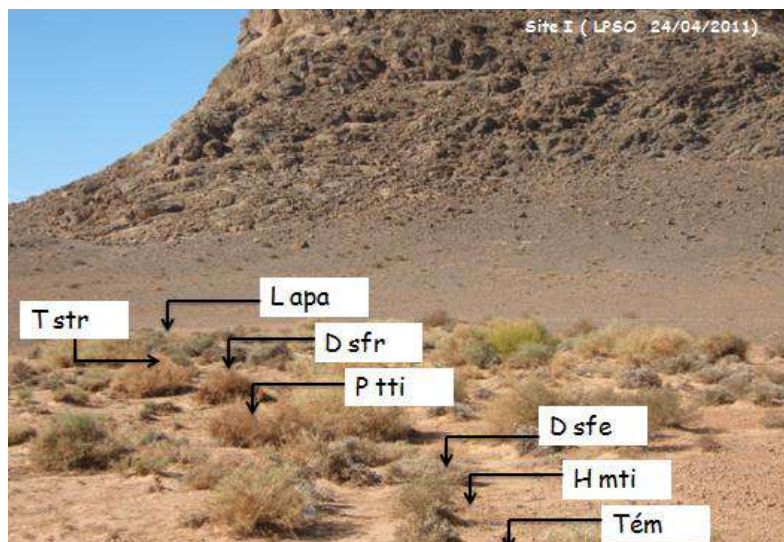


Figure V.4 : Implantation des pièges dans le site (I) Station Zoologique

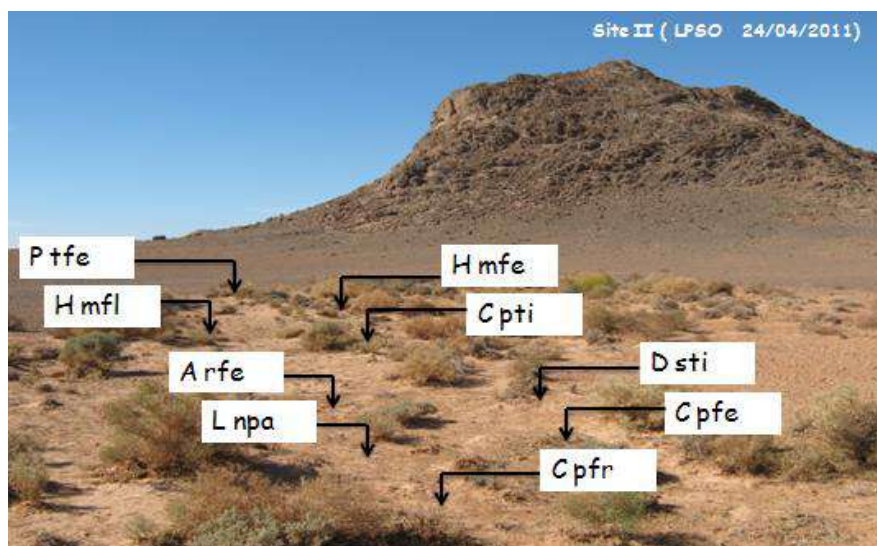


Figure V.5 : Implantation des pièges dans le site (II) Station Zoologique

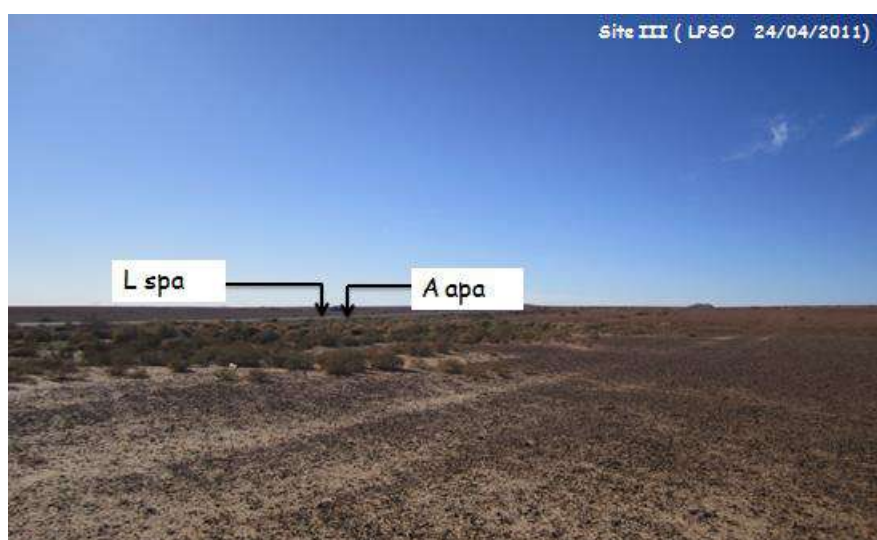


Figure V.6. Implantation des pièges dans le site (III) Station Zoologique

Abréviations : (Feu) : feuilles, (Tig) : Tiges, (Fru) : Fruits, (Fle) : Fleurs, (Pa aé) : partie aérienne complète, (Ent) : entière, (Pul) :

V.2. Analyse de la perte en masse durant les expériences *In-vivo*

Après une période de quatre semaines (*durée standard d'un cycle de développement des ouvriers dévoreurs de cellulose de bois*), les morceaux des bois ont été enlevés, récupérés et nettoyés, durant le jour, puis ils sont pesés avec précision pour déterminer les pertes des poids.

Selon **Mengistu, (2007)** la différence en poids endommagé et intact a été mesurée et le pourcentage de perte (%) était calculé comme suit :

$$x = \frac{\text{le poid initial} - \text{le poid final}}{\text{le poid initial}} \times 100$$

La perte en poids des morceaux a été enregistrée comme un pourcentage de perte en masse (*dégradation de cellulose de bois*). Les observations enregistrées sont représentées dans les tableaux (V.1-V.3).

Nb. Il faut une autre fois signaler que la fois deux essais ont été préparés et réalisés dans le même point et même période d'implantation du piège pour vérifier l'effet répulsif des bois traités sur les termites, le premier est réalisé sans extraits (bois pur) et un autre avec le traitement par des extraits (bois imbibé et trempé dans les Marc des extraits aqueux).

V.3. Les essais de toxicité comparée et de répulsion sur terrains (test de piégeage comparé)

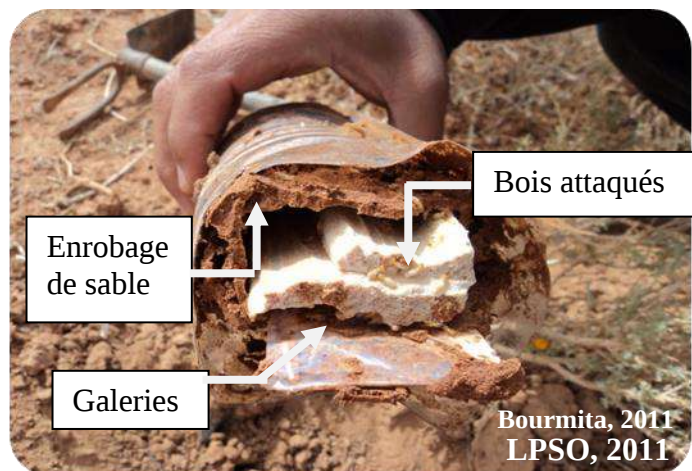
Démonstration des évolutions et les résultats de perte de masse pendant le piégeage des insectes sur terrains durant un mois sont représentés dans la (figure V.7).



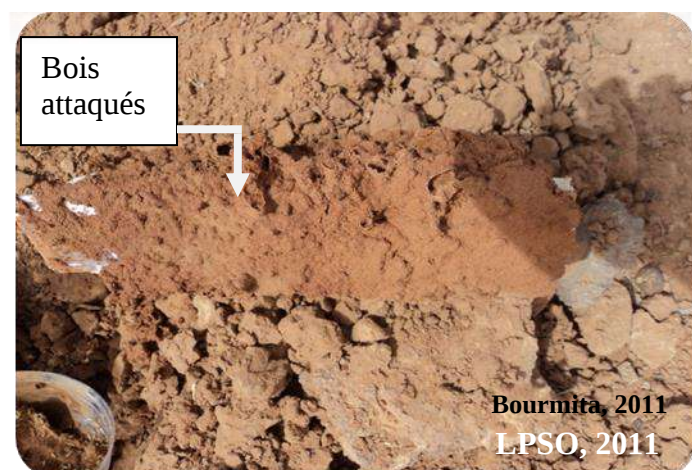
(a) Piège ressortis enrobé par les termites (b) piège positivement attaqué (c) bois dégradé (d) galerie vivante et présence des termites

Figure V.7 : Planches des résultats de piégeage des échantillons de bois traités par les extraits de plantes (LPSO, 2011)

Les consommations de bois (pourcentages de perte en masse) des échantillons traités et non traités par des extraits aqueux ont été présentés dans les figures (V.7-V.8).



-a- sortie et ouverture d'un piège envahi par les termites



-b- sortie de la pièce de bois enrobée par le substrat des termites

Figure V.8 : Piégeage positif représente des échantillons attaqués par les termites (LPSO, 2011)

**Tableau V.1: Codification des échantillons et prise des poids pour les pièces du 1^{er} essai
(les échantillons de bois non traités par des extraits aqueux)**

<i>Numéro</i>	<i>Poids initial (g)</i>	<i>Poids final (g)</i>	<i>% de perte de masse</i>	<i>Démentions (cm)</i>
1	91,736	79, 30	13,55	20 x 5 x 2
2	104,150	102,29	1,78	
3	83,525	65,40	21,70	
4	98,412	48,60	50,61	
5	99,412	54,20	45,47	
6	92,459	92,03	0,46	
7	94,146	Pièce Perdue	-	
8	100,212	47,20	52,89	
9	102,094	Pièce Perdue	-	
10	88,060	77, 30	12,21	
11	99,863	47,00	52,93	
12	84,194	39,80	52,72	
13	98,670	49,00	50 ,33	
14	93,276	62,90	35,56	
15	103,528	Pièce Perdue	-	
16	97,733	97,45	0,28	
17	103,128	39,9	61,31	
18	99,244	45,3	54,35	
19	87,474	35,79	59,08	
Témoin - Dégradation complète	103,528	103,528	100	

Le Tableau V.1 représente les codifications des échantillons du bois à blanc non traitées et prise de poids initial et final ainsi le pourcentage de perte de masse de chaque échantillon après la plantation des pièges dans les sites expérimentaux durant un mois. Ces données montrent que tous les échantillons offrent une variation marquée par la diminution de poids avec une moyenne de perte en masse qui égal à (**35,32% *Durant un mois***), cette diminution a été causé par les activités des ouvriers de termites. Ceci confirme que la diminution la matière cellulosique de bois lorsque l'extrait aqueux est non actif sur le développement des galeries termitières.

Il faut aussi signaler que la réhumidification partielle des pièces de bois au fur et à mesure n'est pas prise en compte puisque nous enregistrons directement la fluctuation de masse en poids total puisque la dégradation de cellulose et du tissu est permanente dès que la termitière locale est installée.

L'eau absorbée et les résidus sont transformés à l'enrobage construit, nous intéressons au poids final de la pièce de bois après nettoyage.

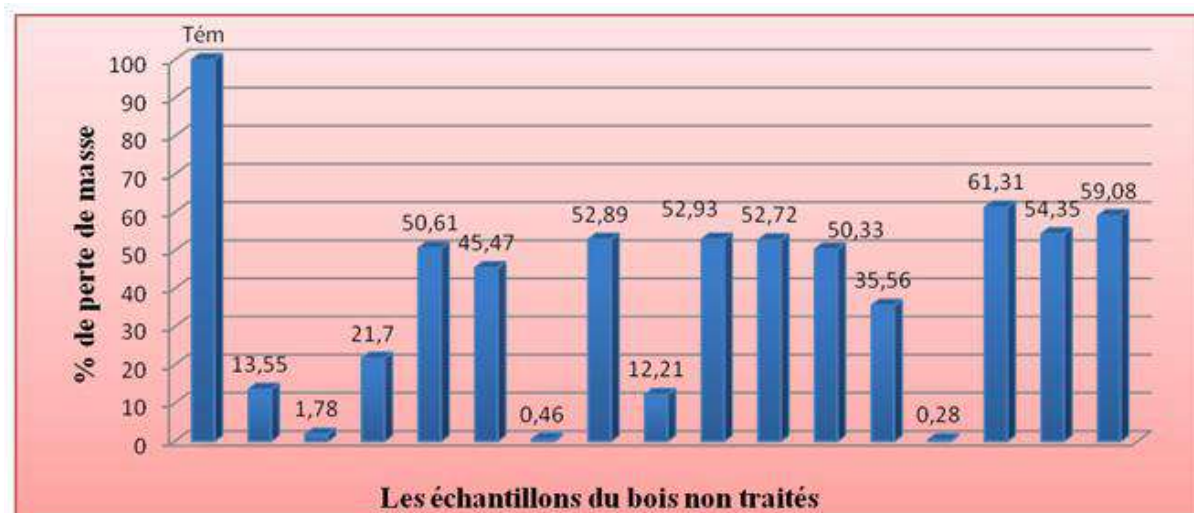


Figure V.9 : Résultats comparatifs des % de perte de masse des échantillons des bois non traités.

Tableau V.2: Codification des échantillons et prise des poids pour les pièces du 2^{ème} essai
(Les échantillons traités trempés dans les Marc des extraits aqueux)

Numéro	Extrait aqueux de plante	Code	Poids initial (g)	Démenions (cm)
1	<i>Launeae arborescens</i> (p aé)	L apa	65,6	25.1 x 3.3x 1.8
2	<i>Datura stramonium</i> (fru en)	D sfr	82,3	25.2 x3.5 x 1.8
3	<i>Pergularia tomentosa</i> (tig)	P tti	115,1	25.2 x4.9 x 1.9
4	<i>Datura stramonium</i> (feu)	D sfe	77,5	25 x 3.5 x 1.8
5	<i>Hyoscyamus muticus</i> (tig)	H mti	102,0	25.2 x 5 x 1.8
6	<i>Pergularia tomentosa</i> (feu)	P tfe	120,6	25.1 x 5 x 1.8
7	<i>Hyoscyamus muticus</i> (fle en)	H mfl	93,8	25.6 x 5 x 1.7
8	<i>Acacia raddiana</i> (feu)	A rpa	122,3	25 x 5 x 1.9
9	<i>Hyoscyamus muticus</i> (feu)	H mfe	124,6	25.2 x 5 x 1.8
10	<i>Calotropis procera</i> (tig)	C pti	124,1	25.2 x 5 x 1.8
11	<i>Datura stramonium</i> (tig)	D sti	61,3	25.2 x 3.2 x 1.8
12	<i>Calotropis procera</i> (feu)	C pfe	116,0	25.1 x 4.8x 1.9
13	<i>Calotropis procera</i> (tig)	C pti	173,1	25.1 x 5 x 1.8
14	<i>Launeae nudauculis</i> (pa aé)	L npa	172,4	25.2 x 5 x 1.4
15	<i>Limoniastrum feei</i> (pa aé)	L spa	116,6	25.1 x 4.9x 1.9
16	<i>Anabasis aretoïdes</i> (pa aé)	An apa	118,2	25 x 4.9x 1.9
17	Test sans traitement (témoin)	Ts tra	125,3	25.1 x 5 x 1.8

P. aé. : Partie aérienne. Fru. En. Fruit entier. Tig. Tige. Fle. en. Fleur entière. Feu. Feuille.

Le Tableau V.2 représente les codifications des échantillons des pièces en bois traitées par les Marcs des extraits aqueux et prise de poids initial en masse de chaque échantillon après la plantation dans les sites expérimentaux durant un mois.

Tableau V.3 : Résultat de pourcentages des pertes des poids des échantillons traités par des extraits aqueux :

<i>Extrait de plante</i>	<i>Parties</i>	<i>Poids init. (g)</i>	<i>Poids fin. (g)</i>	<i>% de perte de masse</i>
<i>Calotropis procera</i>	Feuilles	116,0	115,96	0,034
	Tiges	124,1	128,00 ± 0,01	-3,142*
	Fruits	173,1	177,25	-2,39*
<i>Datura stramonium</i>	Feuilles	77,5	76,5	1,290
	Tiges	61,3	59,63	2,724
	Fruits entières	82,3	95,54	-16,087***
<i>Hyoscyamus muticus</i>	Feuilles	124,6	124,77 ± 0,01	-0,136*
	Tiges	102,0	100,25	1,715
	Fleurs entières	93,8	100,89 ± 0,01	-7,55**
<i>Pergularia tomentosa</i>	Feuilles	120,6	100,21	16,90
	Tiges	115,1	120,16 ± 0,01	- 4,396**
<i>Acacia raddiana</i>	Feuilles	122,3	81,18 ± 0,01	33,62
<i>Anabasis aretoïdes</i>	Partie aérienne	118,2	45,89	61,17
<i>Limoniastrum feei</i>	Partie aérienne	116,6	85,20	26,92
<i>Launeae arborescens</i>	Partie aérienne	65,6	57,39	12,51
<i>Launeae nudauculis</i>	Partie aérienne	165,27	95,75	42,06
Test sans traitement	-	125,3	94,58	24,51

- Init : initial Fin. : Final, (*) : valeurs négatives

Le Tableau V.3 représente les résultats en pourcentage de perte de masse des échantillons traités par des extraits aqueux et prise de poids initial et final de chaque échantillon après la plantation dans les zones expérimentales durant un mois, quelques remarques sont soulevées. Concernant les extraits des plantes telle que les feuilles de l'*Acacia raddiana* et les parties aériennes de l'*Anabasis aretoïdes*, *Limoniastrum feei*, *Launeae arborescens* et *Launeae nudauculis* le pourcentage de perte est très élevés, il varie entre 12,51% et 61,17% ceci est expliqué par l'absence de l'effet répulsif. Par contre dans les pièges remplis par des pièces traitées par des extraits aqueux des plantes toxiques ont révélés une faible diminution de poids dans certains échantillons, ainsi qu'une augmentation de poids dans

certaines autre échantillons (% de perte est exprimé en valeur négative), ce changement de comportement des termites est dû par les effets répulsifs contre les ouvriers de l'insecte.

Cette étape nous a permis d'isoler les extraits bioactifs significatifs

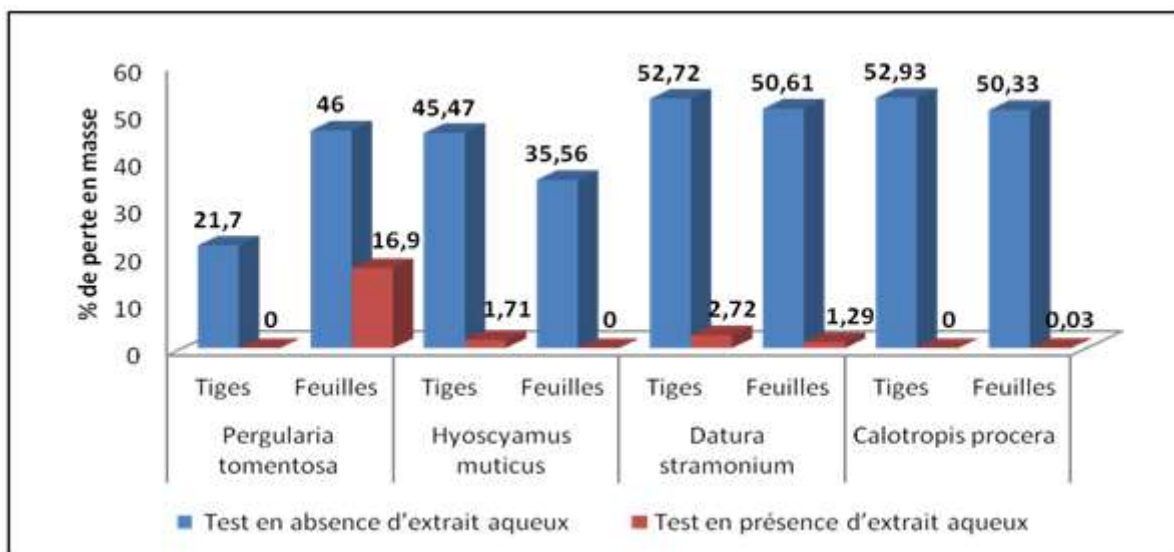
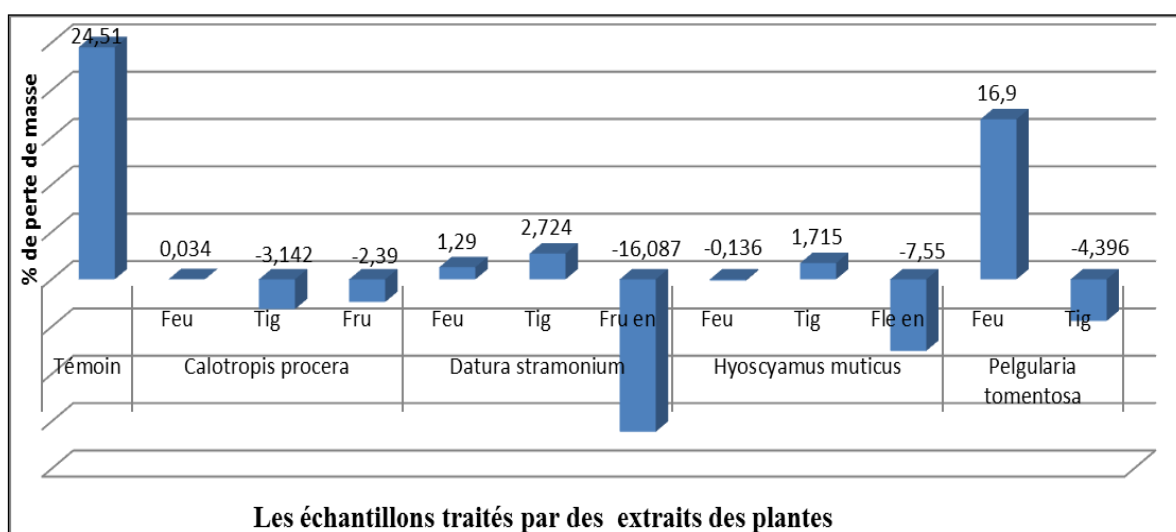


Figure V.10. Taux de perte en masse en absence et en présence des extraits de plantes



Abréviations : (Feu) : feuilles, (Tig) : Tiges, (Fru) : Fruits, (Fle) : Fleurs, (Pa aé) : partie aérienne complète, (Ent) : entière, (Pul) : Pulpes.

Figure V.11 : Résultats de % de perte de masse des échantillons traités par les extraits aqueux de plantes toxiques.

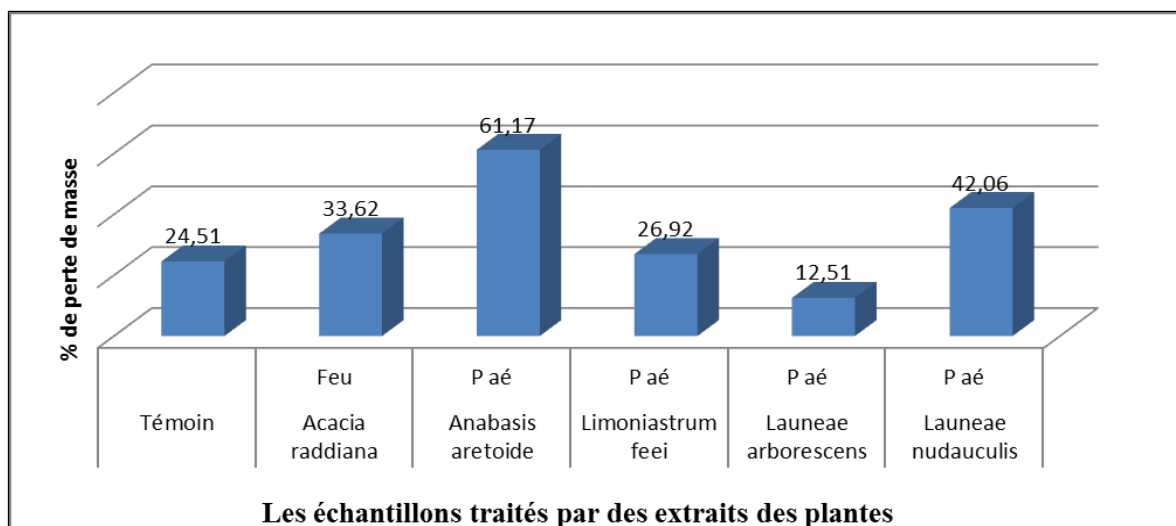


Figure V.12: Résultats de % de perte en masse des échantillons traités par les extraits aqueux de plantes médicinales.

D'une façon générale on note une diminution de poids aussi bien marquée chez les échantillons non traités ceci est causé par l'activité des termites, ainsi chez les échantillons traités par les extraits aqueux durant la période d'essai, nous avons obtenu qu'une forte diminution de poids dans les échantillons traités par les extraits des parties aériennes des plantes testés telles que *Anabasis aretoide*, *Limoniastrum feei*, *Launea arborescens* et *Launea nudicaulis* et les feuilles d'*Acacia raddiana* avec un pourcentage de pertes de poids (61,17 %, 26,92 %, 12,51 %, et 33,62 %) respectivement, ainsi que des feuilles de *Pergularia tomentosa* (16,90 %).

Nous voyons que les termites (*Anacanthothermes*) sont moins sensibles devant ces extraits. Par contre nous avons trouvés une très faible diminution de poids dans les échantillons traités par les extraits des feuilles de *Calotropis procera* (0,034%), les feuilles et tiges de *Datura stramonium* (1,290 %, 2,724%) respectivement et les tiges de *Hyoscyamus muticus* (1,715 %) (**Fig.V.10**). Ce qui confirme l'efficacité importante et l'effet répulsif de ces extraits bioactifs.

Nous constatons également qu'il y a une augmentation de poids dans certains échantillons traités par les extraits des tiges et fruits de *Calotropis procera* (-3,142 % et -2,39 %) , les fruits entières *Datura stramonium* (-16,087 %) et les feuilles et les fleurs entières de *Hyoscyamus muticus* (-0,136 % et -7,55 %) vis-à-vis des individus qui ont été plus remarquées que celui enregistrés pour les autres extraits, cette augmentation de poids est due à la présence de l'humidité exprimée par l'augmentation de la teneur en eau pendant cette période de plantation réhumidification des pièces de bois sous le sol et la non dégradation de bois.

D'après nos résultats obtenus dans le criblage phytochimique des plantes toxiques nous avons trouvés que ce test montre la présence des **saponosides**, **flavonoïdes**, des **stéroïdes**, des **stérols insaturés**, **terpènes** et une teneur assez importante en **alcaloïdes** dans toutes les parties des plantes testées, ainsi la présence des stérols insaturés, **cardinolides** et des **tanins** dans certaines parties des plantes.

En corrélation, les termites traités sont plus sensibles aux extraits de plantes toxiques, ces plantes ont été plus efficaces, ils peuvent être sans doute attribués à la présence dans leurs extraits des substances bioactifs particulièrement toxiques pour la vie des termites.

Nous pouvons dire aussi que selon la variation des taux des mortalités, l'évaluation des **TL₅₀** des extraits des plantes et le test de plantation, l'étude de la toxicité des plantes spontanées toxiques ou médicinales vis-à-vis les individus (ouvriers) adultes révèle la présence des substances qui inhibent ou diminuent la prise de nourriture (cellulose de bois) chez les termites, et qui affecte directement la physiologie de l'insecte, sa digestion de la cellulose et son mouvement sur le support qui est le bois, cette activité est expliquée selon plusieurs auteurs comme suit :

Généralement les termites vivent en société, des individus de formes différentes sont aperçus dans les colonies, il s'agit de polymorphisme et de caste. Chaque caste remplit une fonction précise. La caste des ouvriers (**représentant environ 90 % de la population de la colonie**) qui est responsable de la récolte des aliments et de l'entretien de la termitière,

Selon la littérature on les compare comme des ruminants, les termites ouvriers sont des insectes qui possèdent dans leur appareil digestif une flore bénéfique des micro-organismes capables de découper la macromolécule de cellulose en molécules plus simples assimilables. Cependant, les termites n'hébergent pas ce genre de micro-organismes... Comment font-ils alors ? Ils mâchent et avalent la cellulose puis l'expulsent assez vite par l'anus dans le substrat d'enrobage. Ces pseudo fèces sont ensuite tassées en petites formations spongieuses de la taille d'une très petite tomate que l'on appelle « meules à champignons » : c'est sur elles que va croître le mycélium d'un champignon du genre *Termitomyces*. Ce champignon dégrade progressivement la cellulose en molécules plus simples et produit un compost fongique assimilable par les termites. Ces derniers mangent ensuite la meule (**Kamil, 2008**).

Donc en présence de substances inhibitrices qui se trouvent dans les extraits tous ce phénomène sera arrêté par un mécanisme biochimique ce qui provoque la répulsion et l'arrêt de l'installation de ouvriers dévoreurs de bois.

En outre la sensibilité de la cellulose à l'hydrolyse enzymatique dépend de trois caractéristiques qui dérivent de l'état du substrat : **le degré de polymérisation, le degré de**

crystallinité et **la surface spécifique accessible aux enzymes** (Sinitsyn et al., 1989). Chez les insectes, le broyage effectué par les mandibules et la grande alcalinité de l'intestin moyen de beaucoup d'espèces entraînent la levée de ces obstacles de digestion de la cellulose ingérée (Martin, 1991 ; Martin, 1978). La caractérisation des enzymes assurant la digestion de la cellulose est très complexe à cause de la diversité d'origine de celles présentes dans l'intestin des insectes. En effet, les enzymes des tubes digestifs ne sont pas toutes secrétées par les insectes eux-mêmes. La plupart d'entre elles sont produites par des microorganismes symbiotiques qui sont des protozoaires, des bactéries et des champignons (Martin, 1983).

Malgré le caractère homogène de la cellulose, plusieurs familles d'enzymes regroupées sous le terme de **cellulases**, interviennent dans sa dégradation. Ces enzymes sont secrétées sous la forme d'un complexe **cellulasique** qui renferme trois principaux types d'activités enzymatiques que l'on différencie selon leur mode d'action et leur substrat préférentiel. Ce sont : **l'endo- α -D-glucanase ; l'exo- α -D-glucanase ; la α -glucosidase** (Martin, 1991).

En présence de l'extrait ces activités biologiques et physiologiques sont influencées par des molécules phytochimiques qui exercent l'effet répulsif.

Et lorsque le choix se présente, dans cette étude **les plantes toxiques ont présenté** une efficacité sur les termites et les morceaux de bois à blanc témoins et traités par les extraits de plantes qui sont visités par les ouvriers termites comme le montre le plaquage de terre mais un ensemble des morceaux de bois n'a pas été consommés par les termites, l'inhibition de la prise alimentaire par l'extrait s'exerce aussi bien sur la consommation de la cellulose.

Non seulement sur les insectes nuisibles, les plantes toxiques de la région du sud-ouest algérien ont un effet très significatif sur le développement de l'agent causal de la maladie de fusariose du palmier dattier *Fusarium oxysporum f. sp. Albedinis* celui-ci est rapporté dans l'étude de l'activité antifongique des extraits de plantes spontanées (Boulenouar et al, 2012).

Dans ce contexte les résultats obtenus d'après nos essais révèlent que :

Tous les extraits aqueux (des feuilles et tiges) des plantes utilisées aient un effet répulsif sur l'espèce utilisé.

Nous avons aussi pu sélectionner l'action rapide des extraits qui ont donné une rapidité de répulsion (l'extrait de feuilles de ***Calotropis procerae*** a montré une diminution de perte en masse présentée par un taux de **0.03% contre 50.33%** de perte dans l'échantillon témoin. Pour l'extrait des tiges une diminution totale de perte en masse contre **52.93 %** du témoin, autrement *l'Hyscayamus miticus* s'est montré actif par une diminution totale de perte pour l'extrait de feuilles et 1.71% pour l'échantillon traité par l'extrait de tiges.

(Badshah et al., 2004) a rapporté des valeurs très intéressantes sur des termites de genre

Heterotermes et **Coptotermes** en utilisant différentes doses des extraits aqueux de feuilles et des fleurs de *Calotropis procera* rapportant que la substance toxique se concentre dans le latex qui se trouvent dans les tiges de la plante et dans les fleurs.

Ceci nous donne l'idée de substituer les insecticides chimiques dans le domaine de la lutte préventive contre les insectes nuisibles par des bioproduits à base des tige et fleurs.

Sous le phénomène de *l'allelopatie* ou *l'allelochimie*, les plantes se défendent par divers moyens physiques et chimiques en synthétisant des métabolites secondaires extraordinairement diversifiés. Ces derniers sont souvent connus pour leur toxicité pour les herbivores, et ils affectent profondément le comportement des insectes phytophages et xylophages. Les molécules du métabolisme secondaire des plantes appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les stéroïdes (Benayad, 2008).

D'après (Oued El Hadj, 2006) il a été constaté dans une étude appliquée sur le criquet qu'un noircissement de la face ventrale chez les individus traités par les extraits des plantes à effet répulsif, quelques heures après la mort des insectes, qui semble être lié vraisemblablement aux réactions enzymatiques suite à l'action de la toxine qui se trouve dans l'extrait.

Conclusion.

Concernant l'effet insecticide de ces substances naturelles le suivi au cours du temps de la consommation du bois chez les termites adultes a montré un effet anti appétant et répulsif, une diminution de consommation du bois est observée.

Les résultats obtenus pour les extraits aqueux des parties des plantes ont montré un effet insecticide important. L'activité insecticide de *Hyoscyamus muticus* et *Datura stramonium* ainsi *Pelgularia tomentosa* n'a pas été rapporté dans la littérature. Par ailleurs l'effet insecticide de *Calotropis procera* est connu depuis longtemps, Selon (Abbassi et al., 2004) elle est connue par son action antibiotique, antifongique analgésique et traite la lèpre et les callosités. Elle est aussi utilisée comme bio-insecticide (Abbassi et al., 2004 ; Verma et al., 2009) ont signalé que l'extrait d'alcaloïdes des feuilles jeunes de *Calotropis procera* s'est révélé anti-appétant, toxique et anti-fertilisant pour *Schistocerca gregaria* et même sur les termites, ces composés naturels pourraient constituer la base pour la synthèse de molécules en meilleure harmonie avec l'environnement.

Le criblage phytochimique des extraits nous montre une richesse en alcaloïdes et flavonoïdes des parties utilisées.

Ces derniers provoquent de profondes perturbations physiologiques sont dues à l'action des alcaloïdes de la plante, dont les précurseurs sont des histamines, Celles-ci se manifestent par des troubles de l'équilibre et des mouvements convulsifs. Ces manifestations sous-tendent des altérations du système nerveux des individus. L'action neurotoxique et organohalogène de ces alcaloïdes a été déjà observée chez les vertébrés **(Boue et Raina, 2003 ; Abbassi et al., 2004)**

Autrement, nous signalons que les facteurs très sévères sont le responsable majeur qui rend les plantes capables à synthétiser des molécules biochimiques à effets *bio-actifs* non seulement pour se défendre mais aussi pour s'adapter au milieu aride.

D'après nos analyses les plantes étudiées ont montré une richesse importante en substances répulsives contre les insectes et les ravageurs tels que les alcaloïdes et Flavonoïdes.

Les résultats obtenus pour les extraits des parties des plantes telles que *Hyoscyamus muticus* (feuilles), *Calotropis procera* (tiges et feuilles) et *Pergularia tomentosa* (tiges) ont montré un effet insecticide important qui est traduit par un effet répulsif conduisant à une diminution de la perte en masse de bois exprimée avec un taux de perte en masse entre **0,034 à 1,715%** pour l'extrait bioactif de feuille et tiges des deux plantes *Calotropis procera* et *Hyoscyamus muticus*.

En fin et comme perspective, un complément d'études devrait être effectuer pour préciser les conditions de culture du *Calotropis*, pour avoir une meilleure connaissance des effets anti-termite du latex, pour augmenter les rendements en latex par l'amélioration des techniques d'extraction et identification des composés actifs sur le termite, sur les capacités de formulations et sur les facteurs qui peuvent compromettre leur efficacité sur le terrain sont à évaluer en milieu naturel, ceci nous le voyons très favorable pour protéger les plantes dans leur milieu naturel et de concentrer la multiplication dans ces milieux délicats.

Bien que moins actif que les insecticides vendus sur le commerce comme anti-termite les extraits naturels des plantes spontanées peuvent être une solution meilleure et non destructive de l'équilibre écologique et dynamique à la place des pesticides dans la lutte contre les termites.

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Conclusion générale

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Au terme de collaboration entre le Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique (**Université TAHRI Mohammed de Bechar**) et Le Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi Arides (**Université KASDI Merbah de Ouargla**), pour la valorisation des plantes médicinales et/ou toxiques sahariennes, **neuf plantes spontanées** de la région de sud-Ouest Algérien ont été investiguées au plan **IN-VITRO** et **IN-VIVO** : ***Calotropis procera***, ***Datura stramonium***, ***Hyoscyamus muticus***, ***Pergularia tomentosa***, ***Acacia raddiana***, ***Anabasis aretoïdes***, ***Limoniastrum feei***, ***Launeae arborescens*** et ***Launeae nudicaulis***.

Notre étude s'intéresse à la recherche des substances bioactives à intérêt termicide sur ***Anacanthothermes ochracus***, via l'évaluation de l'effet bioinsecticides de ces plantes. Cette recherche consistait principalement une stratégie classique.

Le criblage phytochimique montre la présence des *saponosides*, *flavonoïdes*, des *stéroïdes*, des *stérols insaturés* et *terpènes* et des *alcaloïdes* dans toutes les parties des plantes toxiques testées : ***Calotropis procera***, ***Pergularia tomentosa***, ***Datura stramonium***, et ***Hyoscyamus muticus***, ainsi la présence des *stérols insaturés*, *cardinolides* et des *tanins* dans certaines parties.

Les tests antitermitiques, montrent que toutes les concentrations ont révélés un test de toxicité efficace et d'après les résultats obtenus de traitement par des extraits aqueux des feuilles, tiges et fruits de ***Calotropis procera***, feuilles, tiges et fruits de ***Datura stramonium*** et des feuilles, tiges et fleurs entières de ***Hyoscyamus muticus***, feuilles et tiges de ***Pergularia tomentosa***, et aussi les extraits aqueux des parties aériennes de ***l'Acacia raddiana***, ***Anabasis aretoïdes***, ***Limoniastrum feei***, ***Launea arborescens*** et ***Launea nudicaulis*** qui ont présenté une activité insecticide sur les individus traité de ***l'Anacanthothermes ochracus***.

Dans le essais *in-vitro*, les résultats, bien que préliminaires, témoignent la très bonne activité bio-insecticide des extraits aqueux des poudres végétales, parmi plusieurs extraits testés des parties des plantes spontanées des zones arides.

Les extraits constituent des biocides prometteux pour la lutte contre les ouvriers des termites de genre *Anacanthothermes* spécifiquement l'extrait des feuilles et tiges de ***Calotropis procera*** (5%) avec des TL_{50} qui égal à (54, 24 min ; 58, 54 min) respectivement, les feuilles de ***Pergularia tomentosa*** (4%) avec un TL_{50} = 94,97 min, les tiges de ***Calotropis procera*** (3%) avec un TL_{50} = 102,68 min, les fruits entiers de ***Datura stramonium*** (3%) avec un TL_{50} = 161,78 min et enfin les tiges de ***Calotropis procera*** (2%) avec 234,69 min, ainsi les feuilles de ***Hyoscyamus muticus*** (2%) avec de TL_{50} = 238,49 min. Ils ont été efficaces avec un effet important sur les individus traités, avec de TL_{50} plus court par rapport aux autres extraits de plantes.

Pour le 2^{ème} essai de traitement *in-vivo en utilisant les Marcs sur les pièces de bois*, nous avons remarqué des taux d'une forte diminution de perte de poids dans les échantillons traités par les Marcs des extraits aqueux des feuilles, tiges et fruits de ***Calotropis procera*** (0,034 %, -3,142 % et -2,39%) respectivement. Les feuilles, les tiges et fruits entiers de ***Datura stramonium*** (1,290%, 2,724%, -16,087%) respectivement. Ainsi que les feuilles, tiges et fleurs entières de ***Hyoscyamus muticus*** (-0,136% 1,715%, -7,55%) en outre les tiges de ***Pergularia tomentosa*** montrent un taux de perte (-4,396%).

Nous évoquons que cette étude de la toxicité comparée des extraits des plantes spontanées toxiques ou médicinales vis-à-vis les individus (*ouvriers*) adultes révèle la présence des substances et molécules qui inhibent ou diminuent la prise de nourriture chez les termites. Les plantes toxiques sont avérées efficaces contre des termites. Bien que ces plantes n'aient pas été aussi efficaces que le produit chimique mais ils sont non-toxiques sur l'environnement, biodégradable et renouvelable. Les extraits de la plante pourraient être exploités pour développer de nouveaux moyens doux de la chimie verte pour la préservation de bois et pour protéger les structures en bois, les récoltes agricoles, les plantes et les arbres dans leurs milieux naturelles, car ils sont moins nocifs à l'environnement et aux humains.

Nous avons complété l'étude *In Vitro* par des tests sur l'insecte en utilisant quatre extraits de plantes aromatiques à savoir : ***Warionia Saharæ***, ***Anvillea raddiata***, ***Launeae arborescence*** et ***Bubonium graveolens*** qui repoussent spontanément dans la station zoologique expérimentale.

Les résultats ont montré que :

- Les insectes sont révélés très sensibles aux tests biologiques,
- Les extraits de quatre plantes originaires de la station expérimentale fortement infectée qui sont utilisées dans le second test *in-vitro* ont montré un effet bio-insecticide très intéressant qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition, le type d'extrait et l'espèce de l'insecte.
- Les meilleures valeurs de concentration létale de mortalité de (50%) des individus traités par l'extrait aqueux de la plante médicinale de la région *Launeae arborescence* ont été à l'ordre de (1,554 %), alors que les meilleures valeurs de concentration létale de mortalité de 90% des individus traités après (360,00) Minutes d'exposition s'élève à 12.844 %. Le temps léthal de mortalité des individus traités à une dose de 40% révèle une valeur de (97,128) Minutes pour (50%) de mortalité et (291,379) Minutes pour une mortalité de (90%).

- Les meilleures valeurs de concentration létale CL_{50} de mortalité de 50% des individus traités par l'extrait aqueux de la plante endémique de la région *Warionia Saharae* ont été à l'ordre de **(9,152 %)**, alors que Les meilleures valeurs de concentration létale de mortalité de 90% des individus traités après **(360,00) Minutes** d'exposition s'élève à **(40,739 %)**. Le temps léthal de mortalité des individus traités à une dose de 40% révèle une valeur de **(348,788) Minutes** pour **(50%)** de mortalité et **(778,423) Minutes** pour une mortalité de **(90%)**.

L'effort considérable de valorisation de ces plantes doit être poursuivi par d'autres travaux de recherches plus approfondies et pointues, car ils permettent de participer de façon déterminante et efficace à la connaissance de notre patrimoine végétal saharien intéressant. Dans ce contexte, Il serait très primordial :

- D'approfondir et de compléter cette étude dans un premier temps et la généraliser pour d'autres espèces de plantes.
- Un complément d'études devrait être effectué pour préciser les conditions de culture du *Calotropis*, pour avoir une meilleure connaissance des effets anti-termite du *latex*, pour augmenter les rendements en latex par l'amélioration des techniques d'extraction et identification des composés actifs sur le termite.
- Améliorer les capacités de formulations des produits actifs et les facteurs qui peuvent compromettre leur efficacité sur le terrain sont à évaluer en milieu naturel, ceci nous le voyons très favorable pour protéger les plantes dans leur milieu naturel et de concentrer la multiplication dans ces milieux délicats.
- D'élucider le mode d'action de ces substances sur la physiologie (système digestif, le système enzymatique de la biodégradation de la cellulose...).
- D'un point de vue pratique, il est important de tester les extraits des plantes et les substances pures en plein champ dans un milieu expérimental bien contrôlé afin d'évaluer leur efficacité dans le milieu naturel en interaction avec les facteurs biotiques et abiotiques et préparer leur exploitation en tant que *bio-pesticides* de remplacement.
- De réaliser l'étude de toxicité comparée sur les autres castes *du royaume* (soldats, individus reproducteurs sexués en visant le mode d'action des biomolécules sur les organes génitaux).
- En dernier lieu, il serait très important d'étendre les investigations à d'autres espèces de plantes pour voir les effets de ces *bio-pesticides* sur d'autres insectes nuisibles qui présentent des problèmes vis-à-vis notre vie et notre sécurité sanitaire.

❧ ❧❧ ❧❧ ❧❧ ❧❧ ❧❧ ❧

Références Bibliographiques

❧ ❧❧ ❧❧ ❧❧ ❧❧ ❧❧ ❧

Références Bibliographiques

1. **Abbassi K., Atay kadiri Z et Ghaout S. 2004.** Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775). *Zool. Baetica* . 15:153-16.
2. **Abbott W.S., 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide; *J. Ecological Entomol*, 18, 265-267.
3. **Abdou A et Soukaradji B. 2010.** Contribution a l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger. *CNEDD, PNUD* : 20-21
4. **Abe T., Bignell E.D.,et Higashi M., 2000.** Termites : Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology. *Kluwer Academic Publishers . Dordrecht*. P 466.
5. **Adams R.P., Mcdaniel C.A., Carter F. L., 1988.** Termiticidal activities in the heartwood, bark/sapwood and leaves of *Juniperus* species from the United States, *J. Bioch. Syst. and Ecol*, 16. P 453-456.
6. **Aïssata C., 2009.** Lutte contre *Sitophilus Oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium Castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. *Thèse doctorat. Université du Québec à Montréal*. P 154.
7. **Al-Sayeda H., 2007.** Transfert d'un insecticide systémique, l'imidaclopride, chez la tomate : implication du transport phloémien, *J.Qua Séc Alim*, thèse de doctorat, France.
8. **Andy Sheppard, 2004.** Lutte biologique et biodiversité et écologique en protection des plantes. *Compétence de la communauté scientifique*. p15.
9. **Aouinty B., Oufara S., Mellouki F et Mahari S. 2006.** Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 10 (2) : 67 – 71.
10. **Appert J., Deuse J., Coste R., 1982.** Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sous les tropiques. *Ed. Maisonneuve et La rose*, Paris, 420 p.
11. **Badshah H., Farmanullah Salihah Z., Saljoqi A., & Shakur M., 2004.** Toxic effects of ak (*Calotropis procera*) plant extracts against termites (*Heterotermes indicola* and *Coptotermes heimi*) (Isoptera: Rhinotermitidae). *Pakistan J. Biol. Sci.*, 7(9):1603-1606.
12. **Bagneres A. G., Riviere G., Cle- Ment J. L., 1998.** Artificial neural network modeling of caste odor discrimination based on cuticular hydrocarbons in termites, *J. Chemo. Ecol.*, 8 P 201-209.
13. **Balachowsky A. S., 1963.** Entomologie appliquée à l'agriculture, *tome I, vol. 2, paris, Masson*, 1391 p.
14. **Balansard, M. A. 1944.** Contribution à l'étude chimique du bulbe de *Dipcadi cowanii* (Ridl.) H. Perr. *Ann. Mus. colon. Marseille*. 2 (20).
15. **Barbouche N., Hajjem B., Lognay G., Ammar M. 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 5 (2) : 85–90.
16. **Belalia R., 2006.** Synthèse d'un biocide par modification chimique de chitosane : Préservation du bois, Préservation des aliments, (*Thèse de doctorat*), *L'université bordeaux école doctorale des sciences physiques et de l'ingénieur Et l'université Hassan II - Ain Chock Maroc*, P15 - 20.
17. **Belboukhari N., Cheriti A., 2005.** Antimicrobial activity of aerial part crude extracts from *Limoniastrum feei*. *Asian Journal of Plant Sciences*. 4(5): 496–498.
18. **Belboukhari N., Cheriti A., 2006.** Phytochemical investigation of the bioactive extract from *Launaea arborescens*. *Pak. J. Biol. Sci.*, vol. 9 (15) : 2930–2932.
19. **Belboukhari N., Cheriti A. 2007.** Flavonoids of *Limoniastrum feei*. *Research journal of Phytochemistry*. (2): 74-78.

Références Bibliographiques

20. **Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte Contre les ravageurs Des denrées alimentaires stockées, Université Mohammed V – Agdal, Rabat. p 3- 4.
21. **Betarbet R, Sherer TB, MacKenzie G, Garcia-Osuna M, Panov A V, Greenamyre IT 2000.** Chronic systematic pesticide exposure reproduces features of Parkinson's disease. *J. Nat Neurosci*, 3. P 1301-1306.
22. **Blackallil T. N., 2006.** Termites et fourmis Charpentières, BLDG. RfS, CIRAD, Les termites : ces découvreurs du bois, *Direction de l'innovation et de la communication*, P 01.
23. **Bloomquist J.R., 1996.** Ion channels as targets for insecticides. *J. Annu Rev Entomol*, 41. P 163-190.
24. **Bouchelta A., Boughdad A., Bienzar A., 2005.** Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoides extraits de *capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (homoptera: Aleyrodidae). *Biotechnolol Agron Soc Environ*; 9: 21-30.
25. **Boue S.M. & Raina A.K., 2003.** Effects of plant flavonoids on fecundity, survival, and feeding of the Formosan subterranean termite; *Journal of Chemical Ecology*, 29,11, 2575-2584.
26. **Boulénouar N., Marouf A., Cheriti A., and Belboukhari N., 2012.** Medicinal Plants Extracts as Source of Antifungal Agents against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albedinis*, *J. Agr. Sci. Tech.* 14, 659-669.
27. **Bourmita Y. Cheriti A. et Ould El Hadj M. D., 2010.** Note de toxicité : Cas d'insecticide naturel pour des termites sahariennes. *Annales de L'Université de Bechar*, N°7: 94-100.
28. **Bourmita Y., Cheriti A., Didi Ould El Hadj M., Mahmoudi K. and Belboukhari N., 2013.** Anti-termite Activity of Aqueous Extracts from Saharan Toxic Plants Against *Anacanthotermes ochraceus*. *Journal of Entomology*, 10: 207-213. DOI:[10.3923/je.2013.207.213](https://doi.org/10.3923/je.2013.207.213) URL: <http://scialert.net/abstract/?doi=je.2013.207.213>
29. **Bruneton J., 2003.** Pharmacognosie, Phytochimie et plantes médicinales. *Ed. Tec et Doc*, 3^{ème} éd., France, 191 p.
30. **Chararas C., 1989.** Attractions primaire et secondaire dans les écosystèmes stables de la forêt. In : Strebl G (coord.). *Les médiateurs chimiques*. J. Tee & Doc-Lavoisier, Paris, p.207-246.
31. **Cheng S.S., Chang H.T., Wu C.L et Chang S.T. 2007.** Anti-termite activities of essential oils from coniferous trees against *Coptotermes formosanus*. *Bioresource Technology* .98:456–459.
32. **Cheriti A. et Sekkoum K., 1995.** Phytochemical investigation of *Thymeleae Microphylla* growing in Algeria. *Acta Chim. Slov.*, 42: 373-374.
33. **Cheriti A., 2000.** Plantes médicinales de la région de Bechar, Sud-Ouest Algérien, *Rapport CRSTRA, Algerie* : 1-12.
34. **Cheriti A., 2002.** Rapport de la recherche sur les plantes médicinales du Sud Ouest Algérien ; Criblage Phytochimique & Evaluation Biologique ; *CRSTRA*, 1-17.
35. **Cheriti A., Belboukhari N. et Hacini S., 2004.** Ethnopharmacological Survey and Phytochemical Screening of Some Medicinal Plants of Algerian Sahara. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 3 : 51-60.
36. **Cheriti A., Belboukhari N., Sekkoum K. et Hacini S. 2006.** Plants of Algerian semi-aride region used for the treatment of gastro- intestinal disorders. *Journal Algerian des regions arides*. 05:06-10.
37. **Cheriti A., Belboukhari N. et Hacini S. 2005.** Phytochemical and antimicrobial screening of *Launea arborescens* (asteraceae). *International seminar on the valorization of arid medicinal plants*, Held in Ouargla, Algeria. p 12.
38. **Cheriti A., Rouissat A., Sekkoum et Balansard G., 1995.** Plantes de la pharmacopée traditionnelle dans la région d'El-Bayadh (Algérie), *Fitoterapia*, vol. LXVI , (6): 525-537.

Références Bibliographiques

39. Cheriti, A. Saad A., Belboukhari N., & Ghezali S. 2007. The essential oil composition of *Bubonium graveolens* (forsk) from Algerian Sahara ; *Flavour & Fragrance Journal*, 22: 286–288.
40. Christian C., 2002. Les insectes xylophages, *J. Pentol*, p.2.3.7.
41. Clement J. L., Bagnères. A. G., 1998. Nestmate recognition in termites. *J.Chemo. Ecol.*P 6-7.
42. Clément J.-L., 1978. Nouveaux critères taxonomiques dans le genre *Reticulitermes*, description de nouveaux taxons français. *Annales Société Entomologique de France*, 14 (2) : 131-141.
43. Clément J.-L., Bagnères A.-G., Uva P., Wilfert L., Quintana A., Reinhard J., Dronnet S., 2001. Biosystematics of *Reticulitermes* termites in Europe : morphological, chemical and molecular data. *Insectes Sociaux*, 48 : 202-215.
44. Colling C., 2002. Les insectes xylophages, *J. P. Entol.* p. 07.
45. Copping L.G., 2004: *The Manual of Biocontrol Agents*. BCPC (British Crop Protection Council), Alton, UK.
46. Cornelius M.L., Grace J.K., and Yates J.R., 1997. Toxicity of monoterpenoids and other natural products to the Formosan subterranean termite (*Isoptera: Rhinotermitidae*) ; *US patents number US1997049246*, 1997.
47. Crosby D.G.1966. Natural pest control agents. In *Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. Adv. Chem. Ser.* 53: 1-16.
48. Dajoz R., 1969. Les insecticides, *Presses universitaires de France*, Paris.
49. Dajoz R., 1998. Les insectes et la forêt. *Lavoisier, J. Tec & Doc*, p594.
50. Décolé S. B. N. 1999 ., Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. *Document de la Coopérative Autrichienne*. P 61.
51. Descoins C., Francois P., Rousel G., Trouve C., Joubert J.M., Mercier T., 2003. Les produits naturels : une chance à saisir. *J. Phytoma*, V 564. P 9-12.
52. Detmer V.J., (1976). Man's Plague 7 Insects and Agriculture. *The Darwin Press J. Inc., Prin- ceton*, New Jersey.
53. Dewick P. M., 2009. Medicinal natural products A biosynthetic approach, John Wiley & Sons Ltd, 3rd Ed, University of Nottingham. p 139.
54. Doolittle M., Raina A., Lax A. & Boopathy R., 2007. Effect of natural products on gut microbes in *Formosan subterranean* termite, *Coptotermes formosanus* ; *International Biodeterioration & Biodegradation*, 59, 69-71.
55. Dowdy, A.K. 1999.Mortality of red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to high temperature and diatomaceous earth combinations. *J. Stored Prod. Res.* 35, P. 175-182.
56. Dunkel F.V., Weaver D.K., Van Puelde L., 1990. Growth regulatory effects of Rwanda medicinal plant, *Tetradenia rip aria* (Hochst) COOD (Lamiaceae) on stored grain and bean insects. In: Fleurat-Lessard F & Ducom P (coord.). *Proceedings 5th International Working Conference on Stored-Products Protection* (vol. III), Bordeaux, p 1609-1618.
57. Eilenberg J., Hajek A., Lornier C., 2001. Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Ed BioControl*, 46. P 387-400.
58. Eilenberg J., Hokkanen H.M.T., 2006. (eds.) *An Ecological and Societal Approach to Biological Control*. Springer, J. Dordrecht, NL.
59. Elango G., Abdul Rahman A., Karamj C. Bagavan A. Abduz zahir A. Santhoshkumar T. Marimuth S., Velayutham K., Jayaseelan C., Vishnu Kirthi A. & Rajakumar G., 2012. Efficacy of medicinal plant extracts against Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*; *industrial corps and products journal*; 36, 524-530.
60. Eller F.J., Clausen C.A., Greenb Fet Taylor S.L. 2010. Taylora Critical fluid extraction of *Juniperus virginiana* L. and bioactivity of extracts against subterranean termites and wood-rot fungi. *Industrial Crops and Products* 32 (2010) 481–485.

Références Bibliographiques

61. El-Shawaf M., Bekhit M.M., Hassan A. M., Elsaied F. M. et Masoud I. M. 2009. Use of rapid and issr markers for the identification of egyptian henbane (*hyoscyamus muticus* L.) Genotypes. *Egypt. J. Genet. Cytol.* 38: 17-28.
62. Ewart, D. M., 2000. Termite barriers for new construction in Australia (Isoptera), *Sociobiology* 37, 379–388.
63. Farshid F., 2005. Etude de la durabilité d'un composite multicouche en mélange de placages de durabilités variables. *Thèse de Doctorat. Université Montpellier II. France.* P246
64. Finney D. J., 1971. Probit Analysis, *Cambridge University Press, Cambridge, UK*, 1971.
65. Fournier A., 2002. Les plantes toxiques, un danger potentiel pour votre bétail. Ed. Réseau agri. MAPAQ, *Direction régional du Centre-du-Québec* : 1-11.
66. Gemech M., 2007. Chemical study of anti-termite extract of saw Dust of *hagenia abyssinica*, *Addis Ababa University School of graduate studies*, P. 19-20.
67. Georghiou G.P., Ariaratnam V., Pasternak M.E et Lin C.S. 1975. *Organophosphorus multiresistance in Culex quinquefasciatus in California. J. Econ. Entomo.* 68 : 461–467.
68. Gillij, Y.G., Gleiser, R.M., & Zygadlo, J.A., 2008. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. *Bioresource Technology*; 99, 2507-2515.
69. Giridhar G., Vasudevan S., & Vasudevan P., 1988. Antitermites properties of *Calotropis* latex. *Pesticides*; 22, 31-33.
70. Grainge M., Ahmed S., 1988. *Handbook of plants with pest-control properties.* John Wiley, New York.
71. Guedegbe H. J., 2008. Diversité, Origine et Caractérisation de la Mycoflore des Meules de Macrotermitinae (Isoptera, Termitidae), *Université Paris Est école doctorale science de la vie et de la sante*, P. 6-7.
72. Guoyin K., Junfeng C., Li L., Genyu Z., Limin Z., Lei Z., Yuhui C. and Linxia Z., 2007. Molecular Cloning and Characterization of a New cdna Encoding Hyoscyamine 6 β -hydroxylase from Roots of *Anisodus acutangulus*, *J. Bio Mol Bio*, V. 40, N 5, China. p 715-722.
73. Haouas D., Guido F., Monia B.H-K. & Habib B.H.M., 2011. Identification of an insecticidal polyaceylene derivative from *Chrysanthemum macrotum* leaves; *industrial corps and products journal*; 34, 1128-1134.
74. Heat. H. S. et Ndiaye Abdoulaye B., 1996. Dégâts causés par les termites (Isoptera) sur les arbres fruitiers dans la région de Dakar (Sénégal), *J. Insectes sociaux*, vol 10, , p 111-117.
75. Hintz W., 2003. Working group Report of Biological Canadian Weed Science Society. Website: <http://w.vw.cwss-scm.ca/biologicalLcontrol.htrn>. En ligne le 12 novembre 2003.
76. Homathevi R., Tawata N., 2003. Isoptera (termite) (Adapted from inventory and collection). *Horticole Phm-Revue*, 2008. *Centre interrégional de conservation et restauration du patrimoine* N° 508. <http://www.rebeca.net.de/downloads/Risk%20assessment%20botanicals%20semiochemicals%20Minutes.pdf>. En ligne le 26 juillet 2007.
77. Ibrahim A. U, Hattem M., El-Shabrawi et Hanafy M. 2010. Impact of Culture Conditions on Alkaloid Production from Undifferentiated Cell Suspension Cultures of Egyptian Henbane. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.* 4(10): 4717-4725.
78. Ibrahim A.I., Abd El Kawi M., Nower A., Abdel Motaal A et Abd El Aal A. 2009. Alkaloid Production and Organogenesis from Callus of *Hyoscyamus muticus* L. In vitro . *Journal of Applied Sciences Research*. 5(1): 82-92.
79. Isman M., E., 1997. Neem insecticides. *J. Pesticide Outlook*, 8. p 32-38.
80. Isman M.B., 2005. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *J. Annu Rev Entomol*, 50. p 45-66.

Références Bibliographiques

81. **Jacobson M., 1989.** Botanical pesticides. Past, present and future. *In*: Amason IT, Philogene BJR, Morand P. *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society Symposium Series n° 387, Washington DC, p 1-8.
82. **Jembere B., Getahun D., Negash M. & Sevoum E., 2005.** Toxicity of Birbira (*Milletia ferruginea*) seed crude extracts to some insect pests as compared to other botanical and synthetic insecticides ; *11th NAPRECA (Natural Products and Drug Delivery) Symposium Book of Proceeding, Astanarivo, Madagascar, pp. 88-96.*
83. **Jequel M., 2010.** Protection des constructions neuves contre les termites : les systèmes de protection à l'interface sol-bâti *Copyright, 3ème édition, Institut Technologique FCBA, P. 3-4.*
84. **Jiang K., Pia Y., Huang A Z., Hou A R., Zhang A., Lin A J., Sun A X et Tang. K. 2009.** Molecular Cloning and mRNA Expression Profiling of the First Specific Jasmonate Biosynthetic Pathway Gene Allene Oxide Synthase from *Hyoscyamus niger*. *Russian Journal of Genetics.* 45(4): 430–439.
85. **Julie M., 2011.** Termites. *ABDO Publishing Company. United States of America.* ISBN 978-1-61613-488-4. P 7.
86. **Kabore Z. C.1995.** Composition chimique et valeur nutritive des herbacées et ligneux des pâturages naturels soudaniens et des sous-produits au Burkina Faso. *Thèse de Doctorat. Université d'Ouagadougou. Burkina Faso.* P 224.
87. **Kamil F., 2008.** La termitière, Poumon de la société des termites, *découverte* N° 354.
88. **Kang H.Y., Matsushima N., Sameshima K., Takamura N., 1990.** Termite resistance tests of hardwoods of *Kochi* growth I. The strong termiticidal activity of kagonoki (*Litsea coreana* Léveillé). *Mokuzai Gakkaishi*; 36, 78-84.
89. **Kleeberg H., 2004.** Neem Based Products: Registration Requirements, Regulatory Processes and Global Implications *in* Koul O. and Wahab S. (eds) *Neem. Today and in the New Millennium*, Springer Netherlands, Dordrecht, p 109-123.
90. **Kleeberg H., 2006.** Demands for plants protection products - Risk assessment botanicals and semiochemicals *REBECA workshop, Brussels, 13-14 June 2006.*
91. **Kleeberg H., Ruch B., 2006.** Standardization of Neem-extracts, *Proceedings of International Neem Conference, Kunming, China, 11-15 November 2006*, p 1-11.
92. **Larson R.O., 1989.** The commercialization of neem. *In*: Jacobson M. *Focus on Phytochemical pesticides, vol. 1. The neem tree.* CRC Press, Boca Raton, FL, p 155-168.
93. **Lauwerys R., 1990.** *Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles*, Masson, Paris.
94. **Lee, B.H., Annis, P.C., & Tumaali, F., 2003.** The potential of *1,8-cineole* as a fumigant for stored wheat, *Proceedings of the Australian Post harvest Technical Conference, Canberra*; 230-234.
95. **Legendre Frédéric, Whiting Michael F., Bordereau Christian, Canello Eliana M., Evans Theodore A., Grandcolas Philippe, 2008.** The phylogeny of termites (*Dictyoptera: Isoptera*) based on mitochondrial and nuclear markers: Implications for the evolution of the worker and pseudergate castes, and foraging behaviors, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Volume 48, Issue 2, Pages 615-627, ISSN 1055-7903, <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.04.017>.
96. **Lenz M., Schafe. B., Runko S., Glossop L., 1997.** The concrete slab as part of a termite barrier system: response of Australian subterranean termites to cracks of different width in concrete, *J. Sociobiology* 30, p 103–118.
97. **Lewis V. R.1997.** Alternative Control Strategies for Termites. *Journal of Agricultural Entomology.* 14 :291-307.
98. **Logan J.W.M., Cowie R. H., Wood. T.G., 1990.** Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical method: a review, *J. Bull. Entomol, Res*, 80 P 309-330. *In* : Heat. H.S

Références Bibliographiques

- et Ndiaye Abdoulaye B., 1996. Dégâts causés par les termites (Isoptera) sur les arbres fruitiers dans la région de Dakar (Sénégal), *Insectes sociaux*, vol 10, p 111-117.
99. **Logan J.W.M., Cowie R.H. & Wood T.G., 1990a.** Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review; *Bull. Entomol. Res*; 80,309-330.
100. **Logan J.W.M., El Bakri A., 1990b.** Termite damage to date palms (*Phoenix dactylifera L.*) in northern Sudan with particular reference to the Dongola district; *Trop Sci*; 30, 95-108.
101. **Maodo Ba E.H. 2008.** *Etude des propriétés biomécaniques et de la capacité de vie symbiotique des racines d'arbres d'Acacia Sénégal Willd et de Prosopis juliflora DC. Thèse de doctorat. Université Bordeaux I. France.*
102. **Marc Jquel; 2011.** Guide « Protection des constructions neuves contre les termites : les systèmes de protection à l'interface sol/bâti (5ème édition : avril 2011) » (FCBA).
103. **Masurel Emilie C. T. 2007.** Contribution à l'étude de la contamination de l'ensilage de maïs par des adventices toxiques : conséquences pratiques chez les bovins. *Thèse doctorat. Université Paul-Sabatier de Toulouse. France.* P108.
104. **Matsumura F., 1975.** Toxicology of insecticides. *Plenum Press, New York.*
105. **Mengistu G. 2007.** Chemical study of anti-termite extract of saw dust of *hagenia abyssinica*. *Université d'Addis Ababa.* P.47.
106. **Mora P., Miambi E., Jimenez J. J., Decaens T. et Rouland C., 2005.** Functional complement of biogenic structures produced by earthworms, termites and ants in the neotropical savannas, *J. Soil Biology & Biochemistry*, 37 P 1043–1048.
107. **Mouffok B., 2008.** Raffy E., Urruty N., Zicola J., Le Neem, Un Insecticide biologique efficace, *Université Paul Sabatier IUT, France.* P 2-3.
108. **Mouras S., Beauchene J. et Langbour P., 2001.** Forêt Programme Bois Guyane, CIRAD, Pp. 05-06.
109. **Nakakita H., Winks R. G., 1981.** Phosphine resistance in immature stages of a laboratory selected strain of *Tribolium castanum* (Herbst), *J. of Stored Prod. Resea*, 17 P 43-52.
110. **Noirot C., 1969.** Glands and secretions. Biology of Termites. Vol. 1. *New York, États-Unis, Academic Press*, P 223-282.
111. **Ohmura W., Doi S. Aoyama M. & Ohara S., 2000.** Antifeedant activity of flavonoids and related compounds against the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki ; *journal of wood science* , 46.2, 149-153.
112. **Osipitan A.A. and oseymi A.E., 2012.** Evaluation of the bio-insecticidal potential of some tropical plant extracts against termite (Termitidae : Isoptera) in Ogun State, Nigeria ; *journal of Entomology* 9(5)257-265.
113. **Oueld El Hadj M D., Tankari Dab Badjo A., Halouane F et Doumandji S. 2006.** Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocera gregaria*, forsb., 1775 (Orthoptera- Cyrtacanthacridinae). *Sécheresse*. 17(3) :407-414.
114. **Ould El Hadj M. D., Tankari Dan-Badjo A., Halouane F., 2003.** Etude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocera gregaria* forskal, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae). *Courrier du savoir*, 3 : 81-86.
115. **Pesson P., 1990.** Protection des cultures de la Révolution à nos jours : de l'empirisme à l'organisation de la lutte intégrée, in Académie de l'Agriculture (ed), *Deux siècles de progrès pour l'agriculture et l'alimentation (1789-1989)*, Tee & Doc-Lavoisier, Paris, p 169-190.
116. **Rahmani A., 2010.** Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica m.*) Dans la région de Batna : cas de la cédraie de Belezma. mémoire de magistère). *Université El-Hadj Lakhdar - Batna.* P. 90.

Références Bibliographiques

117. Rebeca A., 2007. Regulation of Biocontrol agents. <http://www.rebeca.net.de> (visite le 26 juillet 2007).
118. Regnault C. R, Philogène B. J. R., et Vientcent C., 2008. Biopesticides d'origine végétale. *Ed. Tech. et Doc. Lavoisier, Paris*, 546 p.
119. Regnault-Roger C, Silvy C, Alabouvette C. 2005a. Biopesticides: réalités et perspectives commerciales. In: Regnault-Roger C (coord.) *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et L'environnement. Tec & Doc-Lavoisier, Paris*, p 849-880.
120. Regnault-Roger C., 1999. Diversification des stratégies de Protection des plantes : intérêt des monoterpènes. *Acta Bot. Gallica*, 146. p 35-43.
121. Regnault-Roger C., 2005b. Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : *nature, rôle et bilan de leur utilisation au xx- siècle*. In : Regnault-Roger C., Caupin H.J., 1994. Compositions insecticides à base d'un décylnate de méthyle, brevet FR 94.07237 du 14.06.94.
122. Regnault-Roger C., Philogene B.J.R., 2005c. Evolution des insecticides organiques de synthèse. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. *Edition TEC et DOC. Paris, P 20-43*.
123. Rouland, 1994. Les mécanismes de production du méthane par les termites en forêt tropicale. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, 23 P 57-62.
124. Rudman P. & Gay F.J., 1963. The Causes of Natural Durability in Timber; *Holzforschung - International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood*. 15. 2, 50-53, ISSN (Online) 1437-434X, ISSN (Print) 0018-3830.
125. Sabine C., Claudette B., Sylvie M., Anne M et Monique M. 2003. Intoxication volontaire par une tisane de feuilles de Datura. *Toxicol Anal*. 15(4): 287-291.
126. Sakasegawa M., Hori K. & Yatagi M., 2003. Composition and anti-termite activities of essential oils and *Melaleuca* species; *Journal of Wood Science*, 49,181-187, ISSN 1435-0211.
127. Salihah Z., Khatoon R., Alamzeb A. and Sattar A., 1993. A termite trap capturing of large number of field population of *Hetrotermes indicola*. *Proc. Pak. Cong., Zool.*, 13: 395-400.
128. Sarr M., 1999. Étude écologique des peuplements des termites dans les jachères et dans les cultures en zone Soudano-sahélienne, au Sénégal (*Thèse de doctorat*). *Université Cheikh Anta Diop Dakar*. P 2-13.
129. Schmutterer H., 1992. Higher plants as sources of novel pesticides. In: Otto D, Weber B. *Insecticides.' mechanism of action and resistance*. Intercept Ltd Andover, UK, p 3-15.
130. Sekkoum K., Cheriti A., Taleb S, Bourmita Y. et Belboukhari N., 2011. Traditional Phytotherapy for Urinary Diseases in Bechar District (South-West of Algeria). *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10 (8): 2616-2622.
131. Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Lisman U., Pissarev V., J. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four majors stored-products insects. *J Chem Ecol*, 173 . p 499-504.
132. Sinegre G., Jilien J.L et Gaven B. 1977. *Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de Culex pipiens (L.) dans le Midi de la France*. *Parasitologia* 19 (1/2): 79-94.
133. Singh M., Lal K., Singh S.B., & Singh M., 2002. Effect of *Calotropis* (*Calotropis procera*) extract on infestation of termites (*Odontotermes obesus*) in sugarcane hybrid; *Indian J. Agric. Sci.*; 72,439-441.
134. Stansly P. A., Su N-Y., Conner J. M., 2000. Management of subterranean termites, *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in a citrus orchard with hexaflumuron bait. *J. Crop Protection* ; 20 P 199-206.

Références Bibliographiques

135. **Stéphane C., 2011.** Reglementation : insectes à larves xylophages et termites, où en est-on ? - CETE Ouest DDTM du Gard, p56.
136. **Strebler G., 1989.** Les médiateurs chimiques. *Tec & Doc-Lavoisier*, Paris.
137. **Surini T. 2009.** Analyse dynamique de la biodégradation du bois et des composites a base de bois et fibres végétales. *Thèse de doctorat. Université Bordeaux I. France.* P.171.
138. **Tanada Y., Kaya H.K., 1993.** Insect pathology. Academic Press Inc., New York.
139. **Tano Y., 1993.** Les termitières épigées d'un bassin versant en savane soudanienne : répartition et dynamique des nids, rôle sur les sols et la végétation. *Thèse d'Etat ès Sciences, Université Nationale de Côte d'Ivoire.* P 250 .
140. **Thacker J.M.R., 2002.** An Introduction to Arthropod Pest Control. *Cambridge University Press, Cambridge.*
141. **Trabi C. S., Konate S. et Tano Y., 2010.** Diversité et abondance des termites (Insecta : Isoptera) dans un gradient d'âge de paillis de cabosses (Oumé-Côte d'Ivoire), *J. of Ani. & Plant Sci.*, Vol. 6, Issue 3 p 685- 699.
142. **Tschirley F.H., 1979.** The role of pesticides in increasing agricultural production. *In: Sheets TJ, Pimentel D. J.Pesticides Contemporary roles in health and environment. Humana Press, Clifton, New Jersey.*
143. **UNESCO. 1960.** *Les plantes médicinales des régions arides.* Place de Fontenoy. Paris. P26.
144. **Verma M., Sharma S. et Prasad R., 2009.** Biological alternatives for termite control: A review. *J. Interl Biodete & Biodegr;* 63 p 959–972.
145. **Verma M., Sharma S., & Prasad R. 2009.** Biological alternatives for termite control, *International Biodeterioration & Biodegradation;* 63, 959-972.
146. **Viswanathan, G., Rao, S.J. and Chakravarthy, C. 1996.** Response of *Tribolium castaneum* to different colours of light during night and change in their intensities. *J .Insect Environment* 2, P 94.
147. **Walling L.L., 2000.** The Myriad Plant Responses to Herbivores. *Plant Growth Regul*, 19. P 195-216.
148. **Ware G.W., 1991.** Fundamentals of pesticides. A self-instruction guide, 3rd. 'Thomson Publ. Fresno, CA.
149. **Weinzeirl R., 1998.** Botanicals insecticides, soaps and oils *In: Recgcigl JE and Rechcigl NA (eds.), Biological, biotechnological control of insect pests, Lewis Publ, Boca Raton, FL, P 101-12.*
150. **Whittaker R.H., 1970.** The biochemical ecology of higher plants. *In: Sondheimer E, Simeone JB (eds). Chemical Ecology.* Academic Press, New York, P 43-70.
151. **Yamada, Y. et Hashimoto T. 1982.** Production of tropane alkaloids in cultured cells of *Hyoscyamus niger*. *Plant Cell. Reports.* 1: 101-103.

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃ

Annexes

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃ

Annexes

Annexe 1 : la table des probits.

Table des probits (Y ou Y') et des valeurs de $A = (Y' - \frac{P}{Z})$; $B = \frac{1}{Z}$ et $w = \frac{Z^2}{P \cdot Q}$

Pourcentage p(ou P)	Probit Y (ou Y')	$A = Y' - \frac{P}{Z}$	$B = \frac{1}{Z}$	$w = \frac{Z^2}{P \cdot Q}$
0,5	2,424	2,078	69,25	0,042
1	2,676	2,3	37,5	0,072
1,5	2,830	2,434	26,4	0,0975
2	2,946	2,534	20,6	0,1195
2,5	3,040	2,613	17,15	0,140
3	3,119	2,679	14,76	0,159
3,5	3,188	2,736	12,96	0,177
4	3,249	2,786	11,59	0,193
4,5	3,305	2,831	10,55	0,2085
5	<u>3,355</u>	2,870	9,70	0,223
5,5	3,402	2,908	8,99	0,238
6	3,445	2,942	8,38	0,251
6,5	3,486	2,974	7,89	0,265
7	3,524	3,003	7,46	0,277
7,5	3,560	3,031	7,08	0,288
8	3,595	3,057	6,73	0,3005
8,5	3,628	3,082	6,42	0,3115
9	3,659	3,105	6,15	0,322
9,5	3,689	3,127	5,91	0,332
10	<u>3,718</u>	3,148	5,70	0,342
10,5	3,746	3,168	5,50	0,352
11	3,773	3,187	5,32	0,361
11,5	3,799	3,206	5,16	0,3695
12	3,825	3,225	5,005	0,3785
12,5	3,850	3,242	4,86	0,387
13	3,874	3,259	4,73	0,3955
13,5	3,897	3,275	4,605	0,4035
14	3,920	3,290	4,49	0,4112
14,5	3,942	3,306	4,39	0,419
15	<u>3,964</u>	3,320	4,292	0,4262
15,5	3,985	3,334	4,195	0,433
16	4,006	3,348	4,107	0,440
16,5	4,026	3,361	4,022	0,447
17	4,046	3,374	3,945	0,4535
17,5	4,066	3,387	3,87	0,46
18	4,085	3,399	3,81	0,4665
18,5	4,104	3,411	3,745	0,4725
19	4,122	3,422	3,685	0,4785
19,5	4,140	3,433	3,625	0,484
20	<u>4,158</u>	3,444	3,57	0,4895

Annexes

Annexe 2 : la table des probits (la suite).

Table 2 (suite)

Pourcentage p(ou P)	Probit Y (ou Y')	$A = Y' - \frac{P}{Z}$	$B = \frac{1}{Z}$	$w = \frac{Z^2}{PQ}$
20,5	4,176	3,454	3,522	0,495
21	4,194	3,465	3,47	0,5007
21,5	4,211	3,475	3,425	0,506
22	4,228	3,485	3,38	0,511
22,5	4,245	3,494	3,337	0,5155
23	4,261	3,503	3,298	0,5205
23,5	4,278	3,512	3,259	0,525
24	4,294	3,521	3,222	0,5295
24,5	4,310	3,530	3,18	0,5340
25	4,326	3,539	3,143	0,5385
25,5	4,342	3,547	3,11	0,543
26	4,357	3,555	3,081	0,547
26,5	4,372	3,562	3,053	0,551
27	4,387	3,570	3,025	0,555
27,5	4,402	3,578	2,999	0,5585
28	4,417	3,586	2,972	0,562
28,5	4,432	3,593	2,947	0,5655
29	4,447	3,600	2,922	0,569
29,5	4,462	3,607	2,898	0,572
30	4,476	3,614	2,876	0,575
30,5	4,490	3,620	2,858	0,578
31	4,504	3,626	2,836	0,5819
31,5	4,518	3,632	2,816	0,5846
32	4,532	3,638	2,798	0,5873
32,5	4,546	3,644	2,779	0,5902
33	4,560	3,650	2,761	0,593
33,5	4,574	3,655	2,744	0,5957
34	4,587	3,660	2,729	0,5982
34,5	4,601	3,665	2,714	0,6007
35	4,615	3,670	2,699	0,6032
35,5	4,629	3,675	2,685	0,6056
36	4,642	3,679	2,672	0,6078
36,5	4,655	3,684	2,660	0,6097
37	4,668	3,688	2,648	0,6117
37,5	4,682	3,692	2,636	0,6137
38	4,695	3,696	2,626	0,6155
38,5	4,708	3,700	2,616	0,6172
39	4,721	3,704	2,607	0,6188
39,5	4,734	3,708	2,598	0,6204
40	4,747	3,712	2,59	0,6220
40,5	4,760	3,715	2,581	0,6234
41	4,773	3,718	2,573	0,6248
41,5	4,786	3,721	2,565	0,6261
42	4,798	3,724	2,558	0,6272
42,5	4,811	3,726	2,552	0,6284
43	4,824	3,729	2,546	0,6295
43,5	4,837	3,732	2,54	0,6305
44	4,849	3,734	2,535	0,6314
44,5	4,862	3,736	2,530	0,6322
45	4,874	3,738	2,526	0,6330

Annexes

Annexe 3 : la table des probits (la suite).

Table 2 (suite)

Pourcentage p(ou P)	Probit Y ou Y'	$A = Y' - \frac{P}{Z}$	$B = \frac{1}{Z}$	$w = \frac{Z^2}{P \cdot Q}$
45,5	4,887	3,7395	2,522	0,6337
46	4,900	3,741	2,519	0,6343
46,5	4,9125	3,7425	2,516	0,6348
47	4,925	3,744	2,514	0,6352
47,5	4,9375	3,745	2,512	0,6356
48	4,950	3,746	2,511	0,6359
48,5	4,9625	3,7465	2,510	0,6361
49	4,975	3,7467	2,509	0,6363
49,5	4,9875	3,7469	2,508	0,6365
50	<u>5</u>	3,747	2,507	0,6366
50,5	5,0125	3,7469	2,508	0,6365
51	5,025	3,7467	2,509	0,6363
51,5	5,0375	3,7465	2,510	0,6361
52	5,050	3,746	2,511	0,6359
52,5	5,0625	3,745	2,512	0,6356
53	5,075	3,744	2,514	0,6352
53,5	5,0875	3,742	2,516	0,6348
54	5,100	3,740	2,519	0,6343
54,5	5,113	3,738	2,522	0,6337
55	<u>5,126</u>	3,736	2,526	0,6330
55,5	5,138	3,734	2,530	0,6322
56	5,151	3,731	2,535	0,6314
56,5	5,163	3,728	2,540	0,6305
57	5,176	3,725	2,546	0,6295
57,5	5,189	3,722	2,552	0,6284
58	5,202	3,718	2,558	0,6272
58,5	5,214	3,714	2,565	0,6261
59	5,227	3,710	2,573	0,6248
59,5	5,240	3,705	2,581	0,6234
60	<u>5,253</u>	3,700	2,59	0,6220
60,5	5,266	3,695	2,596	0,6204
61	5,279	3,690	2,607	0,6188
61,5	5,292	3,684	2,616	0,6172
62	5,305	3,678	2,626	0,6155
62,5	5,318	3,672	2,636	0,6137
63	5,332	3,665	2,648	0,6117
63,5	5,345	3,657	2,660	0,6097
64	<u>5,358</u>	3,648	2,672	0,6078
64,5	5,371	3,640	2,685	0,6056
65	<u>5,385</u>	3,631	2,699	0,6032
65,5	5,399	3,621	2,714	0,6007
66	5,413	3,611	2,729	0,5982
66,5	5,426	3,600	2,744	0,5957
67	5,440	3,589	2,761	0,593
67,5	5,454	3,578	2,779	0,5902
68	5,468	3,566	2,798	0,5873

Annexes

Annexe 4 : la table des probits (la suite).

Table 2 (suite)

Pourcentage p(ou P)	Probit Y ou Y'	$A = Y' - \frac{P}{Z}$	$B = \frac{1}{Z}$	$w = \frac{Z^2}{P Q}$
68,5	5,482	3,554	2,816	0,5846
69	5,496	3,541	2,836	0,5819
69,5	5,510	3,527	2,856	0,578
70	<u>5,524</u>	3,512	2,876	0,575
70,5	5,5385	3,498	2,896	0,572
71	5,553	3,481	2,922	0,569
71,5	5,568	3,463	2,947	0,5655
72	5,583	3,444	2,972	0,562
72,5	5,598	3,425	2,999	0,5585
73	5,613	3,405	3,025	0,555
73,5	5,628	3,385	3,052	0,551
74	5,643	3,364	3,081	0,547
74,5	5,658	3,342	3,11	0,543
75	<u>5,674</u>	3,317	3,143	0,5385
75,5	5,690	3,291	3,18	0,534
76	5,706	3,26	3,222	0,5295
76,5	5,722	3,23	3,259	0,525
77	5,739	3,20	3,298	0,5205
77,5	5,755	3,17	3,337	0,5155
78	5,772	3,14	3,38	0,511
78,5	5,789	3,11	3,425	0,506
79	5,806	3,07	3,47	0,5007
79,5	5,824	3,03	3,522	0,495
80	<u>5,842</u>	2,99	3,57	0,4895
80,5	5,860	2,945	3,625	0,484
81	5,878	2,90	3,685	0,4785
81,5	5,896	2,85	3,745	0,4725
82	5,915	2,795	3,81	0,4665
82,5	5,934	2,74	3,87	0,460
83	5,954	2,678	3,945	0,4535
83,5	5,974	2,615	4,022	0,447
84	5,994	2,548	4,107	0,440
84,5	6,015	2,475	4,195	0,433
85	<u>6,036</u>	2,39	4,292	0,4262
85,5	6,058	2,305	4,39	0,419
86	6,080	2,215	4,49	0,4112
86,5	6,103	2,12	4,605	0,4035
87	6,126	2,02	4,73	0,3955
87,5	6,150	1,905	4,86	0,387
88	6,175	1,775	5,005	0,3785
88,5	6,201	1,638	5,16	0,3695
89	6,227	1,492	5,32	0,361
89,5	6,254	1,33	5,50	0,352
90	<u>6,282</u>	1,155	5,70	0,342
90,5	6,311	0,955	5,91	0,332
91	6,341	0,745	6,15	0,322
91,5	6,372	0,5	6,42	0,3115

Annexes

Annexe 5 : la table des probits (la suite).

Table 2 (suite)

Pourcentage p(ou P)	Probit Y ou Y'	$A = Y' - \frac{P}{Z}$	$B = \frac{1}{Z}$	$w = \frac{Z^2}{P Q}$
92	6,405	0,208	6,73	0,3005
92,5	6,440	0,100	7,08	0,288
93	6,476	- 0,450	7,46	0,277
93,5	6,514	- 0,850	7,89	0,265
94	6,555	- 1,330	8,38	0,251
94,5	6,598	- 1,890	8,99	0,238
95	6,645	- 2,600	9,70	0,223
95,5	6,695	- 3,37	10,55	0,2085
96	6,751	- 4,41	11,59	0,193
96,5	6,812	- 5,69	12,96	0,177
97	6,881	- 7,48	14,76	0,159
97,5	6,960	- 9,95	17,15	0,140
98	7,054	-13,18	20,6	0,1195
98,5	7,170	-18,95	26,4	0,0975
99	7,326	-29,9	37,5	0,072
99,5	7,576	-61,25	69,25	0,042

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Publications et communications

ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ

Cette Thèse à fait l'objet de publications internationales :

1. **BOURMITA Younes**, A. Cheriti, M. D. Ould El Hadj, K. Mahmoudi, N. Belboukhari (2013) "Antitermitic Activity of Aqueous Extracts from Saharan Toxic Plants Against *Anacanthotermes ochraceus*", *Journal of Entomology*, (2013),10 :1.48.
DOI: 10.3923/je.2013.207.213
<https://scialert.net/abstract/?doi=je.2013.207.213>
2. S. Rahmani, N. Belboukhari, A. Cheriti, **BOURMITA Younes**, M. D. Ould El Hadj, (2013): "Glucoside flavonoids from the antimicrobial extract of the Saharan medicinal plant *Limoniastrum feei*", ***BioChemistry : An Indian Journal***, 2013, 7.
<https://www.tsijournals.com/abstract/glucoside-flavonoids-from-the-antimicrobial-extract-of-the-saharan-medicinal-plant-limoniastrum-fee-1448.html>

Et des publications nationales :

1. **BOURMITA Younes**, Belboukhari Nasser, Cheriti Abdelkrim, Ould El Hadj Mohamed Didi : recherche préliminaire des sources végétales sahariennes a alcaloïdes pour usage bio-insecticides - ***Algerian Journal of Arid Environment*** Vol 3 No 1 (2013) : Vol. 3, n° 1, juin 2013 : 98-102.
<https://africaneditors.org/journal/AJAE/abstract/21822-219186>
2. **BOURMITA Younes**, Cheriti Abdelkrim & Didi Ould El Hadj Mohamed (2010), Note de toxicité : Cas d'insecticide naturel pour des termites sahariens, Vol.7, (2010) 94-100 An. Univ. Bechar, **ISSN :1112-6604**

Et plusieurs Communications internationales et nationales :



Journal of **Entomology**

ISSN 1812-5670



Academic
Journals Inc.

www.academicjournals.com

Anti-termite Activity of Aqueous Extracts from Saharan Toxic Plants Against *Anacanthotermes ochraceus*

^{1,2}Y. Bourmita, ¹A. Cheriti, ³M. Didi Ould El Hadj, ¹K. Mahmoudi and ²N. Belboukhari

¹Phytochemistry and Organic Synthesis Lab., ²Bioactive Molecules and Chiral Separation Lab., University of Bechar, P.O. Box 417, kenadza Street Bechar, Algeria

³Ecosystem Protection in Arid and Semi-arid Area Lab., University Kasdi Merbah Ouargla, Algeria

Corresponding Author: N. Belboukhari, Bioactive Molecules and Chiral Separation Laboratory, University of Bechar, P.O. Box 417, Kenadza Street Bechar, Algeria

ABSTRACT

In Algeria Sahara, *Anacanthotermes ochraceus* is among the most devastating termite pests, it cause great damage to house hold materials and agriculture in oasis. The objective of this study was to evaluate Saharan plants extracts for their termiticidal activities against *Anacanthotermes ochraceus* in a research programme for effective, environment and eco-friendly termite control agents. This study investigate, the anti-termite activity of aqueous extracts from different part of four Saharan plants (*Calotropis procera*, *Hyoscyamus muticus*, *Pergularia tomentosa* and *Datura stramonium*) against termite workers using direct contact application. All the crude extracts showed significant anti-termite activity in a different doses and the mortality, among various aqueous extracts were statistically different ($p < 0.05$). The highest termite mortality (50%) was found in leaves extract of *Calotropis procera*. This results is the first report on the search of termiticidal natural compounds extracts against the Saharan *Anacanthotermes ochraceus*, it can open the possibility of further investigations on eco-friendly termite control agents.

Key words: Termite, plants extract, *Anacanthotermes ochraceus*, TL_{50} , Algerian Sahara

INTRODUCTION

Termites are highly destructive insects; a termite can cause significant economic damages from paper fabrics to wood constructions. It also constitutes a serious menace to agriculture and forestry (Verma *et al.*, 2009). Although, termites are part of a long "Superorder" that includes cockroaches, they are classified separately in a group called "Isoptera" and a new family called "Termitidae". In another hand these pest insects are a large and diverse group consisting of over 2500 species worldwide (Elango *et al.*, 2012).

It is well know that excessive uses of pesticides for termites control is detrimental to environment and create several problems such as phytotoxicity, mammalian toxicity, insect resistance, pesticides residues in soil and water (Badshah *et al.*, 2004).

A great number of plants over 1000 species have been studied to search the insecticidal phyto-compounds from their leaves, stems, flowers, seeds and roots. However, only a few of them have been used for practical insect control on commercial scale in the past. The chemical poisons of plants are mostly alkaloids. Various Scientists have studied different plant extracts for their toxicity, attractancy and repellency in various natural products against different termites and insect spp. (Badshah *et al.*, 2004).

In fact, Natural anti-termite compounds may be very useful. They have different types of activity against different species of termites (Haouas *et al.*, 2011). Toxic plants constitute a source of many natural compounds presenting pesticidal activities (Sakasegawa *et al.*, 2003; Jembere *et al.*, 2005).

Due to the damage caused by the Saharan termite *Anacanthotermes ochraceus* to house hold materials and agriculture in oasis and in continuation of our research programme in the valorisation of Saharan plants. The objective of this study was to evaluate Saharan plants extracts for their termiticidal activities against *Anacanthotermes ochraceus* for the research of environment and eco-friendly termite control agents. Thus, this study focused on the anti-termite effect of aqueous extract from different part of four Algerian Sahara plants (*Calotropis procera*, *Hyoscyamus muticus*, *Pergularia tomentosa* and *Datura stramonium*) against *Anacanthotermes ochraceus* workers.

MATERIALS AND METHODS

Collection of insects, experimental and biological specimens: The termite species, *Anacanthotermes ochraceus* (F/Hodotermitidae, sub.F/Hodotermitinae: Isoptera) (Logan *et al.*, 1999; Logan and El-Bakri, 1990); were collected from infected logs found at the arid area of LAHMAR district, Bechar (31°56'0,01"N and 2°15'34,95"W) (Fig. 1). Using a trapping technic (Salihah *et al.*, 1998). The colony was reared in an incubator at 26±2°C, 75±5% Relative Humidity (RH). Water and newspaper were used as food source. After separating from soil and debris, they were identified with the help of the taxonomic keys used by the Research Center in Arid Areas Beni abbes, Bechar (Algeria).

Plant materials and extraction: Plants were collected in October 2010 from an experimental station of plant and zoological experiments near LAHMAR district (north of Bechar). The botanical



Fig. 1(a-f): Experimental station (natural colony of termite)

identification and voucher specimens were conserved at Phytochemistry and Organic Synthesis Laboratory (POSL) herbarium, University of Bechar, Algeria under to accession No. CA04/02 *Calotropis procera*, Asclépiadaceae, CA00/43 *Hyoscyamus muticus*, Solanaceae, CA00/44 *Pergularia tomentosa*, Asclépiadaceae and CA00/50 *Datura stramonium*, Solanaceae (Cheriti, 2000, 2002).

The leaves, stems, fruits and flowers were separated and oven air-dried (overnight) the plants were grounded into powder using a grinder. Extraction was done using a reflux apparatus. several aqueous solutions were prepared from different parts of plants at variable dilutions at 1, 2, 3, 4 and 5%. Then the extracts were filtered and stored at 5°C.

Anti-termite bioassay: Force-feeding tests were conducted in the Petri dishes for both termite spp., Petri dishes were sterilized in an oven at 200°C for 2 h. The no-choice bio-essay method (Kang *et al.*, 1990; Cheng *et al.*, 2007) was employed to evaluate the anti-termite activity of the four plant extracts during preliminary screening.

A piece of filter papers samples (Whatman No. 3, 8.5 cm in diameter) treated with bi-distilled water was used as a control. After the bi-distilled water was removed from the treated filter papers by air-drying at ambient temperature, 10 active termites (workers) above the third instars were put on each piece of filter paper in Petri dishes (9 cm in diameter, 1.5 cm in height). The dishes with covers were then placed in an incubator at 28±2°C, 75±5% RH. A few drops of water were periodically dripped on the bottom edge of each Petri dish. Four replications were made for each test sample and the mortality percentage of the termites was counted for 1 min and each 30-360 min. However, at the end of each time span the selected test samples turned out to be equal in their toxic potential.

Statistical analysis: The average termite mortality data were subjected to probits analysis for calculating LT_{50} (Ould El-Hadj *et al.*, 2006), by using the Schneider formula (Abbott, 1925; Finney, 1971):

$$M_c = \frac{M_2 - M_1}{100 - M_1} \times 100$$

Where:

M_c = Corrected mortality (%)

M_2 = Mortality in the treated population (%)

M_1 = Mortality in the control population (%)

Standard deviations chi-square, t-significance, correlation and ANOVA were calculated and analyzed using the software (Graph pad prism version 5.01); Results with $p < 0.05$ were considered statistically significant.

RESULTS

Toxic and repellent responses of various aqueous extracts from *Calotropis procera*, *Hyoscyamus muticus*, *Datura stramonium*, *Pergularia tomentosa* were evaluated against Algerian saharan termite *Anacanthotermes ochraceus*. For this purpose, insects were treated with increasing doses of both extracts separately. The mortality rate was found dose-and time-dependent as it was found to be increasing with the increase in dose and exposure duration. The TL_{50} values for different extracts of 360 min are given in Table 1.

Table 1: Effects of different concentrations of plants extract activities on the mortality lethal time of 50% of the population

Plant extracts	Part used	Regression	Regression coefficient (R ²)	Lethal time 50 (TL ₅₀) min
Evaluation of TL₅₀ plant extracts at (1%)				
<i>Calotropis procera</i> CA04/02	Fruits	y = 2.6563x-2.3108	R ² = 0.4904	565.26
<i>Datura stramonium</i> CA00/50	Fruits	y = 2.175x-2.0682	R ² = 0.4181	1777.24
<i>Hyoscyamus muticus</i> CA00/43	Leaves	y = 2.4535x-1.4676	R ² = 0.6708	432.58
Evaluation of TL₅₀ plant extracts (2%)				
<i>Calotropis procera</i> CA04/02	Stems	y = 2.5781x-1.1114	R ² = 0.8027	234.69
	Fruits	y = 2.9041x-2.2848	R ² = 0.5756	322.44
<i>Datura stramonium</i> CA00/50	Stems	y = 2.6252x-1.6187	R ² = 0.6686	332.06
	Fruits	y = 2.5358x-1.5879	R ² = 0.6778	396.23
<i>Hyoscyamus muticus</i> CA00/43	Leaves	y = 2.4989x-0.9411	R ² = 0.7975	238.49
<i>Pergularia tomentosa</i> CA00/44	Leaves	y = 2.8065x-1.7116	R ² = 0.6759	246.29
	Stems	y = 2.864x-2.5435	R ² = 0.4918	430.43
Evaluation of TL₅₀ plant extracts (3%)				
<i>Calotropis procera</i> CA04/02	Stems	y = 2.5793x-0.2698	R ² = 0.9690	110.43
	Fruits	y = 2.9829x-2.0045	R ² = 0.6715	222.95
<i>Datura stramonium</i> CA00/50	Leaves	y = 2.655x-2.0965	R ² = 0.5755	470.84
	Stems	y = 2.6403x-1.9883	R ² = 0.5768	443.38
	Fruits	y = 2.8979x-1.4013	R ² = 0.7926	161.78
<i>Hyoscyamus muticus</i> CA00/43	Leaves	y = 2.7329x-1.266	R ² = 0.8008	196.24
	Flowers	y = 2.43x-1.8763	R ² = 0.5808	675.69
<i>Pergularia tomentosa</i> CA00/44	Leaves	y = 2.87x-1.7687	R ² = 0.6751	228.26
	Stems	y = 2.8286x-1.8888	R ² = 0.6681	272.57
Evaluation of TL₅₀ plant extracts (4%)				
<i>Calotropis procera</i> CA04/02	Leaves	y = 2.2711x + 0.0237	R ² = 0.9941	155.28
	Stems	y = 2.6044x-0.2388	R ² = 0.9729	102.68
	Fruits	y = 3.0033x-2.0033	R ² = 0.6734	214.71
<i>Datura stramonium</i> CA00/50	Leaves	y = 2.9019x-2.1121	R ² = 0.6266	282.38
	Stems	y = 2.829x-1.7876	R ² = 0.6760	250.78
	Fruits	y = 2.8359x-1.3824	R ² = 0.7940	178.06
<i>Hyoscyamus muticus</i> CA00/43	Leaves	y = 2.7482x-0.9425	R ² = 0.7907	145.31
	Stems	y = 2.8386x-1.8371	R ² = 0.6771	256.22
	Flowers	y = 2.8339x-2.1897	R ² = 0.5803	344.37
<i>Pergularia tomentosa</i> CA00/44	Leaves	y = 2.6734x-0.287	R ² = 0.9845	94.97
	Stems	y = 2.9521x-2.0266	R ² = 0.6643	239.99
Evaluation of TL₅₀ plant extracts (5%)				
<i>Calotropis procera</i> CA04/02	Leaves	y = 3.2358x-0.612	R ² = 0.9414	54.24
	Stems	y = 3.2639x-0.7689	R ² = 0.9040	58.54
	Fruits	y = 3.7863x-2.5805	R ² = 0.6481	100.48
<i>Datura stramonium</i> CA00/50	Leaves	y = 3.1808x-1.7158	R ² = 0.7735	129.22
	Stems	y = 3.2558x-2.5959	R ² = 0.5729	211.78
	Fruits	y = 3.4664x-2.3847	R ² = 0.6684	135.01
<i>Hyoscyamus muticus</i> CA00/43	Leaves	y = 3.2135x-1.4389	R ² = 0.7845	100.85
	Stems	y = 3.1462x-2.1515	R ² = 0.6691	187.52
	Flowers	y = 2.838x-1.4187	R ² = 0.7650	182.68
<i>Pergularia tomentosa</i> CA00/44	Leaves	y = 3.215x-0.6838	R ² = 0.9334	58.60
	Stems	y = 3.3459x-2.2394	R ² = 0.6701	145.76

The results revealed two important aspects of toxicological inference TL₅₀ irrespective of medium for feeding, movement was almost equal and non-significant depending upon fiducial limits. TL₅₀ using aqueous extract was shorter than that of other extracts. Many studies have shown activity

of plant extracts when applied on filter paper and/or mixed in soil to determine mortality (Jembere *et al.*, 2005) and concluded that plant extracts have the potential for under- and above-ground application for termite control.

DISCUSSION

In this study, the effect of four toxic plants extract have evaluated on the causal agent of degradation of wood and cellulose part of plants, this insect is considered as the second telluric ravager after fusarium fungi of the date palm tree "*Phoenix dactylifera* L." in sahara (Boulenouar *et al.*, 2012).

The used toxic plants *Calotropis procera*, *Hyoscyamus muticus*, *Datura stramonium* and *Pergularia tomentosa* extracts have an anti-termite activity. Three different concentration extracts have a similar TL_{50} (Table 1), respectively *Calotropis procera* leave (5%) TL_{50} = 54, 24 min, *Calotropis procera* Stem (5%) TL_{50} = 58,54 min and *Pergularia tomentosa* leave (4%) TL_{50} = 94,97 min while *Calotropis procera* Stem (3%) TL_{50} = 110,43 min (Table 1), *Datura stramonium* fruit (3%) TL_{50} = 161, 78 min, *Calotropis procera* Stem (2%) TL_{50} = 234, 69 min and *Hyoscyamus muticus* leave (2%) TL_{50} = 238, 49 min.

The traditional use of toxic plants as a pesticide is greatly justified. The termicide activity of the extract increase with increasing of concentration of the extract, except in the most toxic extract which is more effective in lower concentrations (Giridhar *et al.*, 1988).

Badshah *et al.* (2004) observed toxic effects of *C. procera* extracts against *H. indicola* and *C. heimi* and Singh *et al.* (2002) reported a great termicidal activity against *O. obesus*.

Concerning the action mode of the toxic plant extract, contact and inhalation are the main factors of effectiveness. They can be also transmitted in the colony during social tasks however, they do not, act when ingested and are appetite inhibiting for termites.

Nevertheless when developing a new bio-insecticide to meet regulatory requirements, it is necessary to have an understanding the degree of the toxicity of the bio-insecticides to the target insect pests (Lee *et al.*, 2003).

The aqueous plant extracts can be a good termicide, but field trials with suitable formulations need to be carried out to further assess the efficacies of these plant extracts. It would be interesting to determine the lowest concentration of these plant extract at which they are still effective as fumigants or through solution contact and to study the effects of combining components to identify potential synergisms and antagonisms (Gillij *et al.*, 2008).

It was reported that termite are strongly repelled by the toxic material to the extent that they will starve rather than consume cross treated simples and when kept close to the extract, they become disoriented and eventually die (Osipitan and Oseyemi, 2012).

Three species of flagellated protists (*Spirotrichonympha leidyi*, *Holomastigotoides hartmanni* and *Pseudotrichonympha grassii*) are found in the hindgut of *Formosan subterranean* termites. Ohmura *et al.* (2000) and Doolittle *et al.* (2007) investigated a the ability of three natural products (*neem* extract, *capsaicin* and *gleditschia*) to reduce the number of microbes (*S. leidyi*, *H. hartmanni*, *P. grassii* and *P. spirochaetes*) present in the hindgut of the *Formosan subterranean* termite. *Neem* extract significantly reduced the population of *P. grassii* and *P. spirochaetes* and was found to be most potent at (1 ppm) concentration, causing 100% termite mortality. Anthracenes, anthrones, anthraquinones and xanthenes (Rudman and Gay, 1963) act as deterrents, monoterpenoids, alkaloids and toxic hydrocarbons (Cornelius *et al.*, 1997) and plant flavonoids and related compounds have both toxic and anti-feedant effects against termites (Ohmura *et al.*, 2000; Boue and Raina, 2003).

CONCLUSION

The screening results suggest that *Calotropis procera*, *Pergularia tomentosa* are promising in termite control. It may be used as environment friendly and sustainable insecticides to combat termites take protection from them. Plant extracts should be exploited to develop new wood preservatives to protect wooden structures, agricultural crops, plants and trees, as these are less harmful to the environment and humans. Further, short and long-term field studies are required to use them as commercial termiticides. Finally, laboratory bioassays with a range of plant extracts in particular, indicated the potential use of some of them as termiticides.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by MESRS Algeria grant. The authors would like to thank Pr. A. Marouf from Naama University for plants botanical identification.

REFERENCES

- Abbott, W.S., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- Badshah, H., Farmanullah, Z. Salihah, A. Saljoqi and M. Shakur, 2004. Toxic effects of Ak (*Calotropis procera*) plant extracts against termites (*Heterotermes indicola* and *Coptotermes heimi*) Isoptera: Rhinotermitidae. *Pak. J. Biol. Sci.*, 7: 1603-1606.
- Boue S.M. and A.K. Raina, 2003. Effects of plant flavonoids on fecundity, survival and feeding of the Formosan subterranean termite. *J. Chem. Ecol.*, 29: 2575-2584.
- Boulenouar, N., A. Marouf, A. Cheriti and N. Belboukhari, 2012. Medicinal plants extracts as source of antifungal agents against *Fusarium oxysporum* f. sp. albedinis. *J. Agric. Sci. Technol.*, 146: 659-669.
- Cheng, S.S., H.T. Chang, C.L. Wu and S.T. Chang, 2007. Anti-termite activities of essential oils from coniferous trees against *Coptotermes formosanus*. *Bioresour. Technol.*, 98: 456-459.
- Cheriti, A., 2000. Research report on medicinal plants in South West Algeria: Ethnopharmacology study. CRSTRA, Algies, pp: 1-12, (In French).
- Cheriti, A., 2002. Research report on medicinal plants in south West Algeria: Phytochemical screening and biological evaluation. CRSTRA, Algies, pp: 1-17, (In French).
- Cornelius M.L., K.J. Grace and J.R. Yates, 1997. Toxicity of monoterpenoids and other natural products to the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *J. Econ. Entomol.*, 90: 320-325.
- Doolittle M., A. Raina, A. Lax and R. Boopathy, 2007. Effect of natural products on gut microbes in Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 59: 69-71.
- Elango, G., A. Abdul Rahuman, C. Kamaraj, A. Bagavan and A. Abdul Zahir *et al.*, 2012. Efficacy of medicinal plant extracts against Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*. *Ind. Corps Prod.*, 36: 524-530.
- Finney, D.J., 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gillij, Y.G., R.M. Gleiser and J.A. Zygadlo, 2008. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. *Bioresour. Technol.*, 99: 2507-2515.
- Giridhar, G., S. Vasudevan and P. Vasudevan, 1988. Antitermites properties of *Calotropis latex*. *Pesticides*, 22: 31-33.

- Haouas, D., F. Guido, B.H.K. Monia and B.H.M. Habib, 2011. Identification of an insecticidal polyacetylene derivative from *Chrysanthemum macrothum* leaves. *Ind. Corps Prod.*, 34: 1128-1134.
- Jembere, B., D. Getahun, M. Negash and E. Sevoum, 2005. Toxicity of Birbira (*Milletia ferruginea*) seed crude extracts to some insect pests as compared to other botanical and synthetic insecticides. *Proceedings of the 11th NAPRECA Symposium on Natural Products and Drug Delivery*, August 9-12, 2005, Astanarivo, Madagaskar, pp: 88-96.
- Kang, H.Y., N. Matsushima, K. Sameshima and N. Takamura, 1990. Termite resistance tests of hardwoods of Kochi growth I. The strong termiticidal activity of kagonoki (*Litsea coreana* Leveille). *J. Jpn. Wood Res. Soc.*, 36: 78-84.
- Lee, B.H., P.C. Annis and F. Tumaalii, 2003. The Potential of 1, 8-Cineole as a Fumigant for Stored Wheat. In: *Stored grain in Australia 2003*, Wright, E.J., M.C. Webb and E. Highley (Ed.). CSIRO Stored Grain Research Laboratory, Canberra.
- Logan, J.W.M. and A. El-Bakri, 1990. Termite dermage to date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Northern Sudan with particular reference to the Dongola district. *Trop. Sci.*, 30: 95-108.
- Logan, J.M.W., R.H. Cowie and T.G. Wood, 1999. Termite control in agriculture and forestry by non chemical methods: A review. *Bull. Entomol. Res.*, 80: 309-330.
- Ohmura, W., S. Doi, M. Aoyama and S. Ohara, 2000. Antifeedant activity of flavonoids and related compounds against the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. *J. Wood Sci.*, 46: 149-153.
- Osipitan, A.A. and A.E. Oseyemi, 2012. Evaluation of the bio-insecticidal potential of some tropical plant extracts against termite (Termitidae: Isoptera) in Ogun State, Nigeria. *J. Entomol.*, 9: 257-265.
- Olud El Hadj, M.D., A.T. Dan-Badjo, F. Halouane and S. Doumandji, 2006. [Compared toxicity of extracts of three acridifuge plants towards fifth stage larvae and adults of *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae)]. *Secheresse*, 17: 407-414.
- Rudman, P. and F.J. Gay, 1963. The causes of natural durability in timber. *Holzforschung Int. J. Biol. Chem. Phys. Technol. Wood*, 15: 50-53.
- Sakasegawa, M., K. Hori and M. Yatagi, 2003. Composition and anti-termite activities of essential oils and *Melaleuca* species. *J. Wood Sci.*, 49: 181-187.
- Salihah, Z., R. Khatoon, Alamzeb and A. Sattar, 1993. A termite trap capturing of large number of field population of *Heteroermes indicola*. *Proc. Pak. Cong. Zool.*, 13: 395-400.
- Singh, M., K. Lal, S.B. Singh and M. Singh, 2002. Effect of *Calotropis* (*Calotropis procera*) (*Odontotermes obesus*) in sugarcane hybrid. *Indian J. Agric. Sci.*, 72: 439-441.
- Verma, M., S. Sharma and R. Prasad, 2009. Biological alternatives for termite control. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, 63: 959-972.

Glucoside flavonoids from the antimicrobial extract of the saharan medicinal plant *Limoniastrum feei*

Smahia Rahmani^{1,2}, Nasser Belboukhari², Abdelkrim Cheriti^{1*}, Younes Bourmita¹,
Mohamed Didi Ould El Hadj³

¹Phytochemistry and Organic Synthesis Laboratory, (ALGERIA)

²Bioactive Molecules and Chiral Separation Laboratory University of Bechar, (ALGERIA)

³Ecosystem Protection in arid and semi-arid Area Laboratory University Kasdi Merbah Ouargla, (ALGERIA)

E-mail : Karimcheriti@yahoo.com

ABSTRACT

Phytochemical investigation of the antimicrobial extract from the endemic saharan medicinal plant *Limoniastrum feei* (Plumbaginaceae) led to the isolation of two major constituents by liquid chromatography methods, the compounds were identified using spectroscopic analysis as flavonoid glycosides: 6-diméthyl 2,5 hexyl-7-O-glucopyranoside (1-6)glucopyranoside-5,7,3',4'-hydroxyl flavone (**1**) and 3-O-glucopyranoside 6-ester 3-méthyle hexanone 1 diene 2,4 -7-O-glucopyranosyle (1-6)(2-6)glucopyranoside trihydroxyl 5,3',4'-flavone (**2**). © 2013 Trade Science Inc. - INDIA

KEYWORDS

Limoniastrum feei;
Flavonoid;
Antimicrobial;
Endemic;
Sahara.

INTRODUCTION

Natural products have served as an important source of drugs since ancient times and about half of the useful drugs today have been derived from plants. So, the diversity of structures obtained and the different therapeutic activities shown that the isolation, identification, synthesis and biosynthesis of new natural compounds continue to be a field of enormous interest. Only a small part of the 400.000 vegetable species known were investigated from phytochemical and pharmacological aspects, and that each species can contain up to several thousands of different components^[1-5]

Limoniastrum feei (Plumbaginaceae) is a herbaceous medicinal plant endemic to Algeria and Morocco sahara. The aerial part of this plant was used in Sahara

folk medicine for treating gastrointestinal tracts, fever, icter and various diseases^[6,7].

According to our previous results on biological screening of several extracts from the aerial parts (leave, stem and twig) of *Limoniastrum feei* (Plumbaginaceae) against fungi and bacteria realised by disc diffusion method^[6-8], we interested to isolate the natural products responsible of this antimicrobial activities.

MATERIALS AND METHODS

General experimental procedure

UV spectra were obtained in MeOH solvent with UNICAM UV300 spectrophotometer. IR spectra were obtained with AVATAR 320 FT-IR spectrophotometer. The NMR spectra were taken on a Bruker

Regular Paper

GP 250 (^1H , 300 MHz; ^{13}C , 75 MHz) Spectrometer. TLC was carried out on silica gel 60 F₂₅₄ plates (Merck, Germany). Column chromatography was performed over silica gel 60 (Merck, particle size 230-400 mesh).

Plant materials

The whole plants of *Limoniastrum feei* were collected in March 2010 from Saoura region (Southwest of Algeria). Voucher specimen is conserved at the herbarium of Phytochemistry and Organic Synthesis Laboratory (POSL) under accession number CA99/14^[9, 10]. The aerial parts were dried and grounded into powder using a grinder.

Extraction and isolation

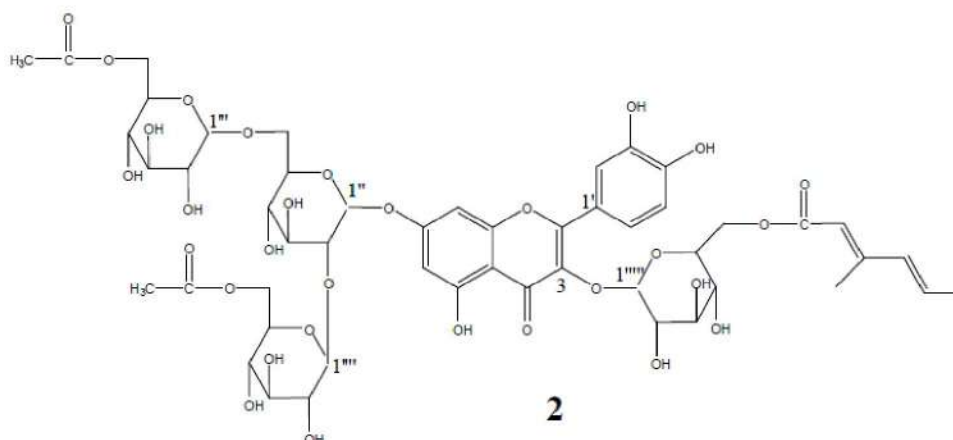
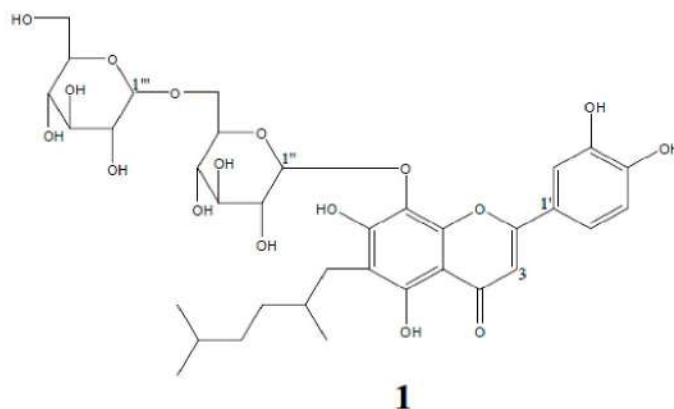
The dried powder of the aerial parts of *Limoniastrum feei* (100 g) were extracted for 4 hours with 80% MeOH (400 mL) using soxhlet apparatus. The extract was evaporated in vacuo apparatus, and the brown obtained residue was diluted with 100 mL of distilled water. This aqueous residue was partitioned sequentially with Ethyl ether, Etyle acetate and n-Butanol^[11-13].

The residue (1.4 g) of the Ethyl acetate fraction

was analyzed by vaccum liquid column chromatography using four solvents of polarity growing respectively (Hexane, AcOEt, Acetone, MeOH), followed by second column chromatography (20mm / 300mm) full with a silica gel stationary phase and eluting with mobile phase Acetone / Toluene/ Formic Acid (60:80:10)^[14]. The structures of the two major constituents (**1**) and (**2**) were elucidated by IR, UV, ^1H and ^{13}C -NMR analysis^[15, 16].

RESULTS AND DISCUSSION

Phytochemical investigation of the antimicrobial extract from this endemic saharan medecinal specie led to isolation for the first time of two major constituents by liquid chromatography method, the compounds were identified on the basis of their spectral analysis as glucosylated flavonoids: 6-diméthyl 2,5 hexyl-7-O-glucopyranoside (1-6)glucopyranoside-5,7,3',4'-hydroxyl flavone (**1**) and 3-O-glucopyranoside 6-ester 3-méthyle hexanone 1 diene 2,4 -7-O-glucopyranosyle (1-6)(2-6)glucopyranoside trihydroxyl 5,3',4'-flavone (**2**).



In UV spectra analysis of compound **(1)**, the addition of sodium acetate reagent lead to a bathochrom displacement of band I (+400 nm) in UV spectrum, what shows the presence of hydroxyl group in position 7^[16], the apparition of a second maximum in the band I toward 400 nm observed with the AlCl₃ reagent, is revealing of bathochrom displacement induced by hydroxyl groups in position 4 and 5^[15]. In relation to this spectrum, the addition of the AlCl₃ solution in acid medium shows other bathochrom displacement of the band I (+ 400 nm), indicates the presence of two ortho-hydroxyl groups in the B part of the genine flavone^[17]. The addition of MeONa confirms the presence of a group hydroxyl in position 5 by a displacement toward 400 nm (TABLE 1).

TABLE 1 : Results of UV spectra displacement with chemical reagents of compounds (1) and (2)

Chemical reagent	Compound 1		Compound 2	
	Bande I (nm)	Bande II (nm)	Bande I (nm)	Bande II (nm)
MeOH	325	263, 270, 285	304 - 350	262 - 270
MeOH + AlCl ₃	+ 400	270	+ 400	270
MeOH+ AlCl ₃ / H ⁺	+ 400	270	+ 400	262 - 270
MeOH + MeONa	+ 400	270	+ 400	262 - 270
MeOH + AcONa	+ 400	270	350	262 - 270

The NMR analysis of the compound presents a singular signal at 6.72ppm, assigned to the proton H-3, two other more unarmored under shape two doublet, with a J³ and J⁴ coupling assigned to the aromatic protons H-2' and H-6', the proton H-5' rezoned in a doublet toward 7,12 ppm, the alkyle substituent in position 6 has an asymmetric center in carbon C-10 that returns the proton of methylene H-9 and the protons of methylene H-11 to diastereoisotopic protons, that are not chemically equivalent^[18]. The proton of glucose appears of the resonance signals toward 3 to 5ppm. According to the spectroscopic data^[19-21] compared with our experiment spectra, the compound **(1)** are identified as: 6-diméthyle 2,5 hexyl-7-O-glucopyranoside (1-6) glucopyranoside-5,7,3',4'hydroxyl flavone.

The ¹H NMR results of compound **(2)** showed two signals, under shape two doublet with J⁴ coupling assigned to protons H-6 and H-8, but the aromatic protons in position H-2', H-5' and H-6' appears toward unarmored zone respectively in chemical shifts: 7.86,

7.40,7.59 ppm. Following to the results spectroscopic analysis, the compound **(2)** identified as: 3-O-glucopyranoside 6-ester 3-méthyle hexanone 1 diene 2,4 -7-O-glucopyranosyle (1-6)(2-6)glucopyranoside trihydroxyl 5,3',4'-flavone **(2)**.

Compound (1)

6-diméthyle 2,5 hexyl-7-O-glucopyranoside (1-6)glucopyranoside-5,7,3',4'hydroxyl flavone : R_f = 0.58 (acetone/ toluene /formic acid, 6:8:1 with blue fluorescence at 365 nm).

UVmax spectra (MeOH): λ = 263, 270, 285, 325 nm.

IR (KBr): ν_{max} 3541, 3475, 3415, 3229(OH), 2956, 2923, 2852 (C-H), 1735 (C=O ester), 1640 (C=O α, β insatured), 1510, 1607(C=C), 1093, 1022,1263, 1159 (C-O).

¹H NMR: 6.72 (s, H-3), 2.29 (dd, H-9^a, H-9^b), 1.31 (m, H-10), 1.23 (dt, H-11^a, H-11^b), 1.20 (m, H-12, 2H), 1.17 (m, H-13), 0.92 (d, H-14 et H-16, 6H), 2.16 (d, H-15, 3H), 7.35 (dd, H-2'), 7.12(d, H-5'), 7.92(dd, H-6'), 5.10 (1H, H-1''), 3.52 (1H, H-2''), 3.58(1H, H-3''), 3.47 (1H, H-4''), 3.42(1H, H-5''), 3.64(1H, H-6''), 3.91(1H, H-1'''), 3.50 (1H, H-2'''), 3.55 (1H, H-3'''), 3.45 (1H, H-4'''), 3.25(1H, H-5'''), 3.29(1H, H-6''').

¹³C NMR: 167.21 (C-2), 104.05 (C-3), 178.26 (C-4), 147.56 (C-5), 117.34 (C-6), 164.72 (C-7), 128.26 (C-8), 150.53 (C-8a), 105.41 (C-4a), 31.63(C-9), 36.92(C-10), 38.75(C-11), 38.50(C-12), 34.20(C-13), 29.00(C-14), 29.27(C-15), 29.18(C-16), 127.75 (C-1'), 116.85 (C-2'), 143.96 (C-3'), 147.43 (C-4'), 122.38 (C-5'), 128.11 (C-6'), 105.76 (C-1''), 76.23 (C-2''), 77.60 (C-3''), 71.21 (C-4''), 78.00 (C-5''), 69.38 (C-6''), 101.60 (C-1'''), 72.30 (C-2'''), 73.26 (C-3'''), 73.12 (C-4'''), 74.36 (C-5'''), 63.42 (C-6''').

Compound (2)

3-O-glucopyranoside 6-ester 3-méthyle hexanone 1 diene 2,4 -7-O-glucopyranosyle (1-6)(2-6)glucopyranoside trihydroxyl 5,3',4'-flavone: R_f = 0.56 (acetone/ toluene /formic acid, 6:8:1 with blue fluorescence at 365 nm).

UVmax spectra (MeOH) : λ = 262, 270, 350 nm.

IR (KBr): ν_{max} 3546, 3415, 3333, 3224(OH),

Regular Paper

2972, 2923, 2847 (C-H), 1722 (C=O ester), 1656, 1634 (C=O α , β insaturated), 1607(C=C), 1608(C=C aromatic), 1022 (C-O).

^1H NMR: 0.95 (3H, CH_3 Glu 2), 1.29 (3H, CH_3 Glu 3), 1.70 (3H, H-12'''), 1.96 (3H, H-13'''), 3.72 (22H, 4Glu), 3.92 (1H, Hb-6'''), 4.10 (1H, Hb-6'''), 4.50 (1H, H-1'''), 4.68 (1H, H-1'''), 5.19 (1H, H-1''), 5.46 (1H, H-1'''), 6.00 (1H, H-8'''), 6.25 (1H, H-10'''), 6.50 (1H, H-6), 6.76 (1H, H-8), 6.97 (1H, H-11'''), 7.40 (1H, H-5'), 7.86 (1H, H-2'), 7.59 (1H, H-6').

^{13}C NMR: 166.31 (C-2), 103.20 (C-3), 176.54 (C-4), 146.17 (C-5), 98.63 (C-6), 164.81 (C-7), 92.74 (C-8), 151.20 (C-8a), 106.82 (C-4a), 121.40 (C-1'), 119.60 (C-2'), 145.22 (C-3'), 149.16 (C-4'), 118.42 (C-6'), 103 (C-1''), 92 (C-8), 82.33 (C-2''), 77.86 (C-3''), 71.53 (C-4''), 78.04 (C-5''), 62.86 (C-6''), 71.97 (C-2'''), 72.85 (C-3'''), 70.41 (C-4'''), 73.18 (C-5'''), 61.29 (C-6'''), 71.76 (C-2'''), 72.22 (C-3'''), 69.87 (C-4'''), 72.68 (C-5'''), 60.73 (C-6'''), 72.95 (C-2'''), 73.22 (C-3'''), 71.01 (C-4'''), 74.24 (C-5'''), 61.94 (C-6'''), 167.1 (C-7'''), 138.35 (C-8'''), 127.63 (C-9'''), 137.78 (C-10'''), 128.36 (C-11'''), 26.15 (C-12'''), 23.51 (C-13''').

CONCLUSION

The antimicrobial extract of the aerial parts from the endemic Saharan medecinal plant *Limonastrum feei* was selected for phytochemical investigations. The chromatographic analysis of the Ethyl acetate fraction of the methanolic extract led to the isolation for the first time of two major constituents identified as flavonoid glycosides.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to express their gratitude to the MESRS- Algeria-, for the financial support.

REFERENCES

- [1] A.Gurib-Fakim; Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Molecular Aspects of Medicine, Elsevier, UK, (2006).
- [2] J.Bellakhdar; La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires, IBIS Press, Paris, (1997).
- [3] G.A.Cordell; Phytochem.Rev., **1**(3), 261-273 (2002).
- [4] A.Cheriti, M.Belboukhari, N.Belboukhari, H.Djeradi; Current Topics in Phytochem., **11**, 67-80 (2012).
- [5] M.Krifa, M.Alhosin, C.D.Muller, J.P.Gies, L.Chekir-Ghedira, K.Ghedira, Y.Mély, C.Bronner, M.Mousli; J.Exp.Clin.Cancer Res., **32**(1), 30-32 (2013).
- [6] S.Rahmani, N.Belboukhari, A.Cheriti; PhytoChem & BioSub J., **6**(2), 83-87 (2012).
- [7] A.Cheriti, N.Belboukhari, S.Hacini; Iran.J. Pharm.Res., **3**(2), 51 (2004).
- [8] N.Belboukhari, A.Cheriti; Asian J.Plant Sci., **4**(5), 496-498 (2005).
- [9] P.Ozenda; Flore du Sahara, 2nd Edition, CNRS, Paris, (1983).
- [10] A.Cheriti; CRSTRA Report, Medecinal plants from Becahr district (Ethnopharmacology), Algeria (2000).
- [11] D.A.Van Elswijk, H.Irth; Phytochem.Rev., **1**(3), 427-439 (2002).
- [12] N.Belboukhari, A.Cheriti; Res.J.Phytochem., **1**, 74-78 (2007).
- [13] N.Belboukhari, A.Cheriti; Pak.J.Biol.Sci., **9**(15), 2930-2932 (2006).
- [14] K.Hostettman; Preparative chromatography techniques. Applications in natural product isolation, 2nd Edition, Springer, Berlin Heidelberg, (1998).
- [15] N.Belboukhari; Chemical study and biological evaluation of two medecinal plants from Algerian Sahara: *Launaea arborescens* and *Limoniastrum feei* PhD Thesis, University of Sidi Belabbes, Algeria, (2007).
- [16] T.J.Mabry, K.R.Markham, H.B.Thomas; The systematic identification of flavonoids Springer Verlag, Heidelberg, New York, (1970).
- [17] J.D.Bacon, T.J.Mabry; Revista Latinoamer.Quim., **7**, 83-86 (1976).
- [18] D.Slade, D.Ferreira, J.P.J.Marais; Phytochem., **66**, 2177-2215 (2005).
- [19] E.Mi Ahn, N.Nakamura, T.Akao, K.Komatsu, M.Hua Qui, M.Hattori; Phytochem., **64**, 1389-1394 (2003).
- [20] K.R.Markham, H.Geiger; ^1H NMR Spectroscopy of flavonoids. Advances in research since 1986 Edition, J.B.Harborne, Chapman and Hall, London (1994).
- [21] A.A.Gohar; Z.Naturforsch, **57c**, 216-220 (2002).

RECHERCHE PRELIMINAIRE DES SOURCES VEGETALES SAHARIENNES A ALCALOÏDES POUR USAGE BIO-INSECTICIDES

BOURMITA Younes^{1,2}, BELBOUKHARI Nasser², CHERITI Abdelkrim¹,
OULD EL HADJ Mohamed Didi³

⁽¹⁾Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique (LPSO)

⁽²⁾Laboratoire des Molécules Bioactives et Séparation Chirale (LMSBC)

Université de Bechar, 08000 Béchar, Algérie

⁽³⁾Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi arides (ECOSYS)

Université Kasdi Merbah Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie. Email: Karimcheriti@yahoo.com

Résumé.- Les alcaloïdes occupent une place importante du fait de la diversité de leurs propriétés biologiques. Il est effectué le screening chimique à la recherche d'alcaloïdes contenus dans quelques plantes sahariennes choisies après enquêtes ethno-pharmacologique de la pharmacopée traditionnelle du Sud-Ouest Algérien. L'objectif de la présente étude, est la recherche de nouveaux bio-insecticides à base d'alcaloïdes.

Mots clés: Phytochimie, Criblage, alcaloïdes, bio-insecticide, plante médicinale, Sahara.

PRELIMINARY RESEARCH OF SAHARAN PLANTS AS SOURCE OF BIO-INSECTICIDAL ALCALOIDS

Abstract.- Alkaloids have an important place due to their diversity on biological properties, we have done the chemical screening for alkaloids in some Saharan plants, chosen from our ethno pharmacological investigations on the traditional pharmacopeia in South west Algeria. The aim of our work is the search for new bio-insecticidal at based alkaloids.

Key words: Phytochemistry, Screening, alkaloids, bio-insecticide, medicinal plant, Sahara.

Introduction

Les plantes utilisées dans la médecine traditionnelle, constituent une source importante de nouveaux principes actifs, de nombreux remèdes prescrits à des milliers de personnes dans le monde, sont d'origine naturelle, qu'on l'a découvert, en étudiant l'usage des plantes dans la médecine populaire. Il nous est apparu important de retenir des informations phytochimiques sur les plantes de la médecine traditionnelle du Sud-Ouest algérien [1,2], afin de rechercher de nouvelles sources d'alcaloïdes qui sont des substances organiques communément rencontrées chez 15 à 20% des plantes supérieures vasculaires. Le goût amer de ses substance en plus de leur toxicité, sont généralement suffisants pour repousser les herbivores, les insectes et les microorganismes. On retrouve dans ce groupe la morphine, la cocaïne et la mescaline qui sont des drogues puissantes, la quinine, la nicotine, la strychnine, etc. Elles peuvent affecter de manière importante le fonctionnement et la physiologie du système nerveux et provoquer des

problèmes de tremblement, de coordination, de battements cardiaques faibles, et la mort par arrêt respiratoire [3].

La relation plante et insecte fait l'objet de plusieurs recherches. Ainsi la position des nectaires intra-floraux, la forme, la grandeur et l'arrangement des pièces florales au moment de la pollinisation, la composition phytochimique et la nature biochimique de la sève, sont prévus dans le but exclusif de la visite des insectes chercheurs de nectar ou de source nutritive. A titre indicatif, les plantes à fourmis ont été depuis quelques années l'objet d'un grand nombre de travaux, destinés pour la plupart à mettre en évidence les relations plantes et insectes [4].

D'après OULD EL HADJ *et al.*, l'arsenal chimique quoique très diversifié n'a pas pu enrayer complètement le fléau ravageur. Il a alourdi le bilan environnemental. Une prise au sérieux des problèmes d'environnement et d'écologie, a incité les organismes et les institutions de rechercher à s'orienter vers la lutte biologique sous ses diverse formes pour lutter contre les ravageurs de cultures, et l'une de ces formes fait appel à l'utilisation de substances naturelles à effet bio-insecticides [5-7].

Les plantes sont très riches en molécules allélochimiques, de diversité structurale, réagissant comme bio-insecticide selon divers mécanismes:

- Repousser les prédateurs ou les empêcher de prendre de la nourriture (substances répulsives, irritantes), donner un goût désagréable à la prise alimentaire ce qui gêne la bonne conduite de l'équilibre alimentaire (substances astringences),
- Perturber le système digestif (composés anti-appétants) ou neurologique (toxines).

Parmi les substances produites par les végétaux, les alcaloïdes sont bien connus par leurs effets toxiques vis-à-vis des insectes [8,9].

1.- Méthodologie de travail

Au plan toxicologique la plupart des plantes incriminées dans des cas d'empoisonnement contiennent une ou plusieurs substances toxiques. Il est cependant possible de réunir les plus importantes selon des groupes distincts, pour mieux connaître les molécules cibles, leur origine phytochimique et efficacité biochimique.

Dans cette optique la présente étude se penche sur la recherche d'espèces végétales utilisées dans la pharmacopée traditionnelles du Sud-Ouest Algérien, riches en alcaloïdes.

Les plantes sont collectées aux environs de la ville de Bechar ou achetées chez des herboristes, et sont répertoriées selon l'herbier du Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique [10].

Les investigations ont portés sur les feuilles, les tiges, les graines et les racines qui sont d'utilisation courante en médecine traditionnelle locale.

Les organes sont séchés à l'air libre à la température ambiante, puis broyés en poudre sur laquelle les tests du criblage phytochimique sont réalisés (réactif de Mayer ou

Dragendorff) [11].

1.- Résultats et discussion

Le présent travail est une continuité de la suite de recherches que nous avons précédemment réalisées [12,14], il s'agit de poursuivre l'étude phytochimique de différentes plantes médicinales du Sud-Ouest algérien.

Au cours des nos investigations, il est noté que certaines familles de plantes sont plus riches en alcaloïdes que d'autres. De même, ses alcaloïdes pour certaines plantes médicinales, sont localisés surtout dans les parties aériennes à savoir les tiges et les feuilles (tab. I).

Au vu de nos résultats, il est signalé pour la première fois la présence d'alcaloïdes dans certaines espèces endémiques de la région qui à notre connaissance ses espèces n'ayant fait l'objet d'aucun travail sur les alcaloïdes et pourraient être considérées comme de nouvelles sources de ces produits naturels. Il s'agit de *Calotropis procera*, *Hyoscyamus muticus* et *Pergularia tomentosa* qui sont trois plantes très abondantes dans le Sahara. Ces espèces végétales peuvent être valorisées comme source d'alcaloïdes, voir de bio-insecticides.

Tableau I.- Criblage phytochimique de différentes plantes utilisées dans l'étude
(- : absence, + : faible présence, ++ : présence moyenne, +++ : forte présence)

Code	Espèce	Famille	Nom vernaculaire	Test de criblage des alcaloïdes
CA99/01	<i>Limonastrum féei</i>	Plumbaginaceae	Melefet, Elkhadem	-
CA99/12	<i>Atriplex halimus</i>	Salsolaceae	Guetaf	-
CA99/13	<i>Chenopodium amrosiode L.</i>	Chenopodiaceae	Mekhenza	+
CA99/14	<i>Zygophyllum album L.</i>	Zygophyllaceae	Agaya	-
CA99/16	<i>Rhamus alaternus L.</i>	Rhamnaceae	Meliles	-
CA99/18	<i>Phlomis bilba Desf.</i>	Labiaceae	Khayata	+
CA99/22	<i>Ephedra alata</i>	Ephedraceae	Alinda	+
CA99/25	<i>Zilla macroptera</i>	Brassicaceae	Chebreg	+
CA00/02	<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadaceae	Kernka	+++
CA00/14	<i>Bubonium gravolens</i>	Asteraceae	Tafss	-
CA00/29	<i>Cassia abus L.</i>	Cesalpinaceae	Boufeteck	+
CA00/30	<i>Salsola sp.</i>	Chenopodiaceae	Cherira	-
CA00/43	<i>Hyoscyamus muticus</i>	Solanaceae	Elbetima	+++
CA00/44	<i>Pergularia tomentosa</i>	Asclepiadaceae	Aneb dib	+++
CA00/50	<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	Hebala	++
CA00/51	<i>Suadela fruticosa</i>	Salsolaceae	Cheriat	-
CA02/01	<i>Anvillea radiata coss.</i>	Asteraceae	Nougdl	-
CA02/02	<i>Launaea nudicaulis</i>	Asteraceae	Rgama	-

Conclusion

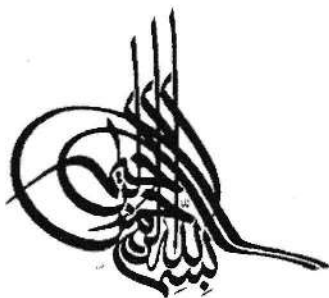
Le criblage phytochimique est entrepris sur les alcaloïdes de dix huit plantes médicinales recensées en enquêtes ethno-pharmacologiques sur la pharmacopée traditionnelle du Sud-Ouest Algérien. Les résultats du screening ne présentent que le stade préliminaire de la recherche des principes actifs en l'occurrence les alcaloïdes des plantes médicinales du Sud-Ouest Algérien. Parmi les espèces végétales étudiées, il est noté celles qui sont riches en alcaloïdes, ce qui a permis de les cibler comme modèle d'étude de sources de bio-insecticides.

Références bibliographiques

- [1].- Cheriti A., Rouissat A., Sekkoum et Balansard G., 1995.- Plantes de la pharmacopée traditionnelle dans la région d'El-Bayadh (Algérie), *Fitoterapia*, vol. *LXVI*, (6): 525-537.
- [2].- Cheriti A. et Sekkoum K., 1995.- Phytochemical investigation of *Thymeleae Microphylla* growing in Algeria. *Acta Chim. Slov.*, 42: 373-374.
- [3].- Fournier A., 2002.- Les plantes toxiques, un danger potentiel pour votre bétail. Ed. Réseau agri. MAPAQ, Direction régional du Centre-du-Québec: 1-11.
- [4].- Regnault C. R, Philogène B. J. R., et Vientent C., 2008.- Biopesticides d'origine végétale. Ed. Tech. et Doc. Lavoisier, Paris, 546 p.
- [5].- Ould El Hadj M. D., Tankari Dan-Badjo A., Halouane F., 2003.- Etude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocera gregaria* forskal, 1775 (Orthoptera, *Cyrtacanthacridinae*). *Courrier du savoir*, 3 : 81-86.
- [6].- Ould El Hadj, M. D., Tankari Dan-Badjo A. et Halouane F., 2006.- Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (Orthoptera, *Cyrtacanthacridinae*). *Sécheresse*, 17: 407-414.
- [7].- Bourmita Y. Cheriti A. et Ould El Hadj M. D., 2010.- Note de toxicité : Cas d'insecticide naturel pour des termites sahariennes. *Annales de L'Université de Bechar*, N°7: 94-100.
- [8].- Appert J., Deuse J., Coste R., 1982.- Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 420 p.
- [9].- Bouchelta A., Boughdad A., Bienzar A., 2005.- Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoides extraits de *capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (homoptera: Aleyrodidae). *Biotechnolol Agron Soc Environ*; 9: 21-30.
- [10].- Cheriti A., 2000.- Plantes médicinales de la région de Bechar, Sud-Ouest Algérien,

Rapport CRSTRA, Algerie : 1-12.

- [11].- Bruneton J., 2003.- Pharmacognosie, Phytochimie et plantes médicinales. Ed. Tec et Doc, 3^{ème} éd., France, 191 p.
- [12].- Cheriti A., Belboukhari N. et Hacini S., 2004.- Ethnopharmacological Survey and Phytochemical Screening of Some Medicinal Plants of Algerian Sahara. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 3 : 51-60.
- [13].- Belboukhari N., Cheriti A., 2006.- Phytochemical investigation of the bioactive extract from *Launaea arborescens*. Pak. J. Biol. Sci, vol. 9 (15) : 2930–2932.
- [14].- Sekkoum K., Cheriti A., Taleb S, Bourmita Y. et Belboukhari N., 2011.- Traditional Phytotherapy for Urinary Diseases in Bechar District (South-West of Algeria). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 10 (8): 2616-2622.



مؤليات جامعة بشار

*Annales de l'Université
de Bechar*

Publication Académique

ISSN : 1112-6604

Fondée en 2004

Directeur de la revue

Dr. A. SLIMANI

Rédacteur en chef

Prof. Dr. M. TEHIRICHI

Comité de rédaction

Prof. Dr. A. CHERITI

Prof. Dr. B. DRAOUI

Numéro 7

Année 2010

Adresse : Direction des Annales, Université de Bechar
BP 414, 08000, Bechar, Algérie

Tél./Fax : 213 (0) 49 81 52 44

Web : www.univ-bechar.dz/hawliyat.html

Email : Hawliyat@mail.univ-bechar.dz

Annales de l'Université de Bechar		حوليات جامعة بشار	
Directeur de la revue Dr. A. SLIMANI	Rédacteur en chef Pr. M. TEHIRICHI	Comité de rédaction Pr. A. CHERITI Pr. B. DRAOUI	
Comité Consultatif Sciences, Techniques et Sciences sociales			
Dr. A. Ammiche Pr. A. Belghachi Pr. A. Benabaci Dr. C. Benachiba Dr. M. Benhamou Dr. A. Berga Dr. A. Bouacheria Dr. A. Boudi	Pr. F. Boussali Pr. B. Dadamoussa Pr. D. El Abed Dr. S. Ghezali Pr. M. Habar Pr. S. Hacini Pr. A. Halmaoui Pr. A. Hamouine	Dr. L. Keroumi Pr. A. Khalfi Pr. F. Khelfaoui Pr. A. Marouf Pr. M. T. Meftah Pr. A. Mortad Pr. S. Larbi Pr. M. Rahli	Pr. O. Rahmani Pr. A. Rahmouni Pr. A. Saidane Pr. A. Sengouga Pr. S. Taleb Dr. A. Touhami Dr. Y. Touhami Pr. A. Youcef
Instructions aux Auteurs			
Les Annales de l'Université de Bechar publieront des contributions en sciences fondamentales, appliquées et humaines. Les articles peuvent être rédigés en arabe, en français ou en anglais. Ils ne devront pas avoir été publiés dans une autre revue ou proposés ailleurs pour publication. Les textes devront être préparés conformément aux instructions qui suivent et envoyés en trois (03) exemplaires plus une lettre d'accompagnement spécifiant le thème de l'article à l'adresse de la revue ou par courrier électronique au : Hawliyat@mail.univ-bechar.dz Le manuscrit doit être écrit en Word (TNR de taille 12) en simple interligne, espace 3 cm. L'article ne doit pas dépasser 10 pages. Les figures et les tableaux sont compris dans le nombre de pages permis. Après le titre de l'article (Times New Roman 14, gras, centré), doivent figurer les noms et prénoms des auteurs, adresses postales complètes, adresse électronique, numéros de téléphone et de télécopieur de l'auteur correspondant dont le nom doit être souligné, Suivront les résumés (300 mots maximum) et les mots clés (6 maximum). Titres des chapitres : Majuscules Times New Roman 12, gras, justifié à gauche. Sous titres : Premier niveau: Times New Roman 12, gras justifié à gauche. Deuxième niveau: Italique, Times New Roman 12, gras, justifié à gauche. Equations et formules: claires et lisibles (en particulier les indices et les exposants), centrées et numérotées successivement entre parenthèses. Unités de mesures et abréviations : doivent être conforme au système international. Tableaux et Figures : doivent être insérés dans le texte. Les titres doivent être en gras, Times New Roman 10 et numérotés en chiffres arabes (Tableau 1 : , Figure 1 :). Références bibliographiques : Times New Roman 12, numéro de la référence entre crochets, initiales des prénoms, noms des auteurs, revue, année de parution entre parenthèses, première page de l'article. Pour les livres, thèses et rapport on ajoute en plus les titres et l'éditeur.			

Annales de l'Université de Bechar		حوليات جامعة بشار	
Directeur de la revue Dr. A. SLIMANI	Rédacteur en chef Pr. M. TEHIRICHI	Comité de rédaction Pr. A. CHERITI Pr. B. DRAOUI	
Comité Consultatif Sciences, Techniques et Sciences sociales			
Dr. A. Ammiche Pr. A. Belghachi Pr. A. Benabaci Dr. C. Benachiba Dr. M. Benhamou Dr. A. Berga Dr. A. Bouacheria Dr. A. Boudi	Pr. F. Boussali Pr. B. Dadamoussa Pr. D. El Abed Dr. S. Ghezali Pr. M. Habar Pr. S. Hacini Pr. A. Halmaoui Pr. A. Hamouine	Dr. L. Keroumi Pr. A. Khalfi Pr. F. Khelfaoui Pr. A. Marouf Pr. M. T. Meftah Pr. A. Mortad Pr. S. Larbi Pr. M. Rahli	Pr. O. Rahmani Pr. A. Rahmouni Pr. A. Saidane Pr. A. Sengouga Pr. S. Taleb Dr. A. Touhami Dr. Y. Touhami Pr. A. Youcef
Instructions aux Auteurs			
Les Annales de l'Université de Bechar publieront des contributions en sciences fondamentales, appliquées et humaines. Les articles peuvent être rédigés en arabe, en français ou en anglais. Ils ne devront pas avoir été publiés dans une autre revue ou proposés ailleurs pour publication. Les textes devront être préparés conformément aux instructions qui suivent et envoyés en trois (03) exemplaires plus une lettre d'accompagnement spécifiant le thème de l'article à l'adresse de la revue ou par courrier électronique au : Hawliyat@mail.univ-bechar.dz Le manuscrit doit être écrit en Word (TNR de taille 12) en simple interligne, espace 3 cm. L'article ne doit pas dépasser 10 pages. Les figures et les tableaux sont compris dans le nombre de pages permis. Après le titre de l'article (Times New Roman 14, gras, centré), doivent figurer les noms et prénoms des auteurs, adresses postales complètes, adresse électronique, numéros de téléphone et de télécopieur de l'auteur correspondant dont le nom doit être souligné, Suivront les résumés (300 mots maximum) et les mots clés (6 maximum). Titres des chapitres : Majuscules Times New Roman 12, gras, justifié à gauche. Sous titres : Premier niveau: Times New Roman 12, gras justifié à gauche. Deuxième niveau: Italique, Times New Roman 12, gras, justifié à gauche. Equations et formules: claires et lisibles (en particulier les indices et les exposants), centrées et numérotées successivement entre parenthèses. Unités de mesures et abréviations : doivent être conforme au système international. Tableaux et Figures : doivent être insérés dans le texte. Les titres doivent être en gras, Times New Roman 10 et numérotés en chiffres arabes (Tableau 1 : , Figure 1 :). Références bibliographiques : Times New Roman 12, numéro de la référence entre crochets, initiales des prénoms, noms des auteurs, revue, année de parution entre parenthèses, première page de l'article. Pour les livres, thèses et rapport on ajoute en plus les titres et l'éditeur.			

Annales de l'Université de Bechar		حوليات جامعة بشار	
هيئة التحرير أ.د. شريطي عبد الكريم أ.د. دراوي بلقاسم		رئيس التحرير أ.د. تحريشي محمد	مدير المجلة د. سليمان عيد القادر
الهيئة الاستشارية العلوم - التقنيات - العلوم الاجتماعية			
أ.د. د. العابد	أ.د. ص. حسيني	أ.د. ص. طالب	د. م. بن حمو
أ.د. ص. العربي	أ.د. ع. خالفي	أ.د. ب. دادة موسى	د. أ. بوعشرية
أ.د. ع. بلغاشي	أ.د. ف. خلفاوي	أ.د. ع. مرتاض	د. ع. بودي
أ.د. ع. بن عباسي	أ.د. م. رحلي	أ.د. ع. معروف	د. ع. توهامي
أ.د. ف. بوصالي	أ.د. ع. رحمانى	أ.د. م. ط. مفتاح	د. ي. توهامي
أ.د. م. حبار	أ.د. ع. رحموني	أ.د. ع. يوسفى	د. ل. كرومي
أ.د. ع. حلماي	أ.د. ع. سعيدان	د. ع. برقة	د. ع. عميش
أ.د. ع. حموين	أ.د. ع. سنقوقة	د. ش. بن عشبية	د. س. غزالي
قواعد النشر بالمجلة			
قواعد عامة تنشر مجلة حوليات الجامعة البحوث و الدراسات العلمية، الفكرية و الأدبية في جميع التخصصات مكتوبة باللغة العربية، الفرنسية و الإنجليزية و تكون المقالات مصحوبة بملخصين أحدهما بلغة المقال و الآخر بإحدى اللغتين المتبقيتين، و عدد الكلمات 150 (أو ستة أسطر أقصى تقدير) مع ذكر الكلمات الأساسية أو المفتاحية. كيفية تقديم المقالات يجب ألا يزيد عدد صفحات البحث عن 10 صفحات و بمسافة واضحة بين السطر و السطر، و أن يترك هامش بثلاث سم على كل جانب و من الأعلى و من الأسفل الصفحة. يكتب المقال بطريقة منظمة: مقدمة النتائج، المناقشة و الخاتمة. الملخص بلغة المقال و بلغتين مختلفتين إن أمكن. حجم الخط العنوان Simplified Arabic 14 G العناوين الجزئية Simplified Arabic 12G المتن Simplified Arabic 12 الهوامش Simplified Arabic 10 الإحالات و المراجع مفصلة و بجميع المعلومات تكون في آخر المقال Simplified Arabic 12 التوثيق و التهميش يجب أن تذكر المراجع داخل النص للإشارة إلى رقمها في الفهرس بين قوسين، مثال (5) يشير إلى المصدر أو المرجع المستخدم في البحث عندما يشتمل المرجع على أكثر من مؤلفين يذكر اسم المؤلف الأول متبوعا بعبارة "آخرون". إذا كان المرجع مقالا تذكر أسماء المؤلفين، اسم المجلة و رقمها، سنة النشر و عدد الصفحات المستغلة في البحث. أما بالنسبة للكتب فيذكر في الإحالة إلى المرجع اسم المؤلف، عنوان الكتاب، اسم الناشر، مكان النشر، سنة الطبع و رقم الصفحات المستخدمة من الكتاب. عندما يكون المرجع أشغال الملتقيات العلمية فإن الإحالة تتضمن اسم المؤلف أو أسماء الباحثين، السنة للتعريف بالملتقى، و تحديد مكانه و فترته، اسم الناشر و الصفحة الأولى الخاصة بمناقشة النتائج.			

تم الطبع بمطابع: دار الهدى للطباعة والنشر والتوزيع

المنطقة الصناعية ص ب 193 عين مليلة - الجزائر

الهاتف: 032.44.92.00 // 032.44.95.47 الفاكس: 032.44.94.18

web: www.elhouda.com

e-mail: darelhouda@yahoo.fr

Sommaire

<i>Acacia Raddiana</i> in Algerian Sahara Eco-botanical data & phytochemical screening Y. Belhadjadji, N. Belboukhari & A. Cheriti	05
Nutrition et alimentation de <i>Tilapia nilotica</i> A. Fedol, A. Cheriti, A. El Mir, A. Benmohamed & M. Benmoussa	18
Etude théorique des terpènes 18 α -oleanane et A- <i>neo</i> -18-oleanene H. Djeradi, A. Rahmouni & A. Cheriti	27
La formulation du béton de sable à base des matériaux locaux I. A. Aguida & A. Hamouine	32
Emprunt bancaire et emprunt obligataire : quel choix pour l'entreprise algérienne ? N. Boukhezer-Hammiche	44
Les sociétés de gestion des participations M. Abbar	58
La force du NON - La pensée soufie en tant qu'engagement désintéressé O. Galleze	66
Recurrent Mistakes in Writing among Students at the University of Béchar T. Abbou	78
La discontinuité énonciative dans <i>L'infante Maure</i> de Mohamed Dib N. Berbaoui	87
Note de toxicité : Cas d'insecticide naturel pour des termites sahariens Y. Bourmita, A. Cheriti & M. D. Ould El Hadj	94

Note de toxicité : Cas d'insecticide naturel pour des termites sahariens**Younes Bourmita ¹, Abdelkrim Cheriti ¹ & Mohamed Didi Ould El Hadj ²**¹) Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique

Université de Béchar 08000 Béchar

²) Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-Arides

Université Kasdi Merbah, Ouargla

Introduction:

Dans plusieurs régions d'Afrique et d'Asie, la production agricole est sérieusement éprouvée par les sécheresses périodiques, l'érosion des sols et par la désertification. Elle est également fortement endommagée depuis longtemps par les xylophages, en l'occurrence les termites. Les termites sont des fléaux anciens, causant de graves dommages dans certaines régions du globe. Face à ce fléau, l'homme a l'ingéniosité de recourir à plusieurs méthodes de lutttes, physiques, biologiques et chimiques. Depuis quelques décennies, une prise au sérieux des problèmes environnementaux a incité les organismes et les institutions de recherche à développer beaucoup plus les méthodes biologiques, sous ses diverses formes en vue de limiter l'usage des pesticides chimiques. L'une de ses formes est l'exploitation des composés secondaires, provenant des plantes dans la lutte contre les insectes nuisibles. De nombreuses espèces végétales ont été testées afin d'étudier leurs propriétés insecticides et leur toxicité. Le Sahara dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, plusieurs espèces sont connues par leurs propriétés thérapeutiques ou toxiques remarquables. Au vu de ce constat, et pour mieux caractériser les potentialités de la flore saharienne et de la valoriser, dans le cadre de la recherche des molécules bioactives, d'origine végétale, efficaces dans la lutte contre les ravageurs, la présente étude se propose de s'orienter sur les activités biologiques des extraits d'espèces végétales du Sahara septentrional Ouest algérien, sur des fourmis de type saharien, dans le but de rechercher leurs effets sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de ce ravageur.

Généralités.**Extraits de plantes et les ravageurs**

Plusieurs travaux sur la manipulation individuelle des insectes en vue de la détermination des effets insecticides ont été élaborés mais le problème de la toxicité reste toujours mal contrôlé [17]. Les premiers travaux réalisés ont utilisé les plantes et leurs parties ou leurs extraits [15, 16].

Effets sur le comportement

Des effets anti-appétants ont été observés : des extraits d'ail perturbent la prise alimentaire du coléoptère *Epilachna varivestis* (coccinelle mexicaine du haricot). Le comportement de ponte chez deux lépidoptères, *Pieris brassica* la piéride du chou, et *P. napi* la piéride du navet, est inhibé par des extraits d'oignon. Des extraits d'ail réduisent significativement le taux de ponte des femelles de psylle du poirier, *Cocopsylla pyricola*. Des extraits d'ail et d'oignon perturbent également l'établissement du puceron vert du pêcher *Myzus persicae* sur sa plante hôte et empêchent l'alimentation de l'insecte, entraînant le cas échéant la mort de celui-ci [1, 2].

Effets insecticides

Divers ordres d'insectes sont sensibles aux effets insecticides des Alliées. Ainsi les extraits d'ail se révèlent toxiques pour le puceron des céréales *Sitobion avenae*, le puceron bicolore des céréales *Rhopalosiphum padi*, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella*, les larves de doryphore *Leptinotarsa decemlineata* et de piéride du chou *P. brassicae*, cinq espèces de moustiques des genres *Culex* et *Aedes*, les puces, la mouche domestique *Musca domestica* et le dermeste des grains *Trogoderma granarium*. Chez la mouche blanche des serres *Bemisia argentifolii*, les oeufs, nymphes et adultes sont sensibles à la présence de divers extraits d'ail. De même les oeufs, larves et adultes des coléoptères des stocks, *Tribolium castaneum* le petit ver de la farine et *Sitophilus zeamais* le charançon du maïs, présentent une mortalité qui dépend de la concentration de l'extrait d'ail utilisé. Une action ovicide de l'ail frais a été mise en évidence sur la punaise *Dysdercus koenigii* et les noctuelles *Earias vitella*, *Spodoptera litura* le ver du cotonnier, et *Helicoverpa armigera* la noctuelle de la tomate. Les individus parvenant à éclore ne terminent leur développement qu'en très faible proportion. Le poireau s'est révélé toxique pour *Drosophila melanogaster*, la mouche du vinaigre. [1].

Les insectes xylophages

Les xylophages (au sens large) consomment de la matière ligneuse au cours de tout ou partie de leur cycle de développement et regroupent les insectes sous-corticaux, qui se limitent aux assises génératrices et au liber sans pénétrer dans l'aubier, et les insectes xylophages stricts qui forent une galerie plus ou moins profonde à l'intérieur du bois dès le début du processus de colonisation ou après une phase sous-corticale. Le terme « xylophages » désigne uniquement les insectes xylophages stricts à l'exclusion des insectes sous-corticaux.

Les termites souterrains

Les termites souterrains commettent tous les ans, dans le monde entier, des millions de dollars de dégâts dans les bâtiments et les collections, construisent leur nid dans le sol ou dans le bois ou les matières végétales en contact avec le sol [1, 2]. Ils sont capables d'atteindre le bois et les matières cellulosiques situés au-dessus du sol en se déplaçant à l'intérieur de tunnels protecteurs de terre édifiés par les ouvriers. Ils sont presque toujours reliés ainsi à la colonie. On connaît de rares cas où ils se sont installés durablement dans du bois mouillé en zone humide sans aucun raccordement au sol. Les ouvriers maçonneront de la terre et du bois triturés avec de la salive et des excréments liquides pour constituer une espèce de ciment boueux. La construction de tunnels est caractéristique des termites souterrains et facilite le repérage des dégâts qu'ils causent. Les ouvriers sont la seule caste du système social capable d'ingérer les matières

cellulosiques et de les digérer. Ils les régurgitent après digestion pour nourrir les nymphes ouvrières, les soldats, les rois et les reines, les sexués de remplacement et les individus ailés. Si une section de la colonie se trouve, pour une raison ou une autre, isolée du reste, les sexués de remplacement assument la fonction de ponte dans la nouvelle colonie. Les mesures de lutte contre les termites visent à séparer la colonie de sa source de nourriture par des barrières chimiques placées dans le sol [14].

Choix du model physiologique.

Définition

L'ORDRE DES ISOPTÈRES (Termites)

TERMITE, *nom masculin*, du latin Termes, Termitis, ver rongeur.

Classification

Les termites sont des insectes primitifs du super ordre des Blattoptéroïdes et de l'ordre des Isoptères. Ce sont donc de relativement proches parents des Blattes.

Morphologie

Ce sont des insectes à développement direct (amétaboles), à appareil buccal de type broyeur, à deux paires d'ailes membraneuses. Au repos, les ailes se superposent à plat, sur la face dorsale de l'animal. A la base des ailes, existe une suture basilaire, ligne de moindre résistance, suivant laquelle l'aile se brise après l'essaimage.

Nutrition

Insecte xylophage, la cellulose est le principal aliment énergétique des termites. Elle est digérée à l'aide de symbiotes : bactéries, zooflagellés, champignons basidiomycètes.

Vie sociale

De point de vue sociobiologique tous les termites mènent une vie sociale d'une grande complexité et leur société comprend à côté des sexués fonctionnels, des castes neutres aptères : soldats et ouvriers. Les sexués essaimants sont des insectes typiques de la population, pigmentés et ailés. Ils perdent leurs ailes au cours de la parade nuptiale (période spécifique). Les sexués imaginaires peuvent être remplacés par des sexués néoténiques ou sexués de remplacement.

Rôle écologique

De part leur mode de nutrition, les termites contribuent à la formation de l'humus et à la dissémination des graines et spores de différents végétaux, ils mènent à la dégradation des substances et formation des éléments de la pédologie de sol.

Le peuplement en termites

La composition et la répartition de la faune en termites est largement conditionnée par le facteur eau. Les espèces doivent avoir la possibilité de se soustraire à la sécheresse qui sévit pendant la majeure partie de l'année. Les adaptations à ces conditions extrêmes sont variées : L'architecture des nids peut permettre la création d'un microclimat spécial (murailles massives du nid de *Bellicositermes* qui atteignent 0,5 à 1 m d'épaisseur). Les populations des nids peuvent entreprendre des déplacements journaliers ou saisonniers en profondeur (*Trinervitermes*). Les termites peuvent amener de l'eau sur les parois du nid, ou rechercher des microbiotopes favorables (souches d'arbres morts, nids complexes d'autres espèces) [14].

Ce que dit la bibliographie :

Selon la bibliographie nous avons pu distinguer trois catégories des termites comme suit :

-Termites de bois sec

.*Cryptotermes brevis*, urbain, commun et nombreux dégâts dans les maisons, Caraïbes

.*Cryptotermes dudleyi*, rare à La Réunion, nuisible en Afrique, Madagascar, îles Maurice, etc

.*Cryptotermes pallidus*, ville/campagne, attaque le bois mort, peu dangereux, Mascareignes

.*Procryptotermes falcifer*, commun, ravageur des arbres en milieu naturel, Mascareignes

.*Neotermes reunionensis*, relativement rare, en forêt humide.

.*Postelectrotermes howa*, travaux en cours, en forêt humide.

-Termites souterrains

.*Coptotermes havilandi*, très commun, ville et campagne, très nuisible aux habitations

.*Prorhinotermes canalifrons*, assez rare, nuisible aux manguiers, présent à Madagascar

-Termite arboricole

.*Microcerotermes subtilis*, rare, dans les troncs creux, nuisible à Madagascar et Seychelles

PLANTES SPONTANES TOXIQUES ET EFFET INSECTICIDE.**1/ Matériel végétal**

Le projet portera essentiellement sur plusieurs volets que nous jugeons très favorables :

- L'inventaire et l'identification ethnobotanique des individus toxiques qui constituent la population naturelle de nos zones arides [4, 5, 6, 7, 8, 9].
- Une enquête ethnobotanique à travers un questionnaire sur les utilisations des plantes médicinales à intérêt (antimite et antiseptique).

Un choix préliminaire s'articule sur :

- *Calotropis procera* Asclepiadaceae

Nom français : Pommier de Sodomme **Nom vernaculaire :** *kranka plante toxique*.

Nous avons choisi comme matériel biologique les feuilles de *Calotropis procera* à l'état végétatif, récoltée au sud-ouest algérien (Béchar),

Situation : Commun dans le Sahara central et méridional. Espèce saharo-arabique. De taille de : 2 à 3 m

Description botanique : Petit arbre à écorce donnant un liège épais, grandes feuilles ovales. Grandes fleurs pourpres de 3 cm à pétales étalés. Gros fruits ovoïdes de 5 à 10 cm [10, 11, 13, 14].

- *Hyoscyamus muticus* Solanaceae

Nom français : Jusquiame **Nom vernaculaire :** *elbtima*

Situation : Dans tout le Sahara. Espèce saharo-arabique. De taille entre 40 et 60 cm

Description botanique : Plante herbacée vivace, en touffes.

Feuilles dentées à la base, oblongues dans le haut, visqueuses et couvertes de poils courts.

Fleurs en cymes avec un grand calice veiné à corolle blanche et violet noir dans le haut du tube. Elles produisent des capsules.

Cette plante est très toxique, elle provoque des hallucinations, elle contient des alcaloïdes.

Nous avons choisi comme matériel biologique les feuilles de **Jusquiam** à l'état végétatif, récoltée au sud-ouest algérien (Béchar) [10, 11, 13, 14].

• ***Datura stramonium* Solanaceae** Nom français : **Trompette du diable** **herbe du diable, stramoine** plante toxique Plante très toxique car contenant des alcaloïdes.

Situation : Dans les oasis, espèce originaire du Mexique. Taille : 40 à 150 cm

Description botanique : Plante annuelle, aux branches étalées. Grandes feuilles simples, entières, veloutées de couleur bleu-gris. Grandes fleurs blanches en trompette, tournées vers le ciel. Les fruits sont des capsules globuleuses garnies de piquants. A maturité, les capsules s'ouvrent en quatre. Les graines sont noires.

• ***Nerium oleander* Apocynaceae** Nom français : **Laurier-rose** Nom vernaculaire **Edefla**

Situation : Espèce méditerranéenne présente dans tout le Sahara, dans les lits d'oueds et près des points d'eau. Taille : 1 à 4 mètres [10, 11, 13, 14].

Description botanique : Arbre ou arbuste à longues feuilles lancéolées, persistantes, glabres, verticillées par 3, avec une nervure médiane très saillante en dessous. Inflorescence en cyme. Fleur avec une grande corolle, rose ou plus rarement blanche.

Le fruit est une longue capsule libérant des graines couvertes de nombreux poils roux. La plante est nommée defla en arabe.

Cette plante est également toxique par contact des parties coupées sur la peau. De plus, ses rameaux ne doivent pas être utilisés comme combustible pour faire griller de la viande ou un produit alimentaire.

OBJECTIF

L'objectif général était d'étudier les propriétés insecticides-chimiques et biochimiques des tiges et feuilles de *trois plantes* Récoltées au sud ouest algérien.

D'une manière spécifique, l'étude devrait permettre de :

- Déterminer les principaux groupes chimiques et toxiques présents dans les extraits des tiges et feuilles des plantes [4, 5, 6].
- Nos essais seront surtout fondés sur la teneur en C de l'appareil photosynthétisant et résumé par le classique rapport C/N des plantes utilisées et leurs extraits. À déterminisme à la fois endogène (capacités génétiques et systématiques) et exogène reliant composition biochimique et contraintes écologiques. L'antagonisme C/N appuie le concept antérieur des tactiques phytochimiques opposent plantes riches en tanins (donc en C) et plantes riches en alcaloïdes (donc en N). Cette structuration phytochimique illustre la concurrence évolutive entre habitus ligneux et herbacé dans le cadre des

stratégies adaptatives. Loin d'être livrée au hasard, il existe donc une logique organisatrice des communautés végétales au niveau biochimique.

Protocole Expérimental et Méthodologie.

1. Première partie.

- 1/ Mise au point bibliographique sur les nuisances des insectes les plus fréquents et leurs modes d'installation dans un système vital tels qu'une denrée végétale ou substance organique et les méthodes actuelles de mise en évidence du degré de dégradation et de nuisance.
- 2/ Choix du model et l'échantillon dépend des capacités et fréquence des insectes.
- 3/ Analyse macroscopique (utilisation des loupes) et recensement des ravageurs. Avec élaboration d'une carte de distribution géographique.
- 4/ Comparaison entre les points contaminés par les ravageurs les plus fréquents. A l'aide des macro-analyses des constituants biochimique (C/N). Ceci conduit déterminer l'équilibre dynamique entre ces insectes phytophages et leurs hôtes [12, 15, 16].
- 5/ Préparation des extrait sous forme de **marcs de plante (feuilles, tiges)**. Dans l'eau chaude.
- 6/ Les feuilles sont séchées à l'ombre, broyées en poudre, puis soumises à l'extraction par l'eau chaude.

2. Deuxième partie

1. inventaire des zones attaquées.
2. essai de l'identification de l'insecte ravageur.
3. essai de comprendre le mode de vie et de reproduction ainsi que la nutrition.
4. récolte des plantes choisies
5. études de la toxicité comparée des extraits de plante sur la physiologie des insectes
6. Déterminer la toxicité et le toxidrome des extraits des tiges et feuilles des plantes. En se basant sur l'analyse phytochimique des plantes et parties utilisées [12]. Après trempage des tranches en bois pendant 24H en vue des essais de la toxicité comparée sur l'activité des termites.
 1. Installation des piquets en bois près des termitières en cour de développement.
 2. Contrôle de développement de l'enrobage des piquets par les grains de sable et substrat des sécrétions.
 3. contrôle in vitro de la CL50 (24h) sur les spécimens biologiques

Conclusion.

Les résultats bien que préliminaires, témoignent prochainement la bonne activité insecticide des extraits aqueux des poudres végétales. Parmi plusieurs extraits testés, ceux du bois des tiges et des feuilles des plantes spontanées des zones arides constituent des biocides prometteurs pour la lutte contre les ravageurs nuisibles. Ils sont en effet plus efficaces sur les générations du deuxième stade (L2) que sur celles du quatrième stade (L4), avec des CL50 (24 h) plus faibles, et par conséquent plus efficaces. Les extraits de la phase aqueuse brute de ces plantes devront être soumis à une séparation de manière à isoler et concentrer les substances actives, qui certainement pourront présenter des CL50 beaucoup plus faibles et devraient pouvoir être valorisés en tant qu'insecticides biologique de remplacement.

Références bibliographiques

- [1] Arnault I. André I., Diwo-Allain S., Auger J et Vey F. Propriétés pesticides des alliées Biodésinfection des sols maraîchers au moyen d'oignon et poireau ed. PHYTOMA • La Défense des Végétaux - N°578 Janvier 2005. pp.40-43.
- [2] Al-Yahyaa M.A, AL-Farhanb A.H., Adam S.E.I., Preliminary toxicity study on the individual and combined effects of *Citrullus colocynthis* and *Neriumoleander* in rats. *Fitoterapia* 2000, 71 p 385-391
- [3] Bagnères A.G. & al., J. Economic entomology, 2009, 99(1), 1
- [4] Belboukhari N.& Cheriti A., Elec. J. Env., Agron. Food Chem. 2008, 7(14) 2749.
- [5] Cheriti A.& al., Chem. Nat. Pak. J. Biol.Sci.,2005, 42(3),360.
- [6] Cheriti A., Apport de la recherche sur les plantes médicinales du Sud Ouest Algérien, CRSTRA, 2002.
- [7] Cheriti A., Belboukhari N., Sekkoum Hacini S., Plants of Algerian semi-arid regions used for the treatment of gastro-intestinal disorders. *J alg. des régions arides* 2006; (05) 06-10
- [8] Cheriti A., Saad A., Belboukhari N., Hacini S., Flav. Frag. Jour. 2007, 22, 286.
- [9] Gonzalez-tejero et al., Medicinal plants in the Mediterranean area : synthesis of the results of the project rubia. *J of Ethnopharm* 2007; (116) 341-357.
- [10] Hammiche V., Maiza K., Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer *J of Ethnopharm.* 2006; (105).358-367
- [11] Maiza, K., Brac de la Perriere, R.A., Hammiche, V. Récents apports a l'ethnopharmacologie du Sahara algérien: Actes du 2eme Colloque Européen d'Ethnopharmacologie & 11eme Conférence Internationale d'Ethnomédecine. Heidelberg 1993; 169-171.
- [12] Mengistu Gemech Chemical study of anti-termite extract of saw dust of *hagenia abyssinica*, *Master of science in chemistry addis ababa university school of graduate studies*, 2007, PP,47.
- [13] Oueld el hadj M. didi et al., Courrier du savoir, 2003. (03). Pp.47-51.
- [14] Ozenda P., Flore et végétation du sahara C.N.R.S Paris 1991-2004; p. 663.
- [15] Leplage L., Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional Sénégal : données préliminaires sur l'écologie des termites Extrait de LA TERRE ET LA VIE Revue d'écologie appliquée office de la recherche scientifique et technique vol.26, 1972, p.325-472
- [16] Philogene B.J.R .L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris 1991, pp. 269-278.
- [17] Pichon. G. et al. Note technique: Confection de tubes grillagés pour la manipulation individuelle de moustiques adultes. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent.méd., et Parasitol., vol.X, no 4, 1972 : 327-330.