



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaïa

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre

قسم البيولوجيا

Département de Biologie



مخبر الرياضيات والعلوم التطبيقية

N°d'enregistrement

/...../...../...../...../.....

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat 3^{ème} cycle L.M.D.

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences biologiques

Spécialité: Ecologie saharienne

Évaluation du pouvoir biocide des huiles de graines de *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) et *Datura stramonium* L. (Solanaceae) récoltées dans la région de Ghardaïa

Soutenue publiquement le : 29/06/2021

Par
HEROUINI Amel

Devant le jury composé de:

| | | | |
|--------------------------|----|--------------------|--------------------|
| M. BOURAS Nouredine | Pr | Univ. Ghardaïa | Président |
| M. KEMASSI Abdellah | Pr | Univ. K.M. Ouargla | Directeur de thèse |
| M. OULD EL HADJ M. Didi | Pr | Univ. K.M. Ouargla | Examineur |
| M. GUENDOZ-BENRIMA Atika | Pr | Univ. Ghardaïa | Examineur |

Année universitaire: 2020 /2021

Dédicaces

🌹 A la mémoire de ma très chère grand-mère Mani Habibti (paix à son âme)

🌹 A la mémoire de ma tante unique Zohra (paix à son âme)

🌹 A la mémoire de mes chers regrettés grands parents paternels et maternels (paix à leurs âmes)

🌹 A ma mère la lumière de ma vie

🌹 A mon père la raison de mon existence

🌹 A mon chère frère Abdouelouheb

🌹 A mes chères sœurs Anfal et Wissal

🌹 A mes adorables, tantes et oncles

🌹 A mes chers (es) amis (es)

🌹 A mes grandes familles **HEROUNI et BAROUD**



🌹 Ce travail est dédié.
Amel HEROUNI

Remerciements

Mes remerciements vont avant tout à mon Dieu, je remercie, ALLAH créateur pour cette faveur qu'Il a bien voulu m'accorder, qui m'a donné la force physique, morale et intellectuelle, la volonté et le courage d'être persévérante jusqu'au bout. De m'avoir guidé durant toutes ces années et m'avoir permis de réaliser mon rêve et celui de mes chers parents et de ma petite famille. Je lui donne toute la Gloire et toute la Louange. **Alhamdulillah**

A mes chers parents

Je tiens à remercier, mes chers parents surtout **Mama**. Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. J'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices. Puisse dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A **mon père** pourriez vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et tous de vos efforts. En ce jour, j'espère réaliser l'un de tes rêves. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur. Pour Ils ont pris soin de moi tout au long de mes années d'études et leur soutien financier et psychologique pour moi à tous égards et leur patience est au dessus de moi.

Je tiens à remercier Monsieur le professeur **KEMASSI Abdellah** directeur du Laboratoire de recherche Mathématiques et Sciences Appliquées (LMSA- Université de Ghardaïa), professeur à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université de Ouargla. Mon directeur de thèse, qui a su orienter judicieusement mon travail tout en me laissant la liberté de faire mes propres choix ; je lui suis très reconnaissante pour sa confiance en moi et sa disponibilité malgré ses nombreuses charges et responsabilités, surtout dans les moments difficiles, l'aide qu'il m'apportée, les remarques et conseils pertinents qu'il m'adressés tout au long de ce travail. Un grand merci également pour son engagement dans l'encadrement durant toute la période de mes études de premier cycle (Licence, Master et Doctorat). Sa participation aux discussions de fond, ses suggestions éclairées et critiques honnêtes, son enthousiasme et ses encouragements auront été pour moi essentiels. Qui a suivi cette étude avec beaucoup d'intérêt, qu'il trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance et ma gratitude pour sa gentillesse, ses précieux conseils, son aide et surtout pour sa disponibilité, encore merci. Je suis fière de vous exprimer mes très profondes reconnaissances et mes sentiments les plus sincères et mon admiration.

☞ Je suis particulièrement honorée de la présidence du Jury Monsieur **BOURAS Noureddine**, professeur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre université de Ghardaïa qui me fait le grand honneur de présider le jury et d'évaluer ce travail. Permettez moi ainsi de vous exprimer ma profonde gratitude, mes sincères remerciements et mon profond respect.

☞ Je suis très sensible à l'honneur que me fait **M. Pr. OULD EL HADJ Mohamed Didi**, Professeur à l'U.K.M. Ouargla ; qui a bien voulu accepter de juger ce travail et de faire partie du jury. Merci de vous être déplacés. Je désire vous remercier de l'amabilité et la gentillesse avec laquelle vous m'avez reçu.

☞ J'adresse mes vifs remerciements à Mme. **BENRIMA Atika**, Professeur à faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre université de Ghardaïa. Permettez moi de vous exprimer l'expression de mon profond respect et mes remerciements les plus sincères pour l'intérêt qu'ils portent pour juger ce modeste travail, et pour avoir accepté de faire partie de mon jury. Merci de vous être déplacés.

Mes remerciements les plus sincères vont également à **M.** le Professeur. **Hüseyin CEBECL**. Professeur à l'université d'Istanbul faculté de foresterie, à **M.** le Professeur. **Hamit AYBERK**, Professeur à l'université d'Istanbul faculté de foresterie, et à **Mme.** Le Professeur. **Ahsen Ezel Bildik** Professeur à l'université d'Istanbul faculté de Chimie, qu' il me paraît important de vous remercier de m'avoir accueilli(e) dans votre université, Merci également à vous et à tous les autres enseignants de la faculté de foresterie Istanbul qui ont mis tout en œuvre pour que mon stage se déroule dans les meilleures conditions possibles. Durant mon stage, j'ai eu l'occasion d'être associé à votre laboratoire et d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences. Celles-ci me seront fort précieuses pour la continuation de mon expérience à venir. Ainsi, le temps, l'attention, l'intérêt que vous avez bien voulu me témoigner n'ont pas été perdus.

Un merci particulier adressé au **M. Dr. Fouzi BENBRAHIM** Directeur de l'École Normale Supérieure Ouargla s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long des années. Ainsi je le remercie pour l'aide et tout le temps qu'il a bien voulu nous sacrifier.

Avec toute ma reconnaissance, je vous prie d'agréer mes sincères remerciements aux personnes dont leur contribution à notre travail est non négligeable, notamment tout le personnel de l'administration, du laboratoire de la faculté de Science de la nature et de la vie de l'Université de Ghardaïa et les membres du comité de formation doctorat en sciences biologiques.

☞ **M. le Dr. KHANE Bachir** le doyen de la faculté de science de la nature et de la vie pour ses conseils et critiques constructives, le fait d'être toujours montré à l'écoute ainsi que sa rigueur scientifique impose l'estime et le respect. Je vous remercie infiniment.

☞ **M. BEN SAMOUN Youcef** Maître assistant A et le chef de département de Biologie Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre Université de Ghardaïa ;

☞ **Mme. Wafa BENSANIA** ; Maître assistant A (Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre Université de Ghardaïa) et Le vice-doyen chargé de la pédagogie ;

☞ **M. le Dr. Saïd BELGHITH**, Maitre de conférence B et le Vice doyen de Post-Graduation et la Recherche Scientifique Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre Université de Ghardaïa ;

☞ **M. le Dr. El-Yamine GUERGUEB**, Maitre de conférences de classe A à l'Université de Ghardaia, et président du comité scientifique du département de biologie. Je tiens à vous remercier pour la gentillesse avec laquelle vous m'avez reçu, et pour le soutien moral continu que vous m'avez apporté.

☞ **M. le Dr. Mohamed KRIMET**, Maitre de conférences B Doyen de la Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre Université de Ghardaïa, Merci pour votre aide précieuse dans la partie analyse statistique et vos conseils ;

A tous les enseignants du département de Biologie et d'Agronomie de l'Université de Ghardaïa, qui n'ont cessé de m'encourager en particulier : Dr. OUCI Houria, Mme. KEBEB Leila, Mme. HAMAM Salima, Dr. Guergueb Soumia, Dr. BENKHRARA Saleh, Dr. KHELLAF, M. Abdhafid SEBIHI et Dr. Bouneb Chouab.

Mes vifs remerciements aux techniciennes des laboratoires de la faculté SNVST pour leurs aides et leurs patiences, un grand merci en particulier au personnel de laboratoire du département de biologie université de Ghardaia: Hichame Ben hamouda ; Ali Moulay, Nourrdine MSITFA, Bachir LAOUER , Imène DJEBRIT, Yamina HADJKOUIDER, Souhila GZIAL, Nadajet HADJ OMAR et Ahlem ZAHOUANI ;

Mes remerciements les plus profonds et spéciaux, les plus sincères, les plus cordiaux vont à l'endroit de M. **Hicham BEN HAMOUDA** technicien de laboratoire pour votre aide morale, technique et matérielle, pour vos conseils et votre soutien et pour m'avoir fourni les moyens matériels nécessaires à la réalisation de mon expérimentation, ayant permis la réalisation sans difficulté du présent travail, continuellement et sans hésitation. J'ai l'honneur de vous exprimer mes très profondes reconnaissances et mes sentiments les plus sincères

J'adresse mes remerciements les plus profonds plein d'amour également à mes chères collègues et amies, la liste est très longue et les sentiments sont très forts mais l'exhaustivité est impossible dans la mesure où le temps et l'espace sont limités. Je remercie tout d'abord mes fidèles sœurs **Imène Hamel** et **Fatna Araba, Sabrina Darem**, surtout **Habiba** Ben abderrahmane, Dounia (Professeur de la langue Arabe), Manel, et **Soumia** HEROUINI (Professeur de la langue Anglaise) qui ont été présent dans des moments de bonheur et de malheur. Qui m'ont accompagnée durant toutes les sorties de prospection, réalisées durant la période de collections des plantes, dans des conditions parfois difficiles. Avec qui j'ai toujours su entretenir une ambiance chaleureuse et amicale. Je mentionne en particulier **Ishak Rouidji** "un grand merci spéciale", Faredj Chikhi , Cheibany Jidoumou, Bobaker Chalgui, Abdelmoumen Zergat, **Walid MOULAY AMAR**, Abdelmalik Raouari, Abdou Chraa et chère sœurs **Hafssa GUASSOUM**, Sabrina Darem, Zemzem, Salsabil, Yasmine cousine, Linda, Radia. Merci ! Je ne saurai jamais oublier notre chauffeur **Sliman ATTACHI**.

Je remercie chaleureusement toutes les personnes qui, d'une façon ou d'une autre, ont collaboré avec moi ou m'ont autorisée à exploiter leurs travaux. A tous les chercheurs et les doctorants du laboratoire de Mathématique et science appliqué (L.M.S.A) en particulier mes chers collègues : **Fatna** ARABA ; **Imène** HAMEL ; **Reghaia** OTHMANI ; **Faredj** CHIKHI ; **Ahmed** AITOUDIA et **Zakaria** TAIBAOUI.

A ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce document, A tous ceux qui m'ont aidé à accomplir ce travail trouvent ici mes profondes reconnaissances et l'expression de ma profonde gratitude.

Mes vifs remerciements vont à toute ma famille proche, et lointaine. Pour leur soutien en particulier mes chères sœurs Anfale et Wissal. Un grand merci à mon frère Abdou et mes chers cousins : **Smail** CHERIF, **Sédik** et **Ahmed** HEROUINI et surtout **BadrElddine** Mellakh.

A tous ceux que j'ai cité ou je n'ai pas pu citer, toutes mes excuses, que Dieu vous bénisses et vous récompense, Amine !

 **Amel HEROUINI**



Soutenance de thèse

Table des matières

Table des matières

| | | |
|---|--|-----------|
| | Liste des tableaux | 05 |
| | Liste des figures | |
| | Liste des photographies | |
| | Résumé | |
| | المخلص | |
| | Abstract | |
| Introduction | | 05 |
| Chapitre I : Méthodologie de travail | | 06 |
| I.1 | Principe adopté | 07 |
| I.2 | Choix des espèces végétales | 08 |
| I.2.1. | <i>Citrullus colocynthis</i> (L) Schard. (Cucurbitaceae)..... | 08 |
| I.2.2. | <i>Datura stramonium</i> (L) (Solanaceae)..... | 11 |
| I.2.3. | <i>Pergularia tomentosa</i> (L) (Asclepiadaceae) | 13 |
| I.3 | Préparation des huiles des graines | 16 |
| I.3.1. | Collection des graines | 16 |
| I.3.2. | Rinçage et Séchage | 16 |
| I.3.3. | Broyage | 16 |
| I.3.4. | Protocole d'extraction par Soxhlet | 17 |
| I.4 | Analyses physico chimiques de l'huile de graines de <i>Citrullus colocynthis</i> , <i>Pergularia tomentosa</i> et de <i>Datura stramonium</i> | 18 |
| I.4.1. | Paramètres physique | 19 |
| I.4.1.1. | Caractères organoleptiques | 19 |
| I.4.1.2. | Densité relative | 19 |
| I.4.1.3. | Indice de réfraction (I.R) (ISO 6320) | 19 |
| I.4.1.4. | Potentiel d'Hydrogène (pH) | 20 |
| I.4.2. | Paramètres chimiques | 20 |
| I.4.2.1. | Indice d'acide (Norme Française T60 204) | 21 |
| I.4.2.2. | Indice de saponification (NF ISO 3657) | 21 |
| I.4.2.3. | Indice de peroxyde | 22 |
| I.4.2.4. | Indice d'iode :(NF ISO 3961) | 23 |
| I.5 | Insecte test | 24 |
| I.5.1. | Choix de l'insecte | 24 |
| I.5.2. | Élevage de masse | 25 |
| I.6 | Étude de la toxicité sur <i>Tribolium castaneum</i> | 26 |
| I.6.1. | Tests biologiques | 26 |
| I.6.2. | Constitution des lots expérimentaux | 26 |
| I.6.3. | Modes d'applications | 26 |
| I.6.3.1. | Traitement par contact | 26 |
| I.6.3.2. | Traitement par ingestion | 27 |
| I.7 | Exploitation des résultats | 30 |
| I.7.1 | Paramètres toxicologiques étudiés | 30 |
| I.7.1.1 | Rendement d'extraction (RE) | 30 |
| I.7.1.2 | Taux de mortalité | 30 |
| I.7.1.3 | Dose létale (DL) | 30 |
| I.7.1.4 | Temps létaux (TL50 et TL90) | 31 |

| | | |
|--|---|-----------|
| Chapitre II : Résultats et discussion | | 32 |
| II.1 | Rendement et propriétés physico-chimique des huiles extraites | 33 |
| II.1.1 | Rendement d'extraction | 33 |
| II.1.2 | Caractérisation physico-chimique des huiles extraites..... | 35 |
| II.1.2.1 | Paramètres physiques des huiles extraites | 35 |
| II.1.2.2 | Paramètres chimiques des huiles extraites | 36 |
| II.2 | Étude de la toxicité par contact | 40 |
| II.2.1 | Effet sur la mortalité | 40 |
| II.2.2 | Variance de la toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 43 |
| II.2.3 | Efficacité insecticide des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 47 |
| II.2.4 | Évaluations des temps létaux | 56 |
| II.3 | Étude de la toxicité par ingestion | 61 |
| II.3.1. | Effet sur la mortalité | 61 |
| II.3.2. | Étude de la cinétique de la mortalité | 65 |
| II.3.3. | Doses létales | 71 |
| II.3.4. | Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 75 |
| II.3.5 | Évaluations des temps létaux | 79 |
| Conclusion | | 89 |
| Références bibliographiques | | 94 |
| Annexes | | |
| Annexe I | | |
| Annexe II | | |
| Production scientifique | | |
| Publications internationales | | |
| Publications nationales | | |
| Communications internationales | | |
| Communications nationales | | |



Liste des tableaux

| N° | Titre | Page |
|----|--|------|
| 1 | Lieu, stade et période de récolte des espèces végétales étudiées | 08 |
| 2 | Détermination des paramètres physico-chimiques de l'huile de graines de <i>Citrillus colocynthis</i> , <i>Pergularia tomentosa</i> , <i>Datura stramonium</i> | 18 |
| 3 | Caractères physique des huiles de graines de <i>Citrulus colocynthis</i> , <i>Datura stramonium</i> et de <i>Pergularia tomentosa</i> | 35 |
| 4 | Caractères chimiques des huiles de graines de <i>Citrulus colocynthis</i> , <i>Datura stramonium</i> et de <i>Pergularia tomentosa</i> | 36 |
| 5 | Variation des taux de mortalité cumulée enregistrés au niveau de différents lots d'imagos de <i>Tribolium castaneum</i> témoins et traités par contact par les huiles de graines de trois plantes étudiées | 42 |
| 6 | Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 46 |
| 7 | Doses létales 50 (DL50) et 90 (DL90) des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de <i>Tribolium castaneum</i> | 48 |
| 8 | Temps létaux 50 et 90 des huiles de graines de trois plantes étudiées appliquées par contact sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 56 |
| 9 | Doses létales (DL50%, DL90%) des huiles de graines de trois plantes étudiées appliquées par ingestion sur les imagos de <i>T. castaneum</i> ... | 71 |
| 10 | Taux de mortalité cumulée et Probits correspondants aux taux mortalité corrigées en fonction des traitements par l'huile de graines de trois plantes étudiées..... | 72 |
| 11 | Résultats du test de Tukey pour la toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 76 |
| 12 | Temps létaux 50 et 90 des huiles de graines de trois plantes étudiées appliquées par ingestion sur les imagos de <i>T. castaneum</i> | 79 |



Liste des figures

| N° | Titre | Page |
|----|--|------|
| 1 | Schéma du protocole expérimental pour le l'étude de la toxicité par ingestion des huiles de graines de trois plantes étudiées | 28 |
| 2 | Schéma du protocole expérimental pour le l'étude de la toxicité par contact des huiles de graines de trois plantes étudiées | 29 |
| 3 | Rendement d'extraction en huile extraite à partir des graines de <i>Citrulus colocynthis</i> , <i>Datura stramonium</i> et <i>Pergularia tomentosa</i> récoltées dans la région de Ghardaïa | 33 |
| 4 | Droites de régressions des Probits de pourcentage de mortalité corrigé en fonction des logarithmes des doses des huiles de graines de trois plantes sahariennes vis-à-vis des imagos de <i>T. castaneum</i> | 55 |
| 5 | Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de <i>C. colocynthis</i> sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 58 |
| 6 | Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de <i>D. stramonium</i> sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 59 |
| 7 | Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de <i>P. tomentosa</i> sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 60 |
| 8 | Variation des pourcentages de mortalité cumulée observée chez les imagos de <i>T. castaneum</i> témoins et traités par les huiles de graines de <i>C. colocynthis</i> , <i>D. stramonium</i> et <i>P. tomentosa</i> appliquées à différentes concentrations..... | 63 |
| 9 | Cinétique de mortalité cumulée observée chez les imagos de <i>T. castaneum</i> témoins et traités par l'huile des graines de <i>C. colocynthis</i> | 68 |
| 10 | Cinétique de mortalité cumulée observée chez les adultes <i>T. castaneum</i> témoins et traités par l'huile végétale de <i>P. tomentosa</i> | 69 |
| 11 | Cinétique de mortalité cumulée observée chez les adultes <i>T. castaneum</i> témoins et traités par l'huile végétale de <i>D. stramonium</i> | 70 |
| 12 | Droites de régressions des Probit des taux de mortalité corrigés en fonction des logarithmes des doses de l'huiles de graine de <i>C. colocynthis</i> , <i>D. stramonium</i> et <i>P. tomentosa</i> sur la mortalité des imagos <i>T. castaneum</i> | 74 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 13 | Classe de Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de <i>Tribolium castaneum</i> | 77 |
| 14 | Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de <i>C. colocynthis</i> sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 83 |
| 15 | Droite de régression des Probit en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de <i>D. stramonium</i> sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 85 |
| 16 | Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de <i>P. tomentosa</i> sur les adultes de <i>T. castaneum</i> | 87 |



Liste des Photographies

| N° | Titre | Page |
|----|---|------|
| 1 | <i>Citrullus colcoynthis</i> au stade de fructification (Oued Larnab région de Ghardaïa Sahara Algérien, Janvier, 2018) (Originale) | 09 |
| 2 | <i>Datura stramonium</i> au stade floraison (Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara Algérien Mars 2016) (Originale) | 12 |
| 3 | <i>Pergularia tomentosa</i> au stade végétation (Oued metlili, Région de Ghardaïa, Sahara Algérien (Septembre, 2018) (Originale)..... | 15 |

Évaluation du pouvoir biocide des huiles de graines de *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia temntosa* L. (Asclepiadaceae) et *Datura stramonium* L. (Solanaceae) récoltées de Ghardaïa

Résumé-

L'étude réalisée porte sur l'évaluation du pouvoir insecticide des huiles de graines de *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia temntosa* L. (Asclepiadaceae) et *Datura stramonium* vis-à-vis des imagos de *Tribolium castaneum*.

Le travail réalisé a permis de mettre en exergue le potentiel insecticide des huiles de graines de trois plantes récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara Algérien) sur les imagos de *T. castaneum*. L'application par contact direct des huiles de graines de *C. colocynthis* engendre une mortalité avoisinant le 100% durant un laps de temps court (2 heures), et il est de 100% même pour les doses faibles après 22 heures d'exposition. Cependant pour les imagos traités par l'huile de graines de *P. temntosa* et *D. stramonium*, n'atteignent un taux de mortalité de 100% qu'après une durée d'exposition de 24 heures et 48 heures respectivement.

L'estimation des doses létales 50 de l'huile de graines de trois plantes testées affirme le fort pouvoir insecticide des huiles de graines de *C. colocynthis* comparativement aux huiles de graines de *D. stramonium* et *P. tomentosa* ; les doses létales 50 rapportées étant de 0,001mL/mL, 0,05mL/mL et 0,03mL/mL respectivement après 18 heures d'exposition.

Dans l'étude de la toxicité par ingestion, l'ingestion de la semoule traitée par les huiles végétales testées engendre des taux de mortalité notables qui atteignant au bout de 15 jours, un taux de mortalité de 100% et 95% noté chez les lots traités par l'huile de graines de *C. colocynthis*, et *P. tomentosa* respectivement ; bien qu'il est de 86,67% pour l'huile de graines de *D. stramonium*. Par ailleurs, l'estimation des doses létales 50 et 90 montres le fort pouvoir insecticide de ces préparations, les doses létales 50 rapportées pour l'huile de graines de trois plantes soit *C. colocynthis*, *P. tomentosa* et *D. stramonium* sont de l'ordre de 0,078 mL/mL, 0,46 mL/mL, 0,91 mL/mL respectivement.

En outre, l'évaluation des temps létaux 50 (TL50) montre que l'huile de graines de *C. colocynthis*, présente une rapidité d'action particulière vis-à-vis des imagos de *T. castaneum* surtout aux fortes concentrations vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*.

Généralement, les huiles de graines de trois plantes testées présentent un fort pouvoir biocide sur les imagos de *T. castaneum* aussi bien par contact que par ingestion.

Mots-clés : Huile, toxicité, *Citrullus colocynthis*, *Datura stramonium*, *Pergularia temntosa*, *Tribolium castaneum*, dose létale, Sahara algérien.

تقييم فعالية المبيد البيولوجي لزيوت بذور

Pergularia temntosa L. ، *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae)،
Datura stramonium L. (Solanaceae) و (Asclepiadaceae) المقطوفة من ولاية غرداية.

الملخص :

تمت هذه الدراسة لتقييم فعالية زيوت بذور *Pergularia* ، *Citrullus colocynthis* Schard و *Tribolium tomentosum* (L) و *Datura stramonium* (L) كمبيد لحشرة خنفساء الدقيق *Tribolium castaneum* (Herbst). وهذه الدراسة ذات أهمية قصوى لأنها تسلط الضوء على قدرة زيت بذور ثلاث نباتات مقطوفة من منطقة غرداية صحراء الجزائر كمبيد لحشرة خنفساء الدقيق البالغة *Tribolium castaneum* (Herbst.).

أ_ إنَّ المعالجة الموضعية بزيت بذور *C.colocynthis* أظهرت معدل وفيات يقارب 100 بالمئة بعد مرور مدة زمنية قصيرة تقدر ب ساعتين وهذا بالنسبة للتراكيز العالية، أما التراكيز الضعيفة فكانت نسبة موت هذه الحشرات 100 بالمئة ولكن بعد مرور 22 سا من التعرض لهذه الزيوت. ومن ناحية أخرى فإن الحشرات البالغة المعالجة بزيت بذور نبتتي *P. tomentosa* و *D.stramonium* بلغت نسبة الوفيات فيها 100 بالمئة بعد مرور مدة زمنية تقدر ب: 24 سا و 48 سا على التوالي .

أما الجرعات ذات السُمِّية التي تقضي على 50 بالمئة من الحشرات فهي على الترتيب التالي (0.01 مل/مل، 0.03 مل/مل و 0.05 مل/مل. بعد مرور 18 سامن التعرض للزيوت. فتقدير (تقييم) فعالية التركيز للقضاء على 50 بالمئة من الحشرات أثبت أن زيت بذور نبتة (*C.colocynthis*) كان أكثر فعالية مقارنة بزيوت بذور نبتتي (*P.tomentosa* و *D. stramonium*)

ب_ بعد هضم الدقيق المعالج بزيوت النباتات المجربة *C. colocynthis* , *P.tomentosa* و *D. stramonium* أظهرت نسبة وفيات معتبرة بلغت في غضون 15 يوم نسبة 100 بالمئة و 95 بالمئة بالنسبة لزيت بذور *P.tomentosa* ; *C.colocynthis* على الترتيب, في حين أن نسبة تأثير (*D. stramonium*) بلغت الوفيات فيها ب: (86.6 بالمئة).

من ناحية أخرى تقييم فعالية التراكيز للقضاء على 50 بالمئة و 90 بالمئة من الحشرات أثبتت فعالية زيوت بذور هذه النباتات , وتقدر الجرعة السمية القاضية على 50 بالمئة من هذه الحشرات بالنسبة لزيوت بذور (*D. stramonium, P. tomentosa, C. colocynthis*) ب: (0.078 مل/مل), (0.46 مل/مل), (0.91 مل/مل) على التوالي .

بعد تقييم الزمن اللازم للقضاء على 50 بالمئة من الحشرات أثبتت زيوت بذور (*C. colocynthis*) فعاليتها ونجاعتها في القضاء على الحشرات البالغة (*T. castaneum*) وفي مدة زمنية قصيرة خاصة التراكيز العالية منها.

عموما زيوت بذور النباتات المجربة أثبتت قدرتها الفعالة في القضاء على حشرة (*T. castaneum*) عن طريق اللمس و الغذاء.

الكلمات الدالة: زيت، سمية، نبتة الحجة *C. colocynthis*، نبتة القلقلة *P. tomentosa*، نبتة المخينزة *D. stramonium*، الجرعة القاتلة، صحراء الجزائر

Evaluation of the biocidal power of *Citrullus colocynthis* seed oils Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia temntosa* L. (Asclepiadaceae) and *Datura stramonium* L. (Solanaceae) collected from Ghardaia

Abstract:

The study realised is carried out to evaluate the insecticidal power of seed oils of *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia temntosa* L. (Asclepiadaceae) and *Datura stramonium* against the imagoes of *Tribolium castaneum*.

The performed work allowed to highlight the insecticidal potential oils obtained from seeds of three plants collected in the region of Ghardaïa (Algerian Sahara) on the imagoes of *T. castaneum*. Direct contact application of *C. colocynthis* seed oils lead to a mortality of around 100% in a short period of time (2 hours), and it is 100 even for low doses after 22 hours of exposure. However for imagoes treated with seed oil of *P. temntosa* and *D. stramonium*, reached a rate of 100% mortality only after an exposure period of 24 hours and 48 hours respectively.

The estimated lethal doses of 50 seed oil from three tested plants affirms the strong insecticidal power of *C. colocynthis* seed oils compared to oils seeds of *D. stramonium* and *P. tomentosa*; the reported lethal doses 50 being 0.001mL/mL, 0.05mL /mL and 0.03mL/mL respectively after 18 hours of exposure.

In the study of ingestion toxicity, ingestion of semolina treated with oils tested plants generates significant mortality rates which reach after 15 days, a 100% and 95% mortality rate noted in batches treated with *C. colocynthis* and *P. tomentosa* seed oil, respectively; although it is 86.67% for seed oil by *D. stramonium*. Besides, the estimate of lethal doses 50 and 90 shows the strong potency insecticide of these preparations, reported lethal doses 50 for seed oil of three plants or *C. colocynthis*, *P. tomentosa* and *D. stramonium* are of the order of 0.078 mL/mL, 0.46 mL/mL, 0.91 mL/mL respectively.

Furthermore, the evaluation of lethal times 50 (TL50) shows that the seed oil of *C. colocynthis*, exhibits a particular rapidity of action against the imagoes of *T. castaneum* especially at high concentrations.

Generally, the seed oils of three plants tested show a high potency biocide on *T. castaneum* images by both contact and ingestion.

Keywords: Oil, toxicity, *Citrullus colocynthis*, *Datura stramonium*, *Pergularia temntosa*, *Tribolium castaneum*, lethal dose, Algerian Sahara.



Soutenance de thèse

Introduction

Introduction

A l'échelle mondiale, les éléments fondamentaux dans l'alimentation de nombreuses populations étant les céréales dont le riz, maïs, blé, millet, orge, etc.... En 2020-2021, l'utilisation mondiale de céréales estimée était de 2744 millions de tonnes avec une augmentation de 2,6% par-rapport à l'utilisation enregistrée durant la campagne 2019-2020, cette augmentation émane en grande partie à l'effet de l'augmentation attendue des besoins alimentaires sous l'effet de la croissance démographique (Faoun, 2020).

La sécurité alimentaire est plus qu'un simple objectif, elle est actuellement devenue un défi pour toutes politiques de développement durable, particulièrement dans les pays en développement. En effet, 2,12 milliard de personnes, soit 30% de la population mondiale, souffrent de la faim ou d'une sous alimentation. Ces chiffres démontrent à l'ampleur du problème de sécurité alimentaire dont les conséquences sont la dégradation de la qualité du bien être social des populations (Faoun, 2008).

L'Afrique était et demeure la région qui présente la prévalence de la sous-alimentation la plus élevée, puisqu'on estime qu'environ une personne sur quatre y est sous-alimentée. Les niveaux de sous-alimentation et l'évolution de ce fléau varient à l'intérieur de ce continent. L'Afrique subsaharienne accuse la prévalence la plus élevée, même si la situation s'est quelque peu améliorée depuis une vingtaine d'années avec une baisse de 32,7% en 1992 à 24,8% en 2013. L'Afrique du Nord, en revanche, affiche une prévalence de la sous-alimentation bien plus faible et des progrès bien plus rapides. En Afrique, les conflits politiques et armés et les troubles civils ont été des causes majeures d'insécurité alimentaire particulièrement à la fin du XIX^e siècle et le début de XX^e siècle, et continueront de l'être aux prochaines années, même si leur nombre et les dégâts qu'ils causent pourraient diminuer. Un nombre disproportionné des pays touchés se trouvent en Afrique subsaharienne (Faoun, 2012).

À l'échelle mondiale, ces conflits ont affecté des centaines de millions de personnes. La grande majorité d'entre elles vit dans des pays en développement, dans lesquels l'agriculture joue un rôle essentiel en tant que moyen de subsistance et un facteur de stabilité économique et sociale. S'ajoute à cette rivalité politique, des contraintes

climatiques dont la sécheresse et l'érosion des sols et des fléaux biotiques dont les propagations et pullulations des maladies et les ravageurs des cultures (Alzouma, 1990).

Dans plusieurs pays en développement, hormis les facteurs abiotiques, la sécurité alimentaire repose essentiellement sur la protection des cultures, ces dernières font souvent objet d'attaque par de nombreux ravageurs et maladies. Dans les champs comme au niveau des entrepôts, les produits agricoles subissent des attaques dans la plus part des cas destructives. Dans les pays africains et asiatiques, la situation d'infestation par les différentes espèces d'insectes et maladies au niveau des entrepôts est inquiétante. Les denrées stockées peuvent être attaquées et altérées en totalité par les insectes, les champignons et ou par les rongeurs. Les Triboliums est l'un des groupes d'insectes couramment recensé dans les stocks des denrées alimentaires ; ils engendrent des pertes très importantes en altérant la qualité des produits stockés (Syed Shayfur *et al.*, 2007). Même si le problème se pose de manière globale, il est plus important dans les pays en voie de développement dont ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques propices à leur développement (Alzouma, 1990).

D'après l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), les pertes dues aux insectes ravageurs correspondent à 35% de la production agricole mondiale. Les céréales stockées sont souvent exposées à de multiples attaques de différents insectes ravageurs spécifiques aux denrées stockées dont les plus courants sont les Triboliums, des petits Coléoptères couramment appelés petits vers de la farine. C'est un insecte cosmopolite et euryphage, capable d'attaquer plusieurs produits dont graines de blé, maïs, orge, sorgho, millet, manioc, tapioca, manioc, sagou, igname, arachide, coprah, coton, ricin, cabosses de cacao, noix de muscade, poivre, gingembre et fruits séchés, etc.... Ces insectes ravageurs causent des pertes exceptionnelles en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés (Camara, 2009).

En Algérie, les céréales stockées sont beaucoup plus attaquées par deux espèces de Tribolium soit *T. castaneum* et *T. confusum*, où les pertes peuvent dépassées 35% selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C) (Doumandji *et al.*, 2003 ; Ahmad, 2016).

Face à cette situation critique, l'usage des insecticides chimiques est la technique la plus pratiquée pour lutter contre les déprédateurs soit aux champs ou bien au niveau des entrepôts (Alzouma, 1990). Quoiqu'ils soient efficaces, l'usage à outrance des insecticides de synthèse a provoqué la contamination de la chaîne alimentaire, l'apparition de certaines formes de résistance chez les insectes, la raréfaction et la destruction de la faune utile, la phytotoxicité et la pollution environnementale. Plusieurs études approfondies, visant l'évaluation de la santé des écosystèmes ont mis en évidence sans équivoque, et de manière alarmante les changements régressifs des écosystèmes naturels particulièrement ceux des zones arides qualifiés comme écosystèmes fragiles (Berchiche, 2000 ; Buxton *et al.*, 2017).

Ces évaluations pessimistes ont réussi à engendrer des politiques et des programmes de sensibilisation sur les risques relatifs aux pesticides chimiques utilisés dans le domaine de l'agriculture, et a pu inciter les institutions de recherches à initier des programmes de recherche susceptibles de promouvoir des nouvelles stratégies et méthodes alternatives de contrôle des bio-agresseurs végétaux (Madr, 2004).

La possibilité d'utiliser les substances secondaires des plantes contre les insectes nuisibles s'est révélée promoteur, et a suscité beaucoup de travaux. Des substances toxiques sont isolées des végétaux de familles botaniques différentes, mais surtout celles des Asteraceae, où se retrouve toute une gamme de molécules toxiques, tels que furanocoumarins, alcaloïdes, furanoquinolines, alcaloïdes bêta-carbolines, polyacétylènes et ses dérivés thiophènes, et quinones. Ce sont des composés connus comme phagorépresseurs ou des perturbateurs endocriniens (Philogene, 1991). Plusieurs espèces végétales sont investies pour leur action insecticide pour une éventuelle utilisation dans la lutte contre les phytophages dont les plus connues sont le Melia *Melia azerdarach* L. (Meliaceae), le neem *Azadirachta indica* Juss. (Meliaceae), le harmel *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), l'eucalyptus *Eucalyptus occidentalis* L. (Myrtaceae), le pommier de Sodome *Calotropis procera* Aiton. (Asclepiadaceae), *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae), etc... Ould el Hadj *et al.*, 2006 ; Kemassi, 2014 ; Kemassi *et al.*, 2012, 2013, 2014, 2015, 2018, 2019).

Le marché des insecticides d'origine végétale est aussi en pleine croissance, mais à un rythme lent. Dans la nature, la plupart des composés insecticides interviennent par des modes d'action moins rigoureuses que les insecticides classiques à toxicité aiguë. Ils

ont plutôt des effets modificateurs sur le comportement ou ils réduisent la croissance des phytophage ou ils engendrent des interférences dans le système endocrinien qui se traduisent par des effets morphogénétiques ou bien par le blocage de la synthèse ou sécrétion des hormones au niveau des glandes endocrines (Girardie et Granier, 1973; Philogene, 1991). Le *Repelin*, le *Nimbasol*, le *Neemark*, le *Margosan* et le *Bitters* sont des insecticides homologués à base de Neem, à usage différent (Philogene, 1991). D'autres produits à base des plantes sont ainsi homologués dont le *Trounce* ; c'est un insecticide à base de la Chrysanthème *Chrysanthemum*. Il est appliqué sur les arbres fruitiers, plantes et arbres ornementaux, fleurs, arbustes et les légumes pour contrôler les Pucerons, Chenilles, Cicadelles, Coléoptères, Aleurodes et Punaises des céréales. *Total Care* est un insecticide à base d'huile de graines de Neem *Azadirachta indica* L. (Miliaceae) couramment utilisé en agriculture biologique et dans les jardins. Le *Veg Oil*, c'est un insecticide à base de l'huile de Colza *Brassica napus* L. (Beassicaceae), utilisé dans le traitement des Pucerons et Acariens rencontrés dans les cultures maraichères, arboriculture fruitière et en horticulture ornementale (Deravel et al., 2014).

C'est dans ce constat, la présente étude recherche la toxicité des huiles de graines de trois plantes spontanées dont *Citrulus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) et de *Datura stramonium* L. (Solanaceae) récoltées dans le Sahara Algérien vis-à-vis d'une espèce d'insecte nuisible soit le *Tribolium castaneum*. Le critère d'appréciation de l'étude de la toxicité portent essentiellement sur la mortalité et la rapidité d'action des huiles végétales testées.

La présente étude comporte deux parties. Le premier chapitre est consacré à la présentation de la méthodologie adoptée pour la partie expérimentale. Il porte sur le principe adopté pour la présente étude, le choix des espèces végétales, les protocoles suivis pour l'extraction des principes actifs, les tests biologiques ainsi que l'exploitation des résultats de la présente étude. Le second chapitre regroupe l'ensemble des résultats qui seront suivis d'une interprétation et d'une discussion. Une conclusion qui est un ensemble de réflexions qui achève ce travail.



Soutenance de thèse

Chapitre I

Méthodologie de travail

Chapitre I.- Méthodologie de travail

La présente étude porte sur la recherche des activités biocides des huiles de graines de trois espèces végétales sahariennes dont *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), *Pergularia temntosa* L. (Asclepiadaceae) et *Datura stramonium* L. (Solanaceae) sur les imagos de *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera-Tenebrionidae).

I.1. - Principes adoptés

Pour des raisons économiques, les cultures et les denrées alimentaires stockées sont protégées contre les bio-agresseurs (ravageurs et maladies) principalement par l'utilisation de pesticides chimiques, cependant ces pesticides sont souvent détectés dans les produits consommés et dans l'environnement, ce qui crée de véritables problèmes sanitaires et écologiques. La mise en œuvre des dangers et conséquences liés aux pesticides chimiques par les chercheurs, a incité ces derniers à la multiplication des efforts pour la recherche des autres moyens efficaces et moins nocifs sur l'environnement (Toumnou, 2012). Beaucoup des composés pesticides de synthèse ont un large spectre d'action ; ils détruisent non seulement les agents nuisibles cibles, mais également les autres organismes non cibles (Gueye *et al.*, 2011). Suite à ces contraintes, il est important de trouver des solutions alternatives viables aux pesticides qui permettront de continuer à lutter contre les phytopathogènes tout en diminuant les impacts néfastes sur l'environnement et la santé humaine, ainsi que le risque d'apparition des formes de résistance, tout en maintenant une agriculture économiquement performante (Krief, 2003).

Des études antérieures ont permis de mettre en évidence les modes d'action de pesticides d'origine végétale dont le travail d'Eyraud (2014) sur un insecticide naturel nommé PA1b (Pea Albumin 1 sous-unité b) à base d'un peptide naturel extrait du pois qui possède des propriétés entomo-toxiques vis-à-vis de plusieurs insectes ravageurs dont le Charançon des céréales et le Puceron du pois.

Le présent travail est réalisé dans le cadre de la valorisation de la flore locale du Sahara Algérien d'intérêt thérapeutique. Les huiles de graines issues de trois espèces végétales spontanées du Sahara septentrional sont étudiées dans le but de chercher leurs

toxicités sur un insecte ravageur des denrées alimentaires stockées dont le *Tribolium castaneum* herbst.

I.2.- Choix des espèces végétales

La lutte contre les insectes entre donc dans une nouvelle phase puisque cette approche «Ecologique» fournit des moyens de lutte avec une meilleure coexistence avec l'environnement. Ces perfectionnements remarquables, qui ont été accomplis dans ce domaine depuis le début de la décennie dans une large mesure, sont dus en grande partie à la collaboration étroite des phyto-techniciens, des entomologistes, des chimistes et des toxicologues (Saxena, 1988; Kemassi, 2008).

Le choix des espèces végétales est prévu après une recherche bibliographique sur les plantes sahariennes présentant une toxicité sur l'homme, les animaux ou à caractère antimicrobien. Pour cette étude, trois plantes réputées toxiques sur les animaux d'élevage et l'homme sont maintenues pour les tests de leurs effets insecticides. Les espèces végétales maintenues pour cette étude, lieu et stade et période de récolte sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1.-Lieu, stade et période de récolte des espèces végétales étudiées

| Espèce végétale | Stade de récolte | Lieu de récolte | Cordonnées géographiques |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Citrullus colocynthis</i> | | Oued Larnab- Région de Ghardaïa | 31°97'47.7"N et 3.06025°E |
| <i>Datura stramonium</i> | Fructification | | |
| <i>Pergularia tomentosa</i> | | Oued Metlili- Région de Ghardaïa | 32°.19'91.51"N et 3°.77'17.23"E |

I.2.1- *Citrullus colocynthis* (L) Schard. (Cucurbitaceae)

La famille des Cucurbitaceae est une famille des plantes Dicotylédones qui regroupe environ 640 espèces réparties sur 120 genres (Watson, 1991). Cette famille comporte à la fois des espèces comestibles et des espèces toxiques dont la coloquinte *Citrullus colocynthis* (Leber, 2019). La Cucurbitacine est une molécule chimique isolée de nombreuses espèces de Cucurbitaceae, d'où elle tire son nom. C'est un triterpène

tétracycliques bien connue par ses activités biologiques diverses ; insecticide, fongicide, etc... (Frohne et *al.*, 2009). La Cucurbitacine était isolée à partir de toute les parties de la plante, particulièrement dans le fruit et les graines (Hammiche et *al.*, 2013).

La coloquinte, Courgette sauvage ou Pomme amère sont des appellations pour designer l'espèce *Citrullus colocynthis*; est une plante vivace et herbacée répandue dans tous le Sahara Algérien (Ozenda, 1991 ; Chawech, 2016). *C. colocynthis* présente des tiges prostrées et des vrilles ramifiées, et des feuilles de forme palmatilobée crénelée de 3 à 5 segments, très profondément découpées dont les marges sont souvent un peu enroulées (Quézel, 1963 ; Ozenda, 1991). Les fleurs sont monogame, solitaire, axillaire courtement pédonculé de couleur jaunes-verdâtres à corolle rotacée large de 2 cm de diamètres (Quézel, 1963), et qu'elles apparaissent durant la période chaude (entre mai et aout) à l'aisselle des feuilles solitaires (Chiali, 1973 ; Feinbrun-Dothan, 1978 ; John et Cincinnati, 1998 ; Duke, 1983). Le fruit de cette espèce est lisse et sphérique ayant à maturité la grosseur et la couleur d'un citron (Ozenda, 1991), globuleux de 8-12 cm de diamètre à épicarpe coriace blanchâtre ou jaunâtre et à pulpe blanchâtre très amère (Quézel, 1963), dans le quel il est observé des petites graines (6mm de longueur) ovoïdes, de couleur variant de l'orange au brun noirâtre et une saveur amère mucilagineuse (Duke, 1983 in Chawech, 2016) (photographie 1).



Photographie 1.- *Citrullus colocynthis* au stade de fructification (Oued Larnab région de Ghardaïa Sahara Algérien, Janvier, 2018) (A: Plant entier, B : Tiges feuillées, C: Fruits, D: graines)

La coloquinte, originaire des sols arides, est très fréquente dans les régions tropicales humides ou modérément sèches, elle est peu présente dans les zones tempérées (Bruneton, 1996). Elles poussent spontanément dans le bassin méditerranéen et la zone pré-désertique d'Afrique et d'Asie. Elle pousse en abondance dans les zones sèches d'Afrique du Nord, le Sahara, les zones du Maroc, l'Egypte et le Soudan, à l'est de l'Iran à l'Inde, et d'autres parties de l'Asie tropicale, ainsi que la région méditerranéenne (Duke, 1978 ; John et Cincinnati, 1898; Batonouny et *al.*, 1999 in Gacem, 2011). En Algérie à partir du nord du pays jusqu'au sud *Citrullus colocynthis* est répartie au niveau de plusieurs régions (Meziane et *al.*, 2012).

Beaucoup des travaux ethno-pharmacologiques classent la coloquinte comme étant une plante traditionnelle ayant un effet hypoglycémiant. Bnouham et *al.* (2006) ont classé la coloquinte parmi les plantes antidiabétiques (Bnouham et *al.*, 2006). Les enquêtes ethnobotaniques portant sur les utilisations thérapeutiques traditionnelles de *C. colocynthis* rapportent que la pulpe mûre et séchée a un effet purgatif énergique, antinéoplasique, antihypertension, anti-goutte, anti-arthrite et peut être un remède pour la congestion cérébrale, le rhumatisme et la sciatique (Armougom, 1998 in Mostefa-Kara, 2010). En pharmacie moderne, l'extrait sec de la coloquinte entre dans la formulation des comprimés traitant les affections hépatiques, les fièvres, les parasites intestinaux, la constipation et la congestion cérébrale (Memon et *al.*, 2003).

A des doses élevées, cette plante est fortement toxique pour les animaux et les humains. Les signes de l'intoxication sont douleur gastro-intestinale avec des diarrhées, vomissement, conservation d'urine, faiblesse, hypothermie, désordre cardiaque, congestion cérébrale produisant un effondrement mortel. Elle possède des propriétés purgatives drastiques, et également une forte activité cytotoxique et antitumorale (Krief, 2003; Ott et *al.*, 2003).

Plusieurs extraits des fruits et feuilles de la coloquinte ont été évalués pour leurs activités biologiques, à savoir l'activité antidiabétique (Jayaraman et *al.*, 2009), antimicrobienne (Najafi et *al.*, 2010), anti-inflammatoire (Marzouk et *al.*, 2010), antioxydante (Dallak et *al.*, 2010), antiallergique *Citrullus colocynthis* (L.) (Yoshikawa et *al.*, 2007), hypolipidémiant (Rehman et *al.*, 2012), insecticide (Torkey et *al.*, 2009) et l'activité anticancéreuse (cytotoxicité) (Tannin-Spitz et *al.*, 2007). Les graines sont aussi

largement répandues dans la médecine traditionnelle, elles possèdent diverses propriétés thérapeutiques (Chaweck, 2016). D'après Roy et *al.* (2007), l'huile extraite à partir des graines est employée pour traiter des morsures de serpent et piqûres de scorpion, les crises d'épilepsie, pour favoriser la croissance de cheveux et pour noircir les cheveux gris (Chaweck, 2016).

I.2.2- *Datura stramonium* L. (Solanaceae)

La famille des solanacées regroupe environ 2000 espèces dont nombreuse sont des plantes toxiques qui renferment des drogues (Bruneton, 2001). Plus de 150 alcaloïdes ont été isolés des espèces de cette famille, dont des tropaniques, atropine, scopolamine et hyoscine (alcaloïdes hétérocycliques), qui ont des propriétés sédatives ou hallucinogènes. Ces composés peuvent provoqués des intoxications sévères avec des signes cardiaques et neurologiques (Gouille, 2004).

L'ancienne littérature chinoise et indienne mentionne le *Datura metel*. *Datura* a une longue histoire de plante médicinale et d'hallucinogène sacré, Le *Datura stramonium* L. est la variété la plus connue sous nos latitudes, il en existe d'autres espèces que l'on trouve essentiellement dans les pays tropicaux (Quézel et Santa, 1962). Cette espèce a été décrite par plusieurs auteurs dont Quézel et Santa, 1962, Aloïs Schmid, 1986; Ozenda, 1991). Arbuste de 30 à 40 cm de haut, à fond de couleur rougeâtre. Elle présente des tiges arrondies, robustes, épaisses, creuses, glabres et à division dichotomique jusqu'au sommet du plant (Bruneton, 1999). Les feuilles sont de couleur vert foncé à marge entière, capsule couverte d'épines, parfumées, ovales à pointes extrémités et peu ou pas de lobes, feuilles postérieures alternes, simples, pétiolées, ovales à elliptiques, aiguës, cunéiformes à subcordées à la base, sinuées dentées à lobées, glabres à pubérulentes (Bruneton, 1999). Les fleurs de *D. stramonium* sont solitaires à grand corolle blanche de 8-10 cm de long et elles sont portées par un court pédoncule pubescent (Ozenda, 1991). Le fruit de cette plante est une capsule ovoïde dressée, de 3-4 cm de long, entouré à la base par les restes du calice et couverte d'épines rudes contenant plus de 100 graines chacune (Bruneton, 1999). Les graines sont réniformes, aplaties sur une face, de 4-5 cm de long sur 2-3 mm de large et 1 à 1,5 mm d'épaisseur. Le tégument est noirâtre, plus clair au niveau du hile. La surface de la graine est chagrinée, réticulée, ponctuée. La section longitudinale montre sous le tégument, un albumen huileux, blanc, entourant l'embryon deux fois recourbé (Martel, 2012).

Datura stramonium présente une large répartition géographique. Elle est originaire du Mexique et d'Amérique tropicale. Elle est introduite en Europe au 17^{ème} siècle comme plante ornementale (Reynaud, 2002). Elle a colonisé l'Europe à travers l'Espagne, en plus elle s'est propagé ensuite en Afrique du nord et le long de la méditerranée. En Algérie, *D. stramonium* est cosmopolite, et est particulièrement bien adaptée dans toutes les régions dont le climat est globalement chaud et tempéré (Quézel et Santa, 1962). Elle pousse naturellement dans les lieux incultes, au bord des chemins et des cours d'eau, et est considérée comme mauvaise herbe des cultures (Benhizia, 1989).



Photographie 02 : *Datura stramonium* au stade floraison
(Oued Metlili Région de Ghardaïa Sahara Algérien Mars 2016
(A: Plant entier, B: Tige feuillée, C: Fruits, D : Graines)

Toutes les parties de cette plante sont toxiques soit aux animaux et les êtres humains, que ce soit vertes ou sèches, mais plus notamment les graines (Salen et *al.*, 2003; Halpern et Sewell., 2005). Sa toxicité émane de leur teneur remarquable en alcaloïdes tropaniques majoritaires qui sont l'atropine et la scopolamine avec des taux 2/3 et 1/3 des alcaloïdes totaux des graines (Benouadah, 2009), ainsi que la présence des agents toxiques comme l'hyosciamine (Aliasgharpour et *al.*, 2000; Hong et *al.*, 2003; Diker et *al.*, 2007; Bouziri et *al.*, 2011).

Cette espèce est bien connue par ses vertus thérapeutiques ; elle est utilisée dans plusieurs domaines et par les civilisations antiques. Les graines ont été utilisées par les anciens Péruviens dans les opérations de trépanage comme preuve anesthésique et archéologique (Gaire, 2005). En Amérique centrale et en Amérique du Sud, les utilisations hallucinogènes sont courantes parmi les tribus indigènes (Gaillard et Pepin, 1999). En Afrique, avant de participer aux combats, les jeunes hommes du peuple Fulfulde de la région frontalière du Niger et du Nigéria reçoivent des boissons contenant des graines de *Datura*. Cela augmente leur courage et leur tolérance à la douleur. Au Nigeria, les feuilles et les graines écrasées sont mélangées avec de l'huile de palme et appliquées à des cas graves de morsures et piqûres d'insectes (Egharevba et al., 2008).

Elle possède ainsi des propriétés tinctoriales (Qui servent à teindre) ; en Afrique de l'Est, les feuilles donnent un colorant vert utilisé pour teindre les tissus. Au Lesotho, les brindilles donnent un colorant bleu-vert qui est utilisé pour la décoration de la maison. En Ethiopie, la plante est utilisée pour tatouer les gencives, en partie comme traitement de la gingivite ou de la carie dentaire. Les tiges sont également utilisées comme bois de chauffage (De-Wolf, 1956).

Datura stramonium est fréquemment utilisée comme un traitement de l'asthme, coqueluche, la maladie de Parkinson, l'hypertension artérielle et d'autres cardiopathies (DeWolf, 1956 ; Spichiger et al., 2002 ; Eddouks et al., 2002).

Quelques peu d'études ont permis de mettre en exergue d'autres possibilités et usages de cette espèce végétale dont son utilisation comme agent de dépollution des eaux et des sols, de lutte biologique contre des ravageurs tels que les acariens et les aleurodes (Béliard et al., 2002), comme antifongique contre plusieurs types de champignons (Sundari Krishna et al., 2015), comme nématicide (Marc, 2000) et comme antiparasites de moutons et de poulets (Viegi et al., 2003).

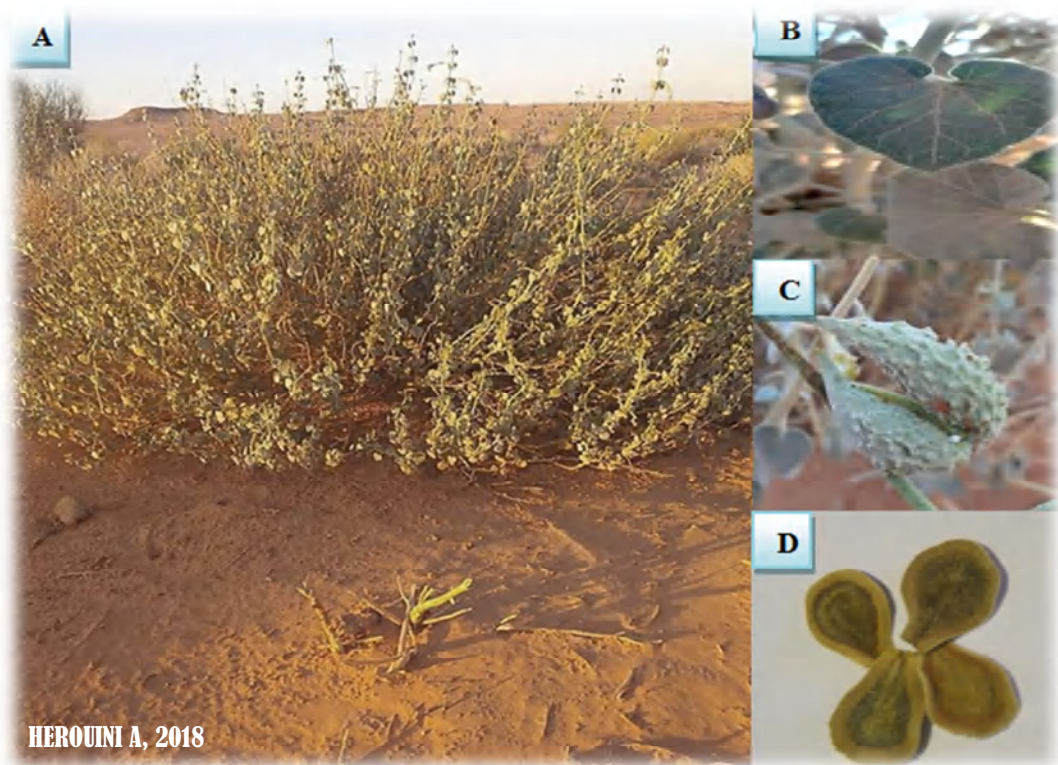
1.2.3.-*Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae)

La famille des Asclepiadaceae est une importante famille tropicale qui est peu représentée au Sahara septentrional Algérien, mais on compte déjà une dizaine d'espèces dans le Sahara central (Ozenda, 1958). Il est compté à peu près 250 genres et plus de 2000 espèces communs dans les régions tropicales et subtropicales, en Afrique et dans le sud de

l'Amérique du Sud, avec une représentation modérée en Asie du Nord et du Sud-Est dont 44 genres et 270 espèces (Li Ping-tao, 1995). Les espèces de cette famille sont souvent toxiques et à usages médicaux ; elles contiennent divers catégories d'alcaloïdes et de glycosides en particulier dans les graines et le latex.

C'est une plante vivace, de port très variable, à feuilles simples généralement opposées, parfois par trois, à tissu sécrétant un latex. Les fleurs sont régulières de type 5 mais présentent des particularités de structure curieuses. Les filets des étamines portent du côté externe des appendices de forme variée, le plus souvent en languette, dont l'ensemble est appelée *Couronne*. Les étamines, elles-mêmes, sont soudées en partie à la région stigmatique de l'ovaire et l'ensemble forme un organe spécial appelé *gynoslège*. Le pollen n'est pas pulvérulent mais aggloméré sous forme de masses correspondant chacune au contenu d'une loge d'anthere et que l'on appelle *Pollinies*; il est transporté par les insectes grâce à des dispositifs spéciaux. L'ensemble de ces caractères rappelle beaucoup ce que l'on observe chez les Orchidées (Ozenda, 1958).

En Algérie, elle est bien connue sous le nom de Tellakh ou Kalga (Boulos, 1995; Chehema, 2006). C'est est plante herbacé ou semi-ligneuse, arbrisseau vivace pouvant dépasser 1 m de hauteur. Les jeunes rameaux s'enroulent fréquemment autour des plus anciens lui donnant un aspect touffu (Quézel et Santa 1962, 1963). Les tiges de *P. tomentosa* sont volubiles entièrement pubescentes et couverte de courts poils verdâtres. Elle présente des feuilles ovoïdes, cordées, opposées, ovales ou arrondies, en cœur à la base (Quezel, 1963 ; Chehema, 2006). Les fleurs sont longuement pédicellées, vert brunâtre de 10-12 mm, à corolle 5 lobes, cupuliforme 5-10 lobes, à l'extérieure, à l'intérieurs à 5pièces éperonnées libres follicules ovoïde aigus 5-7×3-5 mm, portant de petites pointes près des sutures caractérisées par l'absence des stipules et pétiole (Quézel, 1963).Le fruit est composé de deux follicules, qui portent de petites pointes (Chehema, 2006), remplies de petites graines ovoïdes et aplaties de 6 à 9 mm de long environ à bords pales, à poils courts denses, munies d'une touffe de poils (Schmelzer et Gurib-Fakim, 2013). Cette plante se caractérise aussi par la sécrétion d'un latex blanc, corrosif et irritant sur la peau.



Photographie 3.-*Pergularia tomentosa* au stade végétation
 (Oued metlili, Région de Ghardaïa, Sahara Algérien (Septembre, 2018)
 (A: Plant entier, B: Tiges feuillées, C: Fruits, D: Graines)

Comme plusieurs espèces végétales sahariennes, cette espèce pousse où les précipitations ne dépassent pas les 100mm par an (Aerts et Lehmann, 2012). En Algérie elle est souvent observée dans les sols généralement sableux. Elle est largement répandue dans le désert du Sahara, et dans la zone du corne de l'Afrique (Schmelzer et Gurib-fakim, 2013).

P. tomentosa est bien connue dans la médecine populaire du Sahara et par les éleveurs par sa toxicité. Le latex, de celle-ci, est corrosif et irritant sur la peau. La partie arienne est utilisée comme agent d'épilation et pour le tannage des peaux des animaux (écrasée et étalée sur la peau) (Abich et Reichstein, 1962). Elle est également utilisée contre les morsures de serpent. A l'état sec elle est utilisée en médecine traditionnelle pour traiter les douleurs dentaires et la fatigue générale, ou bien un palliatif alimentaire pour le bétail pendant les moments difficiles de l'année (Maman, 2003).

Plusieurs travaux notoires montrent les activités biologiques de différentes parties de *Pergularia tomentosa* dont l'activité antimicrobienne, antioxydante, molluscicide et cytotoxique (Hassan et Umar, 2007 ; Hussein et *al.*, 1994; Piacente, 2009). Les études de caractérisation phyto-chimique réalisées sur *Pergularia tomentosa* montrent la présence d'une large gamme de métabolites secondaires, dont les plus fréquentes les cardénolides et les hétérosides qui sont toxiques et peuvent engendrer des déficiences respiratoires, cardiaques, musculaires, etc... (Neuzinger, 1996).

I.3.- Préparation des huiles des graines

Pour la préparation des huiles à partir des graines mûres de trois espèces végétales sahariennes, les étapes suivantes sont suivies :

I.3.1.- Collection des graines

Les graines de trois espèces retenues pour cette étude, sont récoltées à partir des plantes échantillonnées dans leurs biotopes d'existence naturelle loin des endroits anthropisés dans le but d'éviter toutes interférences avec les actions humaines ou leurs dérivés inertes.

I.3.2.- Rinçage et Séchage

Les graines mûres des plantes sélectionnées pour le test de l'activité insecticide sont isolées à partir des fruits complètement mûrs et lavées bien par de l'eau distillée pour éliminer les impuretés et la poussière et sont ensuite séchées dans l'étuve réglée à 35C° sous ventilation pendant 24heures.

I.3.3.- Broyage

Une fois les graines sont séchées, elles sont broyées à l'aide d'un broyeur du laboratoire de type Moulin avec cuve double pour chauffer et refroidir. Les poudres de graines de trois espèces sont stockées séparément dans des bocaux en verre hermétiquement fermés portant une étiquette mentionnant l'espèce végétale, la date de récolte, et la date du broyage (**Annexe.01**).

I.3.4.- Extraction par Soxhlet

L'extracteur de Soxhlet est une pièce de verrerie, qui permet l'extraction des composés organiques par une méthode simple en utilisant un solvant organique approprié. L'extraction s'effectue en série d'extractions solide-liquide de manière continue à l'aide d'un solvant organique dont la température est inférieure à sa température de vaporisation. A chaque cycle d'extraction, le solvant frais exempt des composés organiques de leur support (poudre végétale). L'opération est continue jusqu'à l'épuisement complet du soluté (Houghton et Raman, 1998).

Le corps de l'extracteur contient une cartouche en cellulose remplie de matériel végétal. Cette cartouche est fixée sur un réservoir de solvant et est surmontée d'un réfrigérant. Le solvant est vaporisé puis condensé tout en restant en contact avec le matériel végétal. La solution collectée dans le ballon s'enrichit de plus en plus en soluté à chaque cycle d'extraction et le matériel végétal est toujours en contact avec du solvant fraîchement distillé. L'extraction est terminée lorsque le solvant d'extraction devient de plus en plus clair c'est-à-dire sans une proportion significative de soluté (Houghton et Raman, 1998).

Pour la présente étude, l'extraction solide-liquide par Soxhlet est utilisée et l'hexane est le solvant d'extraction choisi pour cette méthode. Pour optimiser le rendement en huiles et pour bien épuiser la poudre des graines de trois plantes choisies, l'extraction a duré pendant (8) heures en utilisant 150ml d'hexane chauffé par une chauffe ballon réglée à 50°C.

Afin de séparer le solvant (hexane) de la matière grasse (huile de graines) obtenue, le filtrat est recueilli et subi une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor vapeur type HEI-VAP Heidolph dont, la température est réglée à 55°C et à 100 tours/minute de rotation. Les huiles sont récupérées et conservées dans des flacons hermétiquement fermés à l'abri de la lumière pour servir ensuite aux tests biologiques.

I.4.- Analyses physico chimiques de l'huile de graines de *Citrullus colocynthis*, *Pergularia tomentosa* et de *Datura stramonium*

Une étude physico-chimique qui permettra de caractériser les huiles des graines de trois plantes dont l'huile de coloquinte *Citrullus colocynthis*, *Pergularia tomentosa* et de *Datura stramonium*. Les tests de détermination des paramètres physico-chimiques des huiles des graines de trois plantes (caractères organoleptiques, densité, indices de réfraction, d'acidité et de saponification) ont été réalisée au niveau de laboratoire pédagogique 2 de faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre de l'université de Ghardaïa.

Les paramètres physico-chimiques mesurés et les méthodes utilisées pour leurs analyses sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Détermination des paramètres physico-chimiques de l'huile de graines de *Citrullus colocynthis*, *Pergularia tomentosa*, *Datura stramonium*

| Détermination | Méthodes |
|---|---------------|
| Paramètres physique : | |
| Caractères organoleptiques : | Visuelle |
| -Couleur -Aspect à 20°C -Hydro-solubilité | |
| - Densité à 20°C- | |
| - Indice de réfraction (I.R) | Réfractomètre |
| - Potentiel d'Hydrogène (pH) | pH mètre |
| Paramètres chimiques | |
| - Indice d'acide (IA) (mgKOH/g) | Titration |
| - Indice d'iode (II) | Titration |
| - Indice de peroxyde (IP)(meq O2/kg) | Titration |
| - Indice de saponification (IS) (mgKOH/g) | Titration |

I.4.1.- Paramètres physique

I.4.1.1- Caractères organoleptiques

Les huiles en générale ont des propriétés organoleptiques (caractéristiques d'une substance qui sont perceptibles par les organes des sens : saveur, odeur, couleur et consistance de l'objet) communes comme le fait d'être liquides à température ambiante et d'être volatiles. Solide ou liquide, cela dépend du nombre de carbone et d'insaturations qu'il contient (Ouis, 2015).

I.4.1.2.Densité relative à 20°C

La densité relative d'une huile est mesurée par le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C, et la masse d'un volume égal d'eau distillée à la même température (Wolf, 1968).

➤ Protocole expérimental

Après nettoyage (avec de l'eau distillée) et séchage du pycnomètre, il a été pesé et rempli avec de l'eau distillée puis plongé dans un bain d'eau jusqu'à ce que l'eau atteigne une température de 20°C. Le pycnomètre a été retiré, essuyé extérieurement et pesé. La même procédure est suivie pour l'huile en remplissant le pycnomètre par le même volume d'huile puis placé dans le bain d'eau pour qu'elle atteigne les de 20°C (Wolf, 1968).

La densité relative est déterminée par formule suivante :

$$\underline{\underline{D_{20} = (M_2 - M_0) / (M_1 - M_0)}}$$

M 0 : masse de l'éppendorf vide,

M 1 : masse de l'éppendorf rempli d'eau distillée,

M 2 : masse de l'éppendorf rempli d'huile (Marcusson, 1929)

I.4.1.3.- Indice de réfraction (I.R) (ISO 6320) :

Indice de réfraction est déterminée selon la norme NF T60-212(AFNOR, 1984). Il varie en fonction de leurs insaturations. Il augmente en fonction du degré d'insaturation des acides gras englobés dans les matières grasses (Afnor, 1984 ; Wolf, 1968).

➤ **Protocole expérimental :**

Après nettoyage et essuyée de la surface du prisme du réfractomètre avec du papier Joseph, puis l'étalonnage avec de l'eau distillée à 20°C, quelques gouttes d'huiles sont déposées sur le prisme. La fenêtre de lecture donne directement la valeur de l'indice de réfraction à la valeur référencée à T=20°C.

Il permet de différencier l'appartenance du corps gras aux deux groupes suivants :

- Graisses lauriques végétales (R =1,448 à 1,458) ou animales (R=1,471 à 1,458)
- Huiles végétales (R =1,468 à 1,490) ou animales (R=1,471 à 1,485)

$$\text{a) Si } t > T \quad \text{NDT} = \text{NDt} + (t - T) \times F$$

$$\text{b) Si } t < T \quad \text{NDT} = \text{NDt} + (T - t) \times F$$

t : température de la détermination

T : température de référence qui est 20°C pour les huiles.

F : facteur de correction, fonction de la température, égal à 0.00035 pour T= 20°C, pour les huiles.

NDt : l'indice de réfraction pris sur le réfractomètre (Afnor, 1984).

I.4.1.4.- Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est l'abréviation du potentiel d'hydrogène qui mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H⁺) en solution, le potentiel hydrogène (pH), quantifie l'acidité ou la basicité d'une solution (Sorensen, 1909).

➤ **Protocole expérimental :**

Cette méthode décrit l'acidité ionique d'un produit à analyser, son principe consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans le produit après le réglage de la température d'étalonnage. La lecture se fait directement sur le pH-mètre.

I.4.2.- Paramètres chimiques

Les principaux paramètres chimiques étudiés sont l'indice d'acidité, l'indice de saponification, l'indice de peroxyde et l'indice d'estérification. Pour chacune des huiles, trois échantillons ont été analysés pour chaque paramètre.

I.4.2.1.- Indice d'acide (Norme Française T60 204) :

C'est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour la neutralisation des acides libres contenus dans un gramme de corps gras (Afnor, 1984).

➤ **Protocole expérimental :**

Dans un Erlenmeyer de 250 mL, 0,5g d'huile est dissoute dans 100 mL du mélange à parts égales d'éthanol à 95% et d'oxyde d'éthyle (50 mL d'éthanol et 50 mL d'oxyde d'éthyle ; V/V). Titrer en agitant, avec une solution de KOH éthanolique de normalité 0,5 N après avoir ajouté 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine jusqu'à coloration rose persistant au moins 10 secondes (Wolf, 1969).

L'indice d'acide est déterminé par formule suivante :

$$IA = (V \times M \times C) / m$$

M : masse molaire, exprimée en g/mole, de KOH (M=56.1g/moles).

C : concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée de (KOH)

V : volume (mL) d'hydroxyde de potassium (KOH) titré.

m : masse (g) de la prise d'essai. (Wolff, 1968)

I.4.2.2.- Indice de saponification (NF ISO 3657)

L'indice de saponification est la quantité de potasse exprimée en milligrammes nécessaires pour saponifier 1gramme d'huile. Elle consiste à transformer en savons solubles (sodiques ou potassiques) la totalité des acides gras présents à l'état estérifié dans une matière grasse et à régénérer le glycérol dans le cas des triglycérides (Afnor, 1984).

➤ **Protocole expérimental :**

Dans un ballon à col rodé, 2 g d'huile est dissoute dans une solution de 25 mL de potasse alcoolique (KOH) à 0,5 N. Le ballon est connecté à un réfrigérant à reflux et porté à ébullition (chauffage à 100°C) durant une heure sous agitation.

L'excès de KOH est titré par une solution d'acide chlorhydrique HCL à 0,5 N, on y'ajoute trois 3gouttes de phénolphtaléine puis en agitant constamment jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine. En suivant le même mode opératoire, un essai à blanc est préparé (Wolf ,1969 ; Afnor ,1981).

L'indice de saponification (IS) se détermine ainsi :

$$\text{IS} = (V_0 - V_1) * C * 56.1 / m$$

V0 : est le volume d'acide chlorhydrique (ml) nécessaire pour titrer le blanc.

V1 : est le volume d'acide chlorhydrique (ml) nécessaire pour titrer l'essai.

C : est la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'acide chlorhydrique utilisée.

m : est la masse (g) de la prise d'essai (Wolff, 1968)

I.4.2.3.- Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de corps gras. Cet indice encore appelé indice de Léa est recherché pour évaluer l'état de conservation d'une matière grasse au cours du stockage (Cheftel et *al.*, 1984). Cet indice permet d'apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative de l'huile (Ollé, 2002).

➤ Protocole expérimental :

Une prise d'essai de 2 g d'huile est dissoute dans 10 mL de chloroforme, (15 mL) d'acide acétique et (1mL) d'iodure de potassium saturé. La fiole Erlenmeyer, contenant ce mélange, est fermée avec un bouchon et laissée exactement 5 minutes à l'abri de la lumière.

La solution libérée est titrée avec une solution de thiosulfate de sodium (0,02N) après avoir ajouté 75 ml d'eau distillée, en utilisant quelques gouttes (3 à 4 gouttes) d'empois d'amidon comme indicateur coloré. Un essai à blanc est préparé en suivant le même mode opératoire. Il a été déterminé suivant le protocole décrit par la norme NFT60-220 (Afnor, 1984)

L'indice de peroxyde (IP) s'effectue de la manière suivante :

$$\text{IP} = (\text{V1}-\text{Vo}) * \text{C}/\text{m} * 100$$

V0 : Volume de thiosulfate de sodium (mL) nécessaire pour l'essai à blanc ;

V1 : Volume de thiosulfate de sodium (mL) nécessaire pour la détermination ;

C : Concentration exacte, en (mol/L), de la solution titrée de thiosulfate de sodium utilisée.

m : Masse (g) de la prise d'essai.

I.4.2.4.- Indice d'iode :(NF ISO 3961)

L'indice d'iode appelé aussi indice de Hübl, correspond à la masse en grammes d'iode fixée sur les doubles liaisons présentes dans 100 g de corps gras. La méthode de Wijs est la plus utilisée (Wolff, 1968).

➤ Protocole expérimental :

Le dosage consiste à faire réagir une solution de 15 mL de réactif de Wijs, sur une masse d'échantillon de 0,2 à 0,3g préalablement dissous dans 15 mL de tétrachlorure de carbone. L'Erlenmeyer contenant la solution est bouché hermétiquement et placé dans un endroit sombre pendant une heure après l'avoir agité fortement. On ajoute ensuite 10 ml d'iodure de potassium (IK) à 10% et 150 mL d'eau distillée afin d'extraire l'iode en excès dans la phase aqueuse. La solution reposée pendant 5 minutes puis en titre par le thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ à 0,1 N en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon et cela jusqu'à décoloration complète des deux phases. Un blanc est réalisé dans les mêmes conditions sans la matière grasse (Wolf, 1969 ; AFNOR ,1981)

L'indice d'iode se détermine de la manière suivante :

$$\text{II} = (\text{V0}-\text{V1})/\text{m} \times 12.69 \times \text{C}$$

V0 : Volume de thiosulfate de sodium (mL) nécessaire pour l'essai à blanc ;

V1 : Volume de thiosulfate de sodium (mL) nécessaire pour la détermination ;

C : Concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée de thiosulfate de sodium utilisée.

m : est la masse (g) de la prise d'essai (Wolff, 1968)

I.5. - Insecte test

I.5.1.- Choix de l'insecte

Afin d'évaluer le pouvoir insecticide des huiles de graines de trois plantes du Sahara Algérien, une espèce animale de classe d'insectes de l'ordre de Coléoptère a été choisie, soit *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera-Tenebrionidae). Cet insecte est largement observé dans les entrepôts des denrées alimentaires entreposées.

Selon Delobel et Trane (1993), les Coléoptères constituent l'ordre d'insectes le plus riche en espèces on estime actuellement leur nombre à plus de 350000 espèces réparties sur environ 500 familles et sous-familles dont la famille des Tenebrionidae. Cette dernière regroupe plus de 17000 espèces (Hunt *et al.*, 2007). Le genre *Tribolium* comprend 36 espèces (Angelini et Jockusch, 2008). En Algérie, le genre *Tribolium* est représenté dans des entrepôts par deux espèces *T. castaneum* et *T. confusum* (Doumendji *et al.*, 2003).

Au début *T. castaneum* est un Coléoptère identifié sous le nom de *Dermites navalis* par Fabricius en 1775 et sous le nom de *Colydium castaneum* par Johann Friedrich Herbst en 1797. Finalement, il a été nommé *T. Castaneum* en 1825 par ce même dernier auteur (Delobel & Tran, 1993). Cette espèce de Coléoptère de la farine rouge rouille est un ravageur secondaire qui attaque à un large éventail de produits stockés. C'est un alimentateur non spécialisé sur une large gamme de produits durables, y compris les céréales et les produits céréaliers, les arachides, les épices, les fruits secs, les pois, le cacao, le café, les aliments pour animaux, etc.... L'infestation par cet insecte entraîne une odeur désagréable dans le produit en raison de la sécrétion de benzoquinones d'une paire de glandes de défense abdominales de cet insecte (Obeng-Ofori, 2008).

Le cycle de développement de *T. castaneum* peut être influencé par la disponibilité de nourriture et sa durée peut être extrêmement allongée en fonction de la nourriture ou des conditions de l'environnement (Diome, 2014). La durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte sur millet est de 37 jours à 25°C, de 26 jours à 28°C, de 23 jours à 35°C, de 21 jours à 38°C. Selon le régime alimentaire, la durée du cycle peut atteindre 120 jours à des températures comprises entre 35°C et 38°C. La longévité moyenne est de 250 jours à

25°C, 200 jours à 30°C, 2 à 3 mois à 35°C sur graines de blé (Delobel et Trane, 1993, Camara, 2009).

L'adulte femelle dès l'âge de trois jours pond journalièrement une dizaine d'œufs entre 500 et 800 œufs qui éclosent au bout de cinq jours à 30°C (Camara, 2009). Elles sont pondues en amas sur les graines et sont difficiles à déceler alors que les larves néonates circulent simplement dans les denrées infestées et s'y nymphoses sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33 °C, son développement cessant au-dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses hygrométries (Camara, 2009). Les adultes et larves sont capables de cannibalisme vis-à-vis des œufs et des nymphes. Ils peuvent se nourrir de champignons qui pourraient envahir le stock et d'une infinité multiple en matières végétales sèches et sont toujours présents dans les stocks (Camara, 2009). *T. castaneum* est capable d'infester le blé, maïs, orge, sorgho, millet, manioc, igname, arachide, coton, ricin, cacao (Delobel et Tran, 1993). Cette capacité à développer son cycle de développement sur différents supports alimentaires, a suscité des réflexions sur son adaptabilité morphologique face à ces différentes céréales qui lui offrent des ressources alimentaires et des conditions de survie optimales et différentes (Diome, 2014).

I.5.2.-Élevage de masse

L'élevage de l'insecte est maintenu dans les conditions semi contrôlés au niveau du laboratoire pédagogique de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre de l'Université de Ghardaïa. Les imagos de *Tribolium castaneum*, échantillonnés dans un de stock de semoule contaminé, sont maintenus en élevage de masse. L'identification de l'espèce est assurée par les spécialistes du Laboratoire de Zoologie Agricole de l'université d'Ouargla-Algérie. L'élevage est maintenu dans des boites en plastique (L=50cm, l=35cm, H=20cm) dans des conditions semi-contrôlés (Température 32±2C, Humidité 60±4%, éclairement 8h/16h).

I.6.- Etude de la toxicité sur *Tribolium castaneum*

I.6.1.- Tests biologiques

La toxicité des extraits est en relation avec les différentes parties de la plante. Actuellement la plupart des tests ne mesurent que la toxicité aiguë (Soumyanath, 2006). C'est pourquoi nous avons réalisé nos tests de toxicité par ingestion pendant 15 jours. Pour évaluer l'efficacité des huiles de graines de trois plantes sur les adultes de *Tribolium castaneum*, deux modes de traitements sont effectués ; par contact et par ingestion.

I.6.2.- Constitution des lots expérimentaux

La réalisation de l'expérimentation est effectuée dans les conditions du laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Ghardaia. Afin de chercher les doses létales 50 et 90, douze (12) concentrations d'huile de graines de trois espèces végétales sont choisies, dont les deux lots témoins (positif et négatif) et douze lots pour le traitement. Chaque lot d'insecte est traité par une concentration en extrait végétal d'une plante. Les concentrations en extraits choisies sont: 80%,70%, 60%, 50%, 40%, 30%,25%, 20%, 10% et 5%. Pour chaque lot, trois répétitions ont été réalisées pour le test par ingestion, cependant le pour test par contact six concentrations sont choisies soit 50%, 40%, 30%,20%, 10% et 5%.

I.6.3.- Modes d'applications

I.6.3.1.- Traitement par contact

D'après une étude préliminaire et plusieurs essais on est arrivé au présent protocole décrit et bien détaillé ci-dessous.

Les huiles végétales à différentes concentrations (50%, 40%, 30%,25%,20%,10% et 5%) sont pulvérisées directement sur 15 imagos de *Tribolium castaneum* déposés dans une boîte Pétri tapissée par du papier filtre. Alors que le lot témoin négatif est constitué d'insectes traités par un mélange (DMSO+ eau) V/V. Chaque boîte reçoit 1,86ml du produit testé à différentes doses ou témoin. A cet effet nous avons constitués 8 lots d'insectes dont sept (7) lots pour le traitement et un (1) lot témoin. Chaque lot constitué regroupe 60 individus réparties équitablement sur quatre boîtes de Pétri (Répétition) soit 15 individus/boîte. Les insectes des lots traités et témoin ont été maintenus dans les mêmes

conditions que celles décrites pour l'élevage des insectes. La mortalité des insectes a été enregistrée à un intervalle du temps de 2 heures avec une durée d'observation de 72heures.

I.6.3.2.- Traitement par ingestion

Ce traitement consiste à alimenter les insectes par de la semoule traitée par les huiles de trois plantes à différentes doses ou témoins (témoin négatif et témoin positif). Pour ce test, dix concentrations en huiles de graines sont choisies soit 80%, 70%,60%,50%, 40%, 30%, 25%, 20%,10% et 5% d'huile. Pour cette étude deux types de témoins sont utilisés soit un témoin négatif et un témoin positif.

Après une série des essais nous sommes arrivées à un diluant inerte et non toxique sur le Tribolium, et qui permet la solubilité de nos huiles pour l'utiliser comme témoin négatif, il s'agit d'un mélange (DMSO + eau distillé) (V/V), alors que pour le témoin positif, nous avons utilisé un insecticide (*Décise*) EC 25. C'est un Pyréthriinoïdes de synthèse à base d'une matière actif qui s'appelle Deltaméthrine (25g/L), utilisée comme témoin dans sa dose d'application homologué.

Les doses ont été préparées en mélangeant les quantités de l'huile de graines avec solution composée de DMSO + eau (V/V) comme diluant. Après avoir bien mélangé notre huile au diluant, une quantité de 2,79mL a été versée dans une boîte de Pétri contenant 10g de semoule et on mélange bien. Ensuite 20 adultes de *T. castaneum* ont été alors introduites dans chaque boîte de Pétri contenant la semoule traitée. Pour chaque traitement et témoins, trois répétitions ont été effectuées. Le comptage des insectes morts a été réalisé toutes les 24 heures pendant une période de 15 jours.

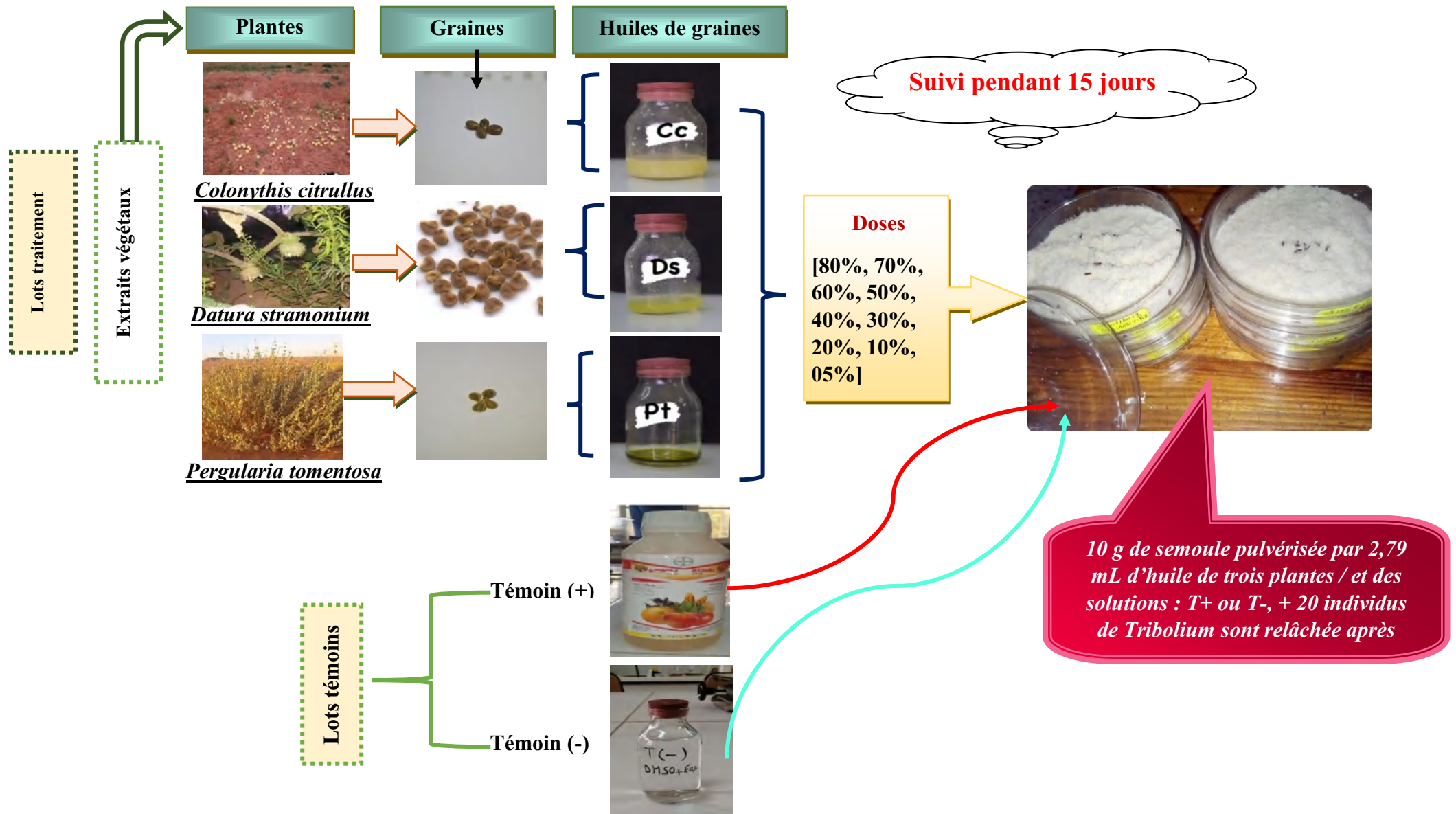


Figure 1.- Schéma du protocole expérimental du traitement par **ingestion** des huiles de graines de trois plantes étudiées

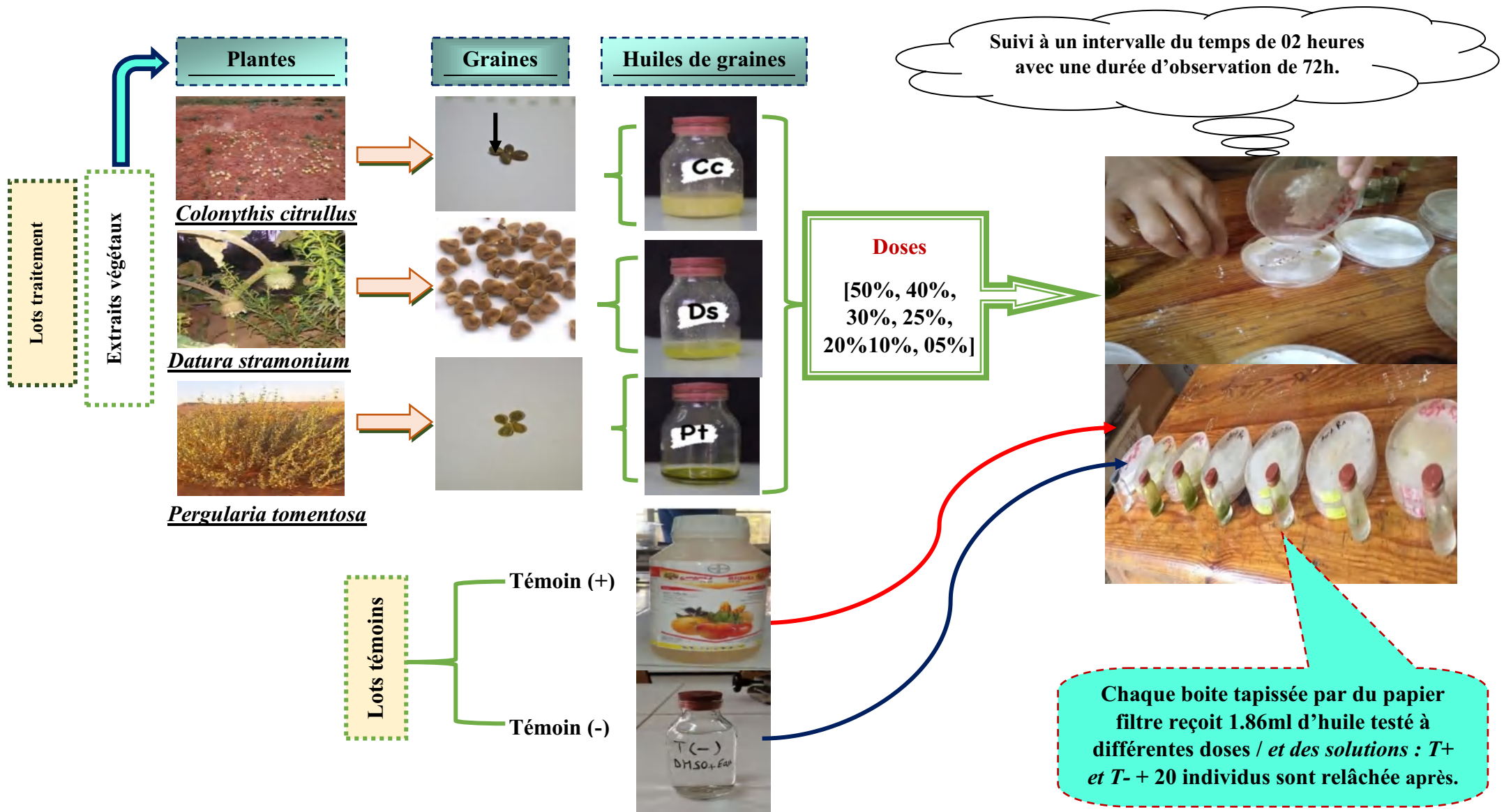


Figure 2.- Schéma du protocole expérimental du traitement par **contact** des huiles de graines de trois plantes étudiées

I.7.- Exploitation des résultats

I.7.1- Paramètres étudiés

Afin de vérifier le degré de toxicité des extraits testés sur cet insecte, les paramètres toxicologiques suivants sont étudiés dont le pourcentage de la mortalité observée, cinétique de mortalité, dose létale DL₅₀ et DL₉₀ et les temps létaux TL₅₀ et TL₉₀.

I.7.1.1.- Rendement d'extraction (RE)

Le rendement d'extraction correspond au pourcentage du poids des huiles pures extraites par rapport au poids de la matière végétale première utilisée pour l'extraction. Il est exprimé en appliquant la formule suivante :

$$\text{RE}(\%) = [\text{Poids d'huile pure extraite (g)} / \text{Poids de la matière végétale (g)}] \times 100$$

I.7.1.2.- Taux de mortalité

La mortalité est le premier critère du jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée chez les adultes témoins et traités par l'extrait végétal, est estimé en appliquant la formule suivante:

$$\text{Mortalité observée} = [\text{Nombre de morts} / \text{Nombre total des individus}] \times 100$$

(Ouldelhadj *et al.*, 2006).

I.7.1.3.- Dose létale(DL)

Les lettres DL désignent la «Dose létale», la **DL** est la quantité d'une matière, administrée en une seule fois, qui cause la mort de 50% (la moitié) d'un groupe traité. La DL₅₀ est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière. Elle est calculée à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes des concentrations appliquées. Il est utilisé, la formule de SCHNEIDER et la table des probits (Kemassi, 2014 ; Kemassi *et al.*, 2015, 2018, 2019).

$$\text{Formule de SCHNEIDER : } MC = [M_2 - M_1 / 100 - M_1] \times 100$$

- MC : % de mortalité corrigée.
- M₀ : % de mortalité dans les boîtes traitées.
- M_t : % de mortalité dans les boîtes témoins.

I.7.1.4.- Temps létaux (TL₅₀ et TL₉₀)

Le temps léthal 50 correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population meurent suite à un traitement par une substance quelconque. Il est calculé à partir de la droite de régression des Probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du temps de traitement. Il est utilisé la formule de SCHNEIDER et la table des Probits (Tedonkeng Pamo *et al.*, 2002).

I.7.2.- Analyses de la variance aléatoire à mesure répétée (Tukey (HSD))

Les résultats obtenus des différents tests expérimentaux est interprété statistiquement à l'aide du logiciel «XLSTAT Version 2012». Une analyse de la variance à comparaison multiple des moyennes qui déroule de comparer la moyenne d'un groupe avec la moyenne d'un autre. Le test de la différence la moins significative LSD (Least Significant Difference) de Fisher est effectué. L'analyse de la variance ANOVA a pour but de comparaison les moyennes des résultats après le test de normalité. Ce test statistique permettra suivre le niveau de la signification et de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interférences entre facteurs. La probabilité inférieure à 0,01 donne un effet hautement significatif, à 0,05 un effet significatif et pour une probabilité supérieure à 0,05 on considère que l'effet n'est pas significatif.



Soutenance de thèse

Chapitre II

Résultats et discussions

Chapitre II.- Résultats et discussions

II.1.-Rendement et propriétés physico-chimique des huiles extraites

II.1.1.- Rendement d'extraction

La teneur en huiles des graines de trois plantes étudiées est estimée via le calcul du rendement d'extraction. Ce dernier correspond au pourcentage du poids d'huile extraite par-rapport au poids de la matière sèche de graines utilisée pour l'extraction. Il est estimé en appliquant la formule suivante :

$$RE(\%) = (M1/ M2) * 100$$

- **RE= Rendement d'extraction ;**
- M1 = masse de la matière grasse extraite (g) ;
- M2 = masse de la prise d'essai (g) (El Hachimi et *al.*, 2015).

Il apparaît que la teneur en huile calculée à partir de la masse de la matière grasse extraite par rapport la masse de la poudre de graines montre qu'il varie entre les trois espèces végétales choisies (figure 5).

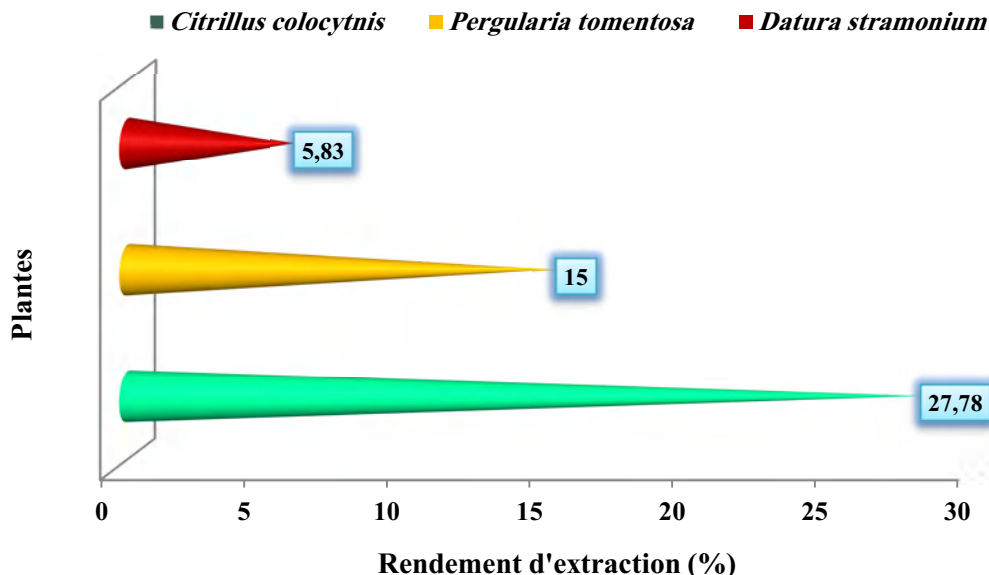


Figure 3.- Rendement d'extraction en huile extraite à partir des graines de *Citrulus colocynthis*, *Datura stramonium* et *Pergularia tomentosa* récoltées dans la région de Ghardaïa

La teneur en huile des graines de *Citrulus colocynthis*, *Datura stramonium* et de *Pergularia tomentosa* ne constitue pas en soit un critère de détermination de la qualité de l'huile mais c'est surtout un critère quantitatif de la quantité d'huile dans le matériel végétal utilisé comme matière première d'extraction. Les résultats obtenus montrent qu'il existe une grande variation dans le rendement d'extraction en huile de trois espèces végétales ; les graines de *Citrulus colocynthis* semblent plus riches en huile comparativement aux autres deux plantes, le rendement d'extraction rapporté étant de l'ordre de 27,78 %, suivie par *Pergularia tomentosa* par un rendement d'extraction de 15%. Les graines de *Datura stramonium* sont les moins riches en huiles, un rendement d'extraction de 5,83% est noté.

D'après la littérature, la valeur du rendement d'extraction en huile des graines de *Citrullus colocynthis* est généralement moyenne. Yanif et al.,(1999) notent des rendements en huile de graines de Coloquinte récoltées dans le désert du Néguev et dans la vallée de l'Arava (frontière de la Jordanie et dans le désert du Sinaï (Égypte), de l'ordre de 17% et 19% respectivement. En outre pour *P. tomentosa*, Abi-Smail(2018), rapporte un rendement d'extraction de 22,37% pour des graines de cette plante récoltées dans le nord du Sahara algérien. Alors qu'un rendement d'extraction oscille entre 15 à 30 %, est noté pour des graines de *Datura stramonium* récoltées dans différentes régions de France (Martel, 2012). Plusieurs auteurs rapportent que les variations dans les conditions climatiques influent considérablement le degré de maturité des fruits et par conséquent la teneur en matière grasses dans les graines. Salvador et al., (2001), notent que la teneur en huile dense des fruits varie largement selon la période de maturité, elle est élevée au début de la maturation et il s'abaisse légèrement lorsque le fruit dépasse la maturité. En outre, ces mêmes auteurs et d'autres, déclarent que l'extraction des huiles par un dispositif de du Soxhlet permet d'avoir un meilleur rendement comparativement aux autres méthodes adoptées dont l'extraction par Vibrations Ultrasonores à froid ou l'extraction mécanique par la presse (Salvador et al., 2001; Louni, 2009). Il est important de souligner que les résultats obtenus ne signifient en aucun cas que tout ce qui a été extrait par les solvants à partir des graines correspond uniquement à des l'huiles, mais, il est probable d'extraire d'autres fractions ou métabolites autres que lipidiques dont des hydrocarbures, cires, etc..., qui sont susceptibles d'être détectés au niveau des huiles des graines des espèces végétales obtenues par les méthodes chimiques d'extraction, ou bien à la suite d'une oxydation Salvador et al., (2001).

II.1.2.- Caractérisation physico-chimique des huiles extraites

II.1.2.1 Paramètres physique des huiles extraites

Différents indices caractérisant les huiles végétales obtenues sont estimés dont la densité, l'indice de réfraction, le potentiel d'hydrogène (pH), l'indice d'acidité, l'indice de saponification, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode et l'indice d'estérification pour l'huile de graines de *Citrulus colocynthis*, de *Datura stramonium* et de *Pergularia tomentosa*. Le tableau 3 regroupe les paramètres physiques des huiles de graines de trois plantes étudiées.

Tableau 3.- Caractères physique des huiles de graines de *Citrulus colocynthis*, *Datura stramonium* et de *Pergularia tomentosa*.

| | <i>Citrulus colocynthis</i> | <i>Datura stramonium</i> | <i>Pergularia tomentosa</i> |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Couleur | Jaune pâle | Jaune blanchâtre | Vert foncé |
| État naturel et aspect | Liquide | Liquide visqueux | Liquide visqueux |
| Hydro solubilité | Insoluble | Insoluble | Insoluble |
| Densité à 20°C | 0,386 | 0,394 | 0,908 |
| Indice de réfraction (I.R) | 1,475 | 1,474 | 1,473 |
| Potentiel d'Hydrogène (pH) | 5 | 6 | 6,5 |

Les résultats consignés dans le tableau 3 révèlent que à la température ambiante (25-30°C), l'aspect des huiles de trois plantes est variable, il est liquide pour l'huile de *Citrulus colocynthis* et liquide visqueux pour l'huile de *Datura stramonium* et *Pergularia tomentosa*. De même, chaque huile a une couleur distincte ; elle est jaune pâle, jaune blanchâtre et verte foncée pour l'huile de *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* respectivement. Parallèlement, ces huiles ont des odeurs et saveurs caractéristiques ; chacune se distingue par l'odeur fétide caractérisant l'espèce végétale. Salvador *et al.* (2001) et Louni (2009) notent que l'extraction des huiles de graines des espèces végétales dans un dispositif de Soxhlet par l'utilisation d'un solvant organique dont l'hexane permet l'extraction de nombreuses métabolites et fractions organiques dont les composés volatiles.

Les huiles de graines de trois espèces étudiées sont insolubles dans l'eau, leurs densités à 20°C, sont de 0,39 pour l'huile de *C. colocynthis*, 0,39 pour l'huile de *D. stramonium* et de 0,91 pour l'huile de graines de *P. tomentosa*. L'indice de réfraction estimé pour les huiles étudiées sont presque équitables, ce sont de l'ordre de 1,4746,

1,4742 et 1,4732 pour *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* respectivement. Les huiles de graines de trois plantes présentent un pH légèrement acide ; les valeurs du pH sont respectivement de l'ordre de 5, 6 et 6,5 pour *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa*.

L'indice de réfraction est considéré comme un critère de pureté d'une huile végétale. Il varie en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente ainsi qu'en fonction de la température à laquelle l'analyse se fait. Cet indice est proportionnel au poids moléculaire des acides gras ainsi qu'à leur degré d'insaturation. Les valeurs de l'indice de réfraction de trois huiles extraites sont concomitantes aux valeurs des huiles végétales alimentaires citées dans le codex Alimentarius (Codex Alimentarius, 2009). Ces valeurs sont relativement proches des valeurs d'indices de réfraction de l'huile de graines du Coton (1,47) (Adjadji, 2009). En outre, Ollé(2002), note que les huiles qui donnent des indices de réfraction qui oscillent entre $R=1,46$ à $1,49$ sont des huiles riches en acide Linoléique.

II.1.2.2.- Paramètres chimiques des huiles extraites

Généralement peu de travaux liés à l'étude des caractéristiques et propriétés chimiques des huiles de graines (huiles fixes) des espèces végétales sahariennes spontanées sont réalisés. La détermination de ces indices fait appel à différentes méthodes de dosages et titrations. Les paramètres chimiques des huiles de graines de trois plantes sahariennes sont regroupés dans le tableau 4.

Tableau 4.- Caractères chimiques des huiles de graines de *Citrulus colocynthis*, *Datura stramonium* et de *Pergularia tomentosa*.

| | <i>Citrulus colocynthis</i> | <i>Datura stramonium</i> | <i>Pergularia tomentosa</i> |
|--|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Indice d'acide (IA) (mgKOH/g) | 8,415 | 2,805 | 11,22 |
| Indice d'iode (II) | 22,84 | 24,11 | 22,84 |
| Indice de peroxyde (IP)(meq O₂/kg) | 0,4 | 14 | 18 |
| Indice de saponification (IS) (mgKOH/g) | 171,105 | 89,76 | 241,23 |
| Indice d'estérification (IE) (mgKOH/g) | 162,69 | 86,955 | 230,01 |

L'Indice d'acide indique le degré d'altération des esters (essentiellement des triglycérides) présents dans le corps gras, également c'est un bon indicateur pour déterminer l'altération d'un corps gras. Les trois huiles étudiées présentent un indice d'acide de 8,415 (mg KOH/g), 2,805 (mg KOH/g) et de 11,22 (mg KOH/g) pour *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa*, respectivement. Les valeurs de l'indice d'acidité, estimées pour les huiles de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa*, sont supérieures de celles maximales soit citées dans le Codex Alimentarius (2009) soit 6,6 mg KOH/g). Par contre pour l'huile de *D. stramonium*, une valeur d'indice d'acidité inférieure est notée, elle est de 2,805(mg KOH/g). Pour une huile alimentaire possédant une faible valeur d'indice d'acidité, indique la pureté et la stabilité de cette huile à la température ambiante (Tchiégang-Meguéni, 2003). De ce fait, les huiles de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa* ne répondent pas à ce critère qualifiant les huiles alimentaires, il est donc nécessaire de procéder à une opération de pré-raffinage de ces huiles. De même, il est qualifié que cette huile est inappropriée pour usages humains ou elle est toxique (Novidzro et al., 2019).

L'indice de saponification d'un corps gras donne des indications sur la longueur de la chaîne carbonée des acides constituant ce corps gras. D'autant plus élevé que la chaîne carbonée des acides gras est courte (Lion, 1955). Pour les trois huiles étudiées, il est marqué des valeurs différentes pour chaque huile de graines. L'indice de saponification de l'huile de graines de *D. stramonium* est de 89,76mg KOH/g d'huile. Il semble être plus faible, ce qui indique la présence d'acide gras à chaîne carbonée longue par rapport à l'huile de *C. colocynthis* et *P. tomentosa*, où les valeurs de l'indice de saponification notées sont de 171,105mg KOH/g d'huile et 241,23 mg KOH/g d'huile respectivement. Ces valeurs sont proches de celles de l'huile de graines d'Argan *Argania spinosa* L. (Sapotaceae) dont l'indice de saponification étant de 193 mg KOH/g d'huile, et pour l'huile de graines de Coloquinte récoltée dans la région de Mécheria au sud ouest algérien, Mostefa-Kara (2011) enregistre une valeur de 219 mg KOH/g d'huile.

Les valeurs de l'indice de saponification de trois plantes étudiées sont cohérentes avec les valeurs indiquées dans le Codex Alimentarius (2009), qui fixe des valeurs comprises entre 170-265 mg KOH / g d'huile pour les huiles végétales alimentaires.

L'indice d'estérification des huiles des graines de *D. stramonium* est faible, la valeur rapportée étant de 89,76 mg KOH/g d'indice d'estérification, par rapport aux deux autres huiles étudiées soit celles de *C. colocynthis* et *P. tomentosa* qui sont respectivement de 162,69 mg KOH/ g et 230,01 mg KOH/g respectivement. Ceci est logique du fait que l'indice d'acide et l'indice de saponification estimés pour les huiles de *D. stramonium* est inférieur à ceux obtenus pour l'huile de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa*.

L'indice de peroxyde est utilisé pour jauger l'état d'oxydation de l'huile. L'altération chimique des huiles est provoquée par un phénomène d'oxydation qui se traduit par la formation de peroxydes (Novidzro et al., 2019). Par cet indice, la qualité des huiles dépend des problèmes qui peuvent se produire après la récolte dont la modalité de transport et de conservation des fruits avant le broyage et pendant la transformation) (Bruni et al, 1994).

Les résultats présentés dans le tableau 4 montrent que les valeurs de l'indice de peroxyde des huiles de graines de *D. stramonium* et *P. tomentosa* sont élevées, elles sont de l'ordre de 14 et 18 meq O₂/kg d'huile. C'est un critère très utile pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative d'une huile. Parce que cette valeur est supérieure à 10meq O₂/kg qui caractérise la plupart des huiles conventionnelles comestibles comme celles de soja (*Glycine max* (L)), de maïs *Zea mays* L. (Poaceae) et de tournesol *Helianthus annuus* L. (Asteraceae) (Codex Alimentarius, 2009). En revanche l'indice de peroxyde noté pour l'huile de graines de *C. colocynthis* est inférieur par rapport à celui rapporté pour les deux autres plantes soit *D. stramonium* et *P. tomentosa*. Il est de 0,4 meqO₂/kg, cette valeur est très acceptable et conforme à la norme du Codex Alimentarius (2009) qui recommande un indice inférieur ou égal à 10 milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile.

L'indice d'iode mesure globalement le degré d'insaturation d'un corps gras en déterminant le nombre de grammes d'iode fixé par 100 g de corps gras. C'est par rapport aux valeurs de cet indice qu'une classification des huiles végétales est proposée soit des huiles siccatives, semi siccatives et non-siccatives. En effet, plus l'indice d'iode est élevé plus l'huile contient de molécules insaturées (Wolff, 1968).

Les valeurs estimées pour les huiles de trois plantes étudiées sont de l'ordre de 22,84g I₂/100 g d'huile pour l'huile de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa* respectivement, alors que pour l'huile de graines de *D. stramonium*, une valeur d'indice d'iode de 22,84g I₂/100 g d'huile est enregistrée ; ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par le Codex Alimentarius 2009, dont les valeurs de l'indice d'iode sont compris entre 0 à 110g I₂/100 g d'huile. Les valeurs révélées pour *C. colocynthis* et *P. tomentosa*, sont inférieures à l'indice d'iode des huiles de graines de Coloquinte rapportés par Mostefa-Kara (2011), qui est de 86g I₂/100 g d'huile. Ces valeurs trouvées dans cette étude sont non comparables aux indices d'iode rapportés par la littérature qui sont de 122 à 129g I₂/100 g d'huile (Abu Nasr, 1953 ; Obeid, 1996 ; Ziyada et *al.*, 2008; Mostefa-Kara, 2011). Basant sur les valeurs d'indice d'iode de l'huile de graines de *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* sont relativement faibles, la conservation de cette huile pourrait se faire sans risques d'auto-oxydation (Novidzro et *al.*, 2019).

Les valeurs de différents indices estimés ont été comparées avec celles citées dans les normes du Codex Alimentarius qui rendent compte de l'altération des qualités d'huile, et elles montrent que les huiles de graines de trois plantes étudiées sont toxiques, pour cela il est nécessaire de compléter ses analyses avec des études toxicologiques.

II.2.- Étude de la toxicité par contact

L'étude de la toxicité par contact des huiles de graines des trois plantes récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est Algérien) vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*, est réalisée via l'estimation des effets létaux et sublétaux de la pulvérisation directe des huiles végétales sur les adultes de *Tribolium castaneum* (**tab.05**).

II.2.1.- Effet sur la mortalité

La pulvérisation directe des huiles de graines des trois plantes choisies sur les imagos de *T. castaneum*, engendre différents signes d'intoxication, dont la réduction de l'activité motrice, mouvements convulsifs et l'incapacité de se percher sur les parois des boîtes ou bien dans le cas extrême la mort des individus traités. L'exposition à ces huiles à des doses allant de 0,05 mL/mL à 1 mL/mL provoque la mort des individus traités. Il est noté que le taux de mortalité au niveau des lots traités par les huiles des graines de trois plantes augmente au fur et à mesure de la dose appliquée.

Au vu des résultats du tableau 5, il est bien net que les huiles de graines de la Coloquinte appliquées sur les imagos de *T. castaneum* engendrent des taux de mortalité appréciables, ils avoisinent ceux notés pour les individus du lot traité par l'insecticide *Decis25 EC*. Leur efficacité vis-à-vis des imagos de *T. castaneum* est particulièrement notée après 12 heures d'exposition, où elles ont montré une efficacité comparables à celle notée pour l'insecticide *Decis25 EC*, même à des faibles concentrations soit 0,25 mL/mL, où cette huile paraît efficace. En prolongeant la durée d'exposition (18 heures), les imagos de *T. castaneum* deviennent plus sensibles aux effets des huiles de graines de la Coloquinte même appliquées à des concentrations faibles soit 0,05 mL/mL et 0,11 mL/mL, où elles engendrent des taux de mortalité de l'ordre de 86,67±6,67% et 100% respectivement. La comparaison du pouvoir insecticide des huiles de graines de la Coloquinte avec un insecticide homologué et efficace contre les insectes de différents groupes permet de juger le potentiel insecticide de cette huile vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*. Dans ce test, après 2 heures d'exposition aux huiles de graines *C. colocynthis*, des pourcentages de mortalité de l'ordre de 33,33±10,18 ; 60,22±8,39 et 67,11±0,77 notées pour les plus faibles concentrations soit 0,05 mL/mL, 0,11 mL/mL et 0,25 mL/mL respectivement. Bien que pour les fortes concentrations soit 0,67mL/mL et 1 mL/mL, les taux de mortalité notés sont de l'ordre de 80,0%±0,0 et 82,22%±3,85 respectivement. Ces valeurs des taux de mortalité

augmentent en fonction de la durée d'exposition dont 4 heures, 6 heures, 12 heures et 18 heures ; il est important de rapporter que la plus faible concentration (0,05mL/mL), donne un taux de mortalité de 100% après 18 heures d'exposition. En revanche les autres doses (plus élevées), donnent un taux de mortalité de 100% après, au maximum, 12 heures d'exposition. En outre pour *P. tomentosa* après 2 heures d'exposition à cette huile, les taux de mortalité enregistrés sont de l'ordre de 71,11%±15,40 ; 40,0%±0,0 ; 20,0%±0,0 ; 13,33%±5,77 et 10,04%±1,12 respectivement pour les doses 1 mL/mL, 0,67 mL/mL, 0,43 mL/mL, 0,25 mL/mL, 0,11 mL/mL et aucune mortalité n'a été enregistrée pour la faible concentration (0,05 mL/mL). De même, les valeurs des taux de mortalité augmentent en fonction de la durée d'exposition (4 heures, 6 heures, 12 heures, 18 heures et 22 heures), pour atteindre un taux de mortalité de 100% après 24 heures d'exposition pour toutes les doses testées.

Les résultats d'étude de l'effet des traitements appliqués sur la mortalité des imagos de *T. castaneum* montrent que l'huile de graines *D. stramonium* présente une faible toxicité, des faibles taux de mortalité sont notés en comparaison avec les huiles de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa*. Les faibles doses d'huile de graines *D. stramonium* soit 0,25 mL/mL, 0,11 mL/mL et 0,05 mL/mL donnent des taux de mortalités relativement faibles pour les durées d'exposition 2 heures, 4 heures, 8 heures, et ils évoluent en prolongeant la durée d'exposition ; elles atteignent le 100% de mortalité après 48 heures d'exposition.

Pour le témoin négatif, aucune mortalité n'est enregistrée durant toutes les durées d'exposition. Il est utile de signaler que l'insecticide utilisé (*Decis25 EC*), comme témoin positif, est une formulation insecticide efficace sur leurs cibles biologiques, il se caractérise par un effet de choc et par la rapidité d'action ; le taux de mortalité de 100% se produit après 2 heures d'exposition.

Le test statistique ANOVA en utilisant Tukey's HSD pour les différentes huiles et doses en huiles utilisées, montre également l'existence d'une différence hautement significative ($P=0,000$) pour les facteurs huiles, doses, durées d'exposition et pour l'interaction huile-dose et une différence significative pour l'interaction huile-durée d'exposition classant chaque huile dans un groupe de la plus toxique à la moins toxique.

Tableau 5.- Variation des taux de mortalité cumulée enregistrés au niveau de différents lots d'imagos de *Tribolium castaneum* témoins et traités par contact par les huiles de graines de trois plantes étudiées
(C50=[1 mL/mL]; C40=[0.67mL/mL]; C30=[0.43 mL/mL]; C20=[0.25mL/mL]; C10=[0.11 mL/mL]; C5=[0.05 mL/mL]; DLM= Decis®EC50; T= E. Distillé +DMSO (v/v).

| | | Après 2h | Après 4h | Après 6h | Après 12h | Après 18h | Après 22h | Après 24h | Après 48h |
|----------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|
| | Témoin (-) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,40±0,0 | 0,93±0,69 | 1,07±0,92 | 1,07±0,92 |
| | DLM | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>C. colocyntis</i> | D1 [05] | 33,33±10,18 | 48,89±10,18 | 64,44±13,33 | 75,56±13,33 | 86,67±6,67 | 100 ,00 | 100 ,00 | 100 ,00 |
| | D2 [10] | 60,22±8,39 | 72,89±4,48 | 82,22±6,67 | 91,11±7,70 | 100 ,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D3 [20] | 67,11±0,77 | 73,33±6,67 | 83,11±3,36 | 92,44±1,54 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D4 [30] | 77,78±3,85 | 80,0±6,67 | 84,45±3,85 | 93,33±0,0 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D5 [40] | 80,0±0,0 | 84,45±3,85 | 86,67±0,0 | 95,55±3,85 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D6 [50] | 82,22±3,85 | 86,67±0,0 | 88,89±3,85 | 97,78±3,85 | 100,00 | 100 ,00 | 100 ,00 | 100 ,00 |
| <i>D. stramonium</i> | D1 [05] | 11,11±3,85 | 14,55±2,12 | 40,0±0,0 | 57,78±7,70 | 66,67±0,0 | 73,33±6,67 | 80,67±1,15 | 100 ,00 |
| | D2 [10] | 12,78±0,96 | 15,55±3,85 | 43,33±14,53 | 60,0±11,55 | 68,34±1,53 | 75,55±3,85 | 83,22±3,03 | 100,00 |
| | D3 [20] | 13,33±0,0 | 20,0±3,85 | 47,0±7,09 | 64,44±10,18 | 75,56±7,70 | 80,0±0,0 | 86,67±6,67 | 100,00 |
| | D4 [30] | 15,55±3,85 | 24,44±10,18 | 49,22±0,69 | 66,67±0,0 | 82,22±7,70 | 88,89±7,70 | 100,00 | 100,00 |
| | D5 [40] | 37,78±0,51 | 46,37±16,78 | 60,0±6,67 | 82,22±10,18 | 95,56±7,70 | 100 | 100,00 | 100,00 |
| | D6 [50] | 71,11±7,70 | 77,78±7,70 | 80,0±6,67 | 93,33±6,67 | 100 | 100 | 100,00 | 100 ,00 |
| <i>P. tomentosa</i> | D1 [05] | 0,00±0,0 | 8,89±1,92 | 11,11±1,92 | 51,11±1,92 | 76,00±04,00 | 86,67±11,55 | 100,00 | 100 ,00 |
| | D2 [10] | 10,04±1,12 | 10,11±2,83 | 42,33±2,52 | 55,56±9,62 | 79,67±03,21 | 90,33±8,74 | 100,00 | 100,00 |
| | D3 [20] | 13,33±5,77 | 20,0±0,0 | 50,11±4,48 | 60,0±17,32 | 83,00±04,58 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D4 [30] | 20,0±0,0 | 40,0±0,0 | 52,0±2,0 | 54,33±3,51 | 85,33±03,21 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D5 [40] | 40,0±0,0 | 50,0±0,0 | 56,67±11,55 | 83,33±5,77 | 96,67±05,77 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | D6 [50] | 71,11±15,40 | 77,78±3,85 | 81,11±1,84 | 93,33±5,77 | 100,00±0,0 | 100,00 | 100,00 | 100 ,00 |

II.2.2.- Variance de la toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de *Tribolium castaneum*

D'après l'analyse de la variance à deux critères de classification (temps d'exposition et doses) a révélé que pour les trois espèces végétales, exceptée quelques interactions entre facteurs doses appliquées et temps d'exposition. Au vu les résultats de tableau 6, qui présentent la moyenne de taux de mortalité entre les huiles de trois plantes étudiées. En comparant la toxicité comparée des trois huiles de graines étudiées, il est bien net que l'huile de graines de *C. colocynthis* est plus toxique que l'huile de graines de *P. tomentosa*, alors que l'huile de graines de *D. stramonium* était le moins efficace vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*.

Au vu des résultats du tableau 6, il apparait que quelle que soit l'huile testées et la durée d'exposition, les valeurs de facteur F notées sont estimées pour une probabilité ($P=0,000$). L'analyse de la variance à deux facteurs de classification en fonction des doses des huiles a révélé des différences hautement significatives entre les moyennes de mortalité pour une probabilité ($P=0,000$). (Annexe. 02)

L'effet des huiles de graines de trois plantes testées sur la mortalité des imagos a été analysé à l'aide d'une ANOVA à deux facteurs (dose et durée d'exposition). Les moyennes ont été séparées en utilisant le test de Tukey à intervalle de confiance de 5%. D'une manière générale, dans tous les lots étudiés et durant toutes les périodes d'observation, l'huile de graines de la Coloquinte est la plus toxique, même appliquée à faible dose et au cours d'une durée d'exposition courte. D'ailleurs, après 12 heures d'exposition, elle est la seul huile testée classée dans le même groupe (A) avec témoin positif (DLM).

Durant la première période, après 2 heures du traitement, le tests de Tukey, laisse apparaitre 11 groupes selon la classe et le gradient de toxicité (du plus toxique au moins toxique) vis-à-vis de *T. castaneum* dont A, B, BC, CD, DE, EF, FG,GH,GHI, HI et I (tableau 6). Pour cette première observation (après 2 heures), le témoin positif (DLM) et le témoin négatif constituent deux groupes à part soit le groupe (A) et le groupe (I) respectivement. Les deux concentrations les plus élevées d'huile de graines de *C. colocynthis* appliquées soit C6= [50%] et C5= [40%] constituent le groupe (B) qui regroupe les concentrations d'huiles végétales les plus efficace sur *T. castaneum*. La

concentration C4= [30%] et C3= [20%], d'huile de graines de *C. colocynthis*, la concentration C6=[50%] d'huile de graines de *D. stramonium* et *P. tomentosa* constituent un troisième groupe intermédiaires (BC), cela montre que l'huile de graines de *C. colocynthis* appliquée à la dose C4 ou bien C3 donne pratiquement la même efficacité, et la même toxicité que l'huile de graines de *D. stramonium* et *P. tomentosa* appliquée à la plus forte concentration testée soit C6= [50%]. Il est important de signaler qu'après 12 heures d'exposition, le témoin positif et l'huile de graines de *C. colocynthis* appliquée à la forte concentration ont dans le même groupe (A) d'efficacité insecticide.

Après le 5^e temps d'observation (18 heures), le nombre de groupes selon la classe de toxicité était de neuf (9) groupes soit A, AB, BC, C, CD, CDE, DE, E et F. L'huile de graines de *C. colocynthis* appliquée aux concentrations C6 [50%], C5 [40%], C4 [30%], C3 [20%] et C2 [10%] et l'huile de graines de *P. tomentosa* appliquée à la plus forte concentration testée C6= [50%] constituent le même groupe (A). Donc, après 18 heures d'exposition aux différents traitements appliqués, l'huile de graines de *C. colocynthis* à la dose C2 [10%] ou plus, présente la même efficacité insecticide que l'huile de graine de *P. tomentosa* appliquée à la dose C6= [50%] et l'insecticide Decis 25 EC, où ils engendrent des taux de mortalité de 100% chacun. Après 24 heures d'exposition aux différents traitements, l'huile de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa* appliquées à différentes concentrations (C1, C2, C3, C4, C5, C6), l'huile de graines de *D. stramonium* appliquées à la concentrations C6, C5, C4 et l'insecticide Décis 25 CE causent un pourcentage de mortalité de 100% ; ils constituent un groupe homogène (A). Alors les autres concentrations en huiles de graines de *D. stramonium* soit C3= [20%], C2= [10%] et C1= [5%] constituent trois groupes solitaires soit les groupes (B), (BC) et (C) respectivement. Le témoin négatif demeure seul dans un groupe (D). Alors que pour la durée d'exposition la plus longue soit 48 heures, les différents traitements par les huiles de graines de trois plantes étudiées à différentes concentrations et le témoin positif (Décis 25 EC), constituent un seul groupe de toxicité vis-à-vis des imagos de *T. castaneum* soit le groupe (A) où ils engendrent 100% de mortalité. Le groupe (B) présente le lot témoin négatif. Analysant ces résultats, les huiles de graines de trois plantes testées présentent un effet insecticide remarquable, particulièrement celles de graines de *C. colocynthis* qui semblent le plus toxique et à rapidité d'action plus marquée (toxicité aiguë) comparativement aux autres huiles végétales testées, où leurs actions à faibles concentrations deviennent plus notables après une durée d'exposition relativement plus longue (toxicité subaiguë ou chronique).

Tableau 6 : Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de *T. castaneum*

C1= [05%] ; C2=[10%] ; C3=[20%] ; C4= [30%] ;C5=[40%] ; C6=[50%] ;DLM = T+ (*Decis50 EC*).; T-= Témoin négative (Eau+DMSO (v/v)).

C.C : *Citrus colocynthis* ; *D.S* : *Datura stramonium* ; *P.T* : *Pergularia tomentosa*

| Après 2H | | Après 4H | | Après 6H | | Après 12H | |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Lots expérimentaux | Taux de mortalité | Lots expérimentaux | Taux de mortalité | Lots expérimentaux | Taux de mortalité | Lots expérimentaux | Taux de mortalité |
| DLM | 100 (A) | DLM | 100,00% (A) | DLM | 100% (A) | DLM | 100% (A) |
| CC*C6 [50%] | 82,22 (B) | CC*C6 [50%] | 86,67% (AB) | CC*C6 [50%] | 88,89% (AB) | CC*C6 [50%] | 97,78% (A) |
| CC*C5 [40%] | 80 (B) | CC*C5 [40%] | 84,45% (AB) | CC*C5 [40%] | 86,67% (AB) | CC*C5 [40%] | 95,55% (AB) |
| CC*C4 [30%] | 77,78 (BC) | CC*C4 [30%] | 79,99% (BC) | CC*C4 [30%] | 84,45% (AB) | DS*C6 [50%] | 93,33% (AB) |
| DS*C6 [50%] | 71,11 (BC) | PT*C6 [50%] | 77,78% (BC) | CC*C3 [20%] | 83,11% (AB) | PT*C6 [50%] | 93,33% (AB) |
| PT*C6 [50%] | 71,11 (BC) | DS*C6 [50%] | 77,78% (BC) | PT*C6 [50%] | 81,11% (AB) | CC*C4 [30%] | 93,33% (AB) |
| CC*C3 [20%] | 67,11 (BC) | CC*C3 [20%] | 73,33% (BC) | DS*C6 [50%] | 80,0% (B) | CC*C3 [20%] | 92,44% (AB) |
| CC*C2 [10%] | 62,22 (CD) | CC*C2 [10%] | 65,33% (CD) | CC*C2 [10%] | 80,0% (B) | CC*C2 [10%] | 88,89% (ABC) |
| DS*C5 [40%] | 46,37 (DE) | PT*C5 [40%] | 50,00% (DE) | DS*C5 [40%] | 60,0% (C) | PT*C5 [40%] | 83,33% (ABCD) |
| PT*C5 [40%] | 40 (EF) | CC*C1 [5%] | 42,22% (EF) | CC*C1 [5%] | 60,0% (C) | DS*C5 [40%] | 82,22% (ABCD) |
| CC*C1 [5%] | 28,89 (FG) | PT*C4 [30%] | 40,00% (EF) | PT*C5 [40%] | 56,67%(CD) | CC*C1 [5%] | 73,33% (BCDE) |
| PT*C4 [30%] | 20,0% (GH) | DS*C5 [40%] | 37,77% (EFG) | PT*C4 [30%] | 52,0% (CD) | DS*C4 [30%] | 66,67% (CDE) |
| DS*C4 [30%] | 15,55% (GHI) | DS*C4 [30%] | 24,44% (FGH) | PT*C3 [20%] | 50,11% (CD) | DS*C3 [20%] | 64,44% (DE) |
| PT*C3 [20%] | 13,33% (GHI) | DS*C3 [20%] | 20,00% (GH) | DS*C4 [30%] | 49,22%(CD) | DS*C2 [10%] | 60,0% (DE) |
| DS*C3 [20%] | 13,33% (GHI) | PT*C3 [20%] | 20,00% (GH) | DS*C3 [20%] | 46,99%(CD) | PT*C3 [20%] | 60,0% (DE) |
| DS*C2 [10%] | 12,77% (GHI) | DS*C2 [10%] | 15,55% (HI) | DS*C2 [10%] | 43,33% (CD) | DS*C1 [5%] | 57,78% (E) |
| DS*C1 [5%] | 11,11% (HI) | DS*C1 [5%] | 14,55% (HI) | PT*C2 [10%] | 42,33% (CD) | PT*C2 [10%] | 55,56% (E) |
| PT*C2 [10%] | 10,04% (HI) | PT*C2 [10%] | 10,11% (HI) | DS*C1 [5%] | 40,00% (D) | PT*C4 [30%] | 54,33% (E) |
| Témoin*-T | 0,0% (I) | PT*C1 [5%] | 8,89% (HI) | PT*C1 [5%] | 11,11% (E) | PT*C1 [5%] | 51,11% (E) |
| PT*C1 [5%] | 0,0% (I) | Témoin*-T | 0,0% (I) | Témoin*-T | 0,00% (E) | Témoin*-T | 0,0% (F) |

Suite du tableau 6 : Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de *T.castaneum*

| Après 18H | | Après 22H | | Après 24H | | Après 48H | |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Lots expérimentaux | Taux de mortalité | Lots expérimentaux | Taux de mortalité | Lots expérimentaux | Taux de mortalité | Lots expérimentaux | Taux de mortalité |
| DS*C6 [50%] | 100,00% (A) | DS*C5 [40%] | 100,00% (A) | CC*C1 [5%] | 100,00% (A) | DS*C1 [5%] | 100,00% (A) |
| DLM | 100,00% (A) | DS*C6 [50%] | 100,00% (A) | CC*C2 [10%] | 100,00% (A) | DS*C2 [10%] | 100,00% (A) |
| CC*C2 [10%] | 100,00% (A) | CC*C1 [5%] | 100,00% (A) | CC*C3 [20%] | 100,00% (A) | DS*C3 [20%] | 100,00% (A) |
| CC*C3 [20%] | 100,00% (A) | CC*C2[10%] | 100,00% (A) | CC*C4 [30%] | 100,00% (A) | DS*C4 [30%] | 100,00% (A) |
| CC*C4 [30%] | 100,00% (A) | CC*C3 [20%] | 100,00% (A) | CC*C5 [40%] | 100,00% (A) | DS*C5 [40%] | 100,00% (A) |
| CC*C5 [40%] | 100,00% (A) | CC*C4 [30%] | 100,00% (A) | CC*C6 [50%] | 100,00% (A) | DS*C6 [50%] | 100,00% (A) |
| CC*C6 [50%] | 100,00% (A) | CC*C5 [40%] | 100,00% (A) | DLM | 100,00% (A) | CC*C1 [5%] | 100,00% (A) |
| PT*C6 [50%] | 100,00% (A) | CC*C6 [50%] | 100,00% (A) | DS*C4 [30%] | 100,00% (A) | CC*C2 [10%] | 100,00% (A) |
| PT*C5 [40%] | 96,67% (AB) | DLM | 100,00% (A) | DS*C5 [40%] | 100,00% (A) | CC*C3 [20%] | 100,00% (A) |
| DS*C5 [40%] | 95,57% (AB) | PT*C3 [20%] | 100,00% (A) | DS*C6 [50%] | 100,00% (A) | CC*C4 [30%] | 100,00% (A) |
| PT*C4 [30%] | 85,33% (BC) | PT*C4 [30%] | 100,00% (A) | PT*C1 [5%] | 100,00% (A) | CC*C5 [40%] | 100,00% (A) |
| PT*C1 [20%] | 83,00% (C) | PT*C5 [40%] | 100,00% (A) | PT*C2 [10%] | 100,00% (A) | CC*C6 [50%] | 100,00% (A) |
| DS*C4 [30%] | 82,22% (C) | PT*C6 [50%] | 100,00% (A) | PT*C3 [20%] | 100,00% (A) | DLM | 100,00% (A) |
| CC*C1 [5%] | 80,00% (CD) | PT*C2 [10%] | 90,33% (AB) | PT*C4 [30%] | 100,00% (A) | PT*C1 [5%] | 100,00% (A) |
| PT*C2 [10%] | 79,67% (CD) | DS*C4 [30%] | 88,89% (AB) | PT*C5 [40%] | 100,00% (A) | PT*C2 [10%] | 100,00% (A) |
| PT*C1 [5%] | 76,00% (CDE) | PT*C1 [5%] | 86,67% (BC) | PT*C6 [50%] | 100,00% (A) | PT*C3 [20%] | 100,00% (A) |
| DS*C3 [20%] | 75,56% (CDE) | DS*C3 [20%] | 80,00% (BCD) | DS*C3 [20%] | 86,67% (B) | PT*C4 [30%] | 100,00% (A) |
| DS*C2 [10%] | 68,34% (DE) | DS*C2 [10%] | 75,55% (CD) | DS*C2 [10%] | 83,22% (BC) | PT*C5 [40%] | 100,00% (A) |
| DS*C1 [5%] | 66,67% (E) | DS*C1 [5%] | 73,33% (D) | DS*C1 [5%] | 80,67% (C) | PT*C6 [50%] | 100,00% (A) |
| Témoin*T(-) | 0,00% (F) | Témoin*T | 0,80% (E) | Témoin*T(-) | 1,07% (D) | Témoin*T | 1,07% (B) |

II.2.3.- Efficacité insecticide des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de *Tribolium castaneum*

L'estimation des doses létales 50 et 90 (DL_{50} et DL_{90}) est effectuée en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages de mortalités corrigés en fonction des logarithmes des concentrations (mL) en huiles de graines de trois plantes appliquées (tableau 7).

Les représentations graphiques des courbes de régression linéaire des effets des doses de huiles de graines de *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* appliquées, sur la mortalité des imagos de *T. castaneum* (figure 4 (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S)) permet l'estimation des doses létales 50 et 90 (DL_{50} , DL_{90}) de ces extraits végétaux. Les résultats regroupés dans le tableau 7, montrent des valeurs de doses létales 50 et 90 faibles, ce qu'explique le fort pouvoir insecticide par contacte des huiles végétales testées vis-à-vis des imagos de *T. castaneum* ; les huiles de graines de trois plantes étudiées ce caractérisent par une efficacité insecticide particulière sur les imagos de *T. castaneum*.

Les doses létales 50 rapportées pour l'huile de graines *C. colocynthis* dans les différentes durées d'exposition soit 2 heures, 4 heures, 6 heures, 12 heures et 18 heures sont de l'ordre de 0,092 mL/mL, 0,04 mL/mL, 0,006 mL/mL, 0,005 mL/mL et 0,001 mL/mL respectivement. Bien que les doses létales 90 (DL_{90}) estimées sont de l'ordre de 1,76 mL/mL, 1,52 mL/mL, 1,16 mL/mL, 0,17 mL/mL et 0,018 mL/mL après 2 heures, 4 heures, 6 heures, 12 heures et 18 heures d'exposition respectivement. Après 22 heures d'exposition, les taux de mortalités enregistrés sont de 100%, ce qui ne permet pas l'estimation de la dose létale 50 et 90.

Les valeurs de doses létales 50 rapportées pour les lots d'imagos de *T. castaneum* exposés aux huiles végétales pendant 22 heures sont de l'ordre de 0,001 mL/mL, 0,007 mL/mL et 0,04 mL/mL pour l'huile de graines de *C. colocynthis*, *P. tomentosa* et *D. stramonium* respectivement. Pour la durée d'exposition la plus courte, les doses létales 50 estimées sont de 0,092 mL/mL, 0,64 mL/mL et 1,11 mL/mL pour les huiles de graines de *C. colocynthis*, *P. tomentosa* et *D. stramonium* vis-à-vis des imagos de *T. castaneum* respectivement.

Tableau 7.-Doses létales 50 (DL₅₀) et 90 (DL₉₀) des huiles de graines de trois plantes étudiées sur les imagos de *Tribolium castaneum*

| Doses létales 50 (DL₅₀) et 90 (DL₉₀) des huiles de graines de <i>Citrullus colocynthis</i> sur les imagos de <i>Tribolium castaneum</i> | | | | | |
|--|-----|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|
| | | Équation de Régressions | Coefficients de régressions | Doses létales [mL/mL] | |
| | | | | DL ₅₀ | DL ₉₀ |
| Temps d'exposition | 2h | y= 1,0008x + 6,0364 | R ² =0,9354 | 0,092 | 1,76 |
| | 4h | y= 0,7874x + 6,1393 | R ² =0,9098 | 0,036 | 1,16 |
| | 6h | y= 0,554x + 6,2454 | R ² =0,8235 | 0,006 | 1.164 |
| | 12h | y= 0,843x + 6,9245 | R ² =0,8883 | 0,005 | 0,173 |
| | 18h | y= 0,918x + 7,8805 | R ² =0,5244 | 0,001 | 0,018 |
| | 22h | y= 4E-15x+7,614 | R ² =IND | IND | IND |
| | 24h | / | / | / | / |
| | 48h | / | / | / | / |
| Doses létales 50 (DL₅₀) et 90 (DL₉₀) des huiles de graines de <i>Datura stramonium</i> sur les imagos de <i>Tribolium castaneum</i> | | | | | |
| | | Équation de Régressions | Coefficients de régressions | Doses létales [mL/mL] | |
| | | | | DL ₅₀ | DL ₉₀ |
| Temps d'exposition | 2h | y= 1,1623x+4,9494 | R ² = 0,6374 | 1,11 | 10,824 |
| | 4h | y=1,2306x+5,2039 | R ² = 0,7141 | 0.68 | 7,518 |
| | 6h | y=0.6988x+5.4902 | R ² = 0,7015 | 0.20 | 13,59 |
| | 12h | y=0,8766x+6,1034 | R ² = 0,7133 | 0.06 | 1,60 |
| | 18h | y=1,5281x+7,0008 | R ² = 0,7437 | 0,05 | 0,25 |
| | 22h | y= 1.6861x+7.3834 | R ² =0.758 | 0.04 | 0,22 |
| | 24h | y= 1,6679x+7,7367 | R ² =0,8083 | 0,023 | 0,13 |
| | 48h | y= 4E-15x+7,614 | R ² =IND | IND | IND |
| Doses létales 50 (DL₅₀) et 90 (DL₉₀) des huiles de graines de <i>Pergularia tomentosa</i> sur les imagos de <i>Tribolium castaneum</i> | | | | | |
| | | Équation de Régressions | Coefficients de régressions | Doses létales [mL/mL] | |
| | | | | DL ₅₀ | DL ₉₀ |
| Temps d'exposition | 2h | y= 3,5577x + 5.687 | R ² =0,8639 | 0,64 | 1,47 |
| | 4h | y= 1,5969x + 5,4095 | R ² =0,8994 | 0.55 | 3,52 |
| | 6h | y= 1,3038x + 5,6842 | R ² =0.8507 | 0,30 | 2,87 |
| | 12h | y= 1,0206x + 6,0742 | R ² =0,6877 | 0,09 | 1,60 |
| | 18h | y= 1,2967x + 7,0606 | R ² =0,712 | 0,03 | 0,25 |
| | 22h | y= 1,3592x + 7,9087 | R ² =0,8087 | 0,007 | 0,064 |
| | 24h | y= 4E-15x+7,614 | R ² =IND | IND | IND |

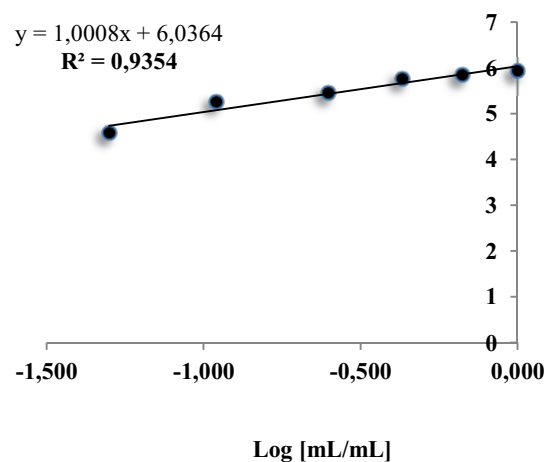
Les huiles de graines de *P. tomentosa* semblent plus toxique que celles de *D. stramonium*; les valeurs des doses létales 50 rapportées sont de l'ordre de 0,64 mL/mL, 0,55 mL/mL, 0,30 mL/mL, 0,09 mL/mL, 0,03 mL/mL et 0,007 mL/mL respectivement après 2 heures, 4 heures, 6 heures, 12 heures et 18 heures d'exposition. Alors que pour la dose létale 90 (DL₉₀) estimée, elles sont de l'ordre de 1,47 mL/mL, 3,52 mL/mL, 2,87 mL/mL, 1,60 mL/mL, 0,25 mL/mL et 0,064 mL/mL pour les différentes durées d'exposition à l'huile de graines de *P. tomentosa* soit 2 heures, 4 heures, 6 heures, 12 heures, 18 heures et 22 heures respectivement. En revanche l'huile de graines de *D. stramonium* présente des doses létales 50 de l'ordre de 1,11 mL/mL, 0,68 mL/mL, 0,19 mL/mL, 0,06 mL/mL, 0,05 mL/mL, 0,04 mL/mL et 0,02 mL/mL pour les différentes durées d'exposition dont 2 heures, 4 heures, 6 heures, 12 heures, 18 heures, 22 heures et 24 heures respectivement. De même, les valeurs de doses létales 90 (DL₉₀) de cette huile sont de l'ordre de 10,82 mL/mL, 7,52 mL/mL, 13,59 mL/mL, 1,60 mL/mL, 0,40 mL/mL, 0,22 mL/mL et 0,13 mL/mL pour les différentes durées d'exposition soit 2 heures, 4 heures, 6 heures, 12 heures, 18 heures 22 heures et 24h respectivement.

L'analyse des valeurs de dose létale 50 et 90 estimées pour les différentes huiles végétales confirment le fort pouvoir insecticide et toxicité des huiles de graines de *C. colocynthis* comparativement aux huiles de graines de *P. tomentosa* et de *D. stramonium* vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*.

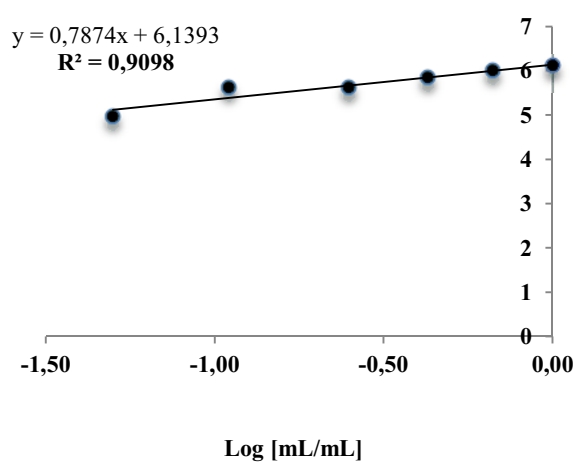
D'après la littérature, les huiles de graines de *C. colocynthis* semblent toxiques vis-à-vis de plusieurs insectes nuisibles. Soufi (2016) a rapporté dans son travail sur l'effet insecticide des huiles de graines de cette plante sur la cochenille blanche du palmier dattier où il a noté une dose létale de 30,41 µl/cm², et de 0,0643 mg/cm² pour l'extrait aqueux de pulpe de cette même plante après une durée de suivi de 24 heures. Acheuk et al., (2018) dans son étude sur l'activité insecticide de l'extrait éthanolique brut de *Halocnemum strobilaceum* L. (Chenopodiaceae) contre les adultes du Coléoptère de la farine rouge *Tribolium castaneum* (Coleoptera-Tenebrionidae) montre une dose létale 50 estimée après une durée d'exposition de 24 heures de l'ordre de 225,4 µg/insecte. Allouni, (2011) dans son étude déclare que le *Datura stramonium* est une plante toxique chez l'homme et les animaux, celui-ci est dû aux alcaloïdes majoritaires (atropine et scopolamine), possédant un effet parasympholytique sur les insectes. Des analyses qualitatives et quantitatives des alcaloïdes totaux des graines de *D. stramonium* L.

confirment la présence d'atropine et scopolamine avec des taux de 6 mg et de 2 mg respectivement. Il note que *Datura stramonium* est une plante toxique. L'extrait des alcaloïdes totaux de cette plante présente une forte toxicité vis-à-vis des rats mâles *Wistar albinos* et les souris femelles *Mus musculus L* (Rodontia-Muridae), la dose létale 50 estimée étant de l'ordre de (303 mg/kg) et (203mg/kg) respectivement. De même, des auteurs notent que *Pergularia tomentosa L.* est une plante à spectre pharmacologique diversifié, des nouveaux constituants chimiques isolés de *P. tomentosa* ont montré des propriétés cytotoxiques, insecticides, antibactériennes, antifongiques et anti-oxydantes (Al-Mekhlafi *et al.*, 2017). Smail et Bendaken (2019), notent des concentrations létales 50 et 90 de l'extrait aqueux de feuilles de *P. tomentosa* récoltées dans la région de Ghardaïa appliqués par contacte sur les imagos de *Tribolium castaneum*, elles sont de l'ordre de 0,0002 mg/mL et 0,0295 mg/mL respectivement, ces valeurs sont estimées après 72 heures d'exposition. D'après Abismail (2018), l'huile de graines de *P. tomentosa* est plus toxique que celles de *C. colocynthis* sur le Puceron *Aphis gossypii L.* (Homoptera-Aphididae). Après une durée d'exposition de 6 heures, la dose létale 50 rapportée est de 0,94 mg/mL pour les individus exposés aux huiles de graines de *C. colocynthis* et de l'ordre de 0,001mg/mL pour les individus d'*Aphis gossypii* exposés aux huiles de graines de *P. tomentosa*. Les valeurs de la concentration létale 50 (CL50) des extraits à l'hexane de *Cucumis sativus L.* (Cucurbitaceae), *Azadirachta indica* (Miliaceae), *Tamarindus indica* (Tamaricaceae) et *Psidium guajava L.* (Myrtaceae) après 24 heures d'exposition sont de 20,64 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$, 234,57 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$, 732,53 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ et 1944,40 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ respectivement. Après 48 heures d'exposition, les valeurs de concentration létale sont de 24,43 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ pour l'extrait de *Cucumis sativus*, 91,80 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ pour *Azadirachta indica*, 178,74 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ pour l'extrait de *Tamarindus indica* et de 1944,40 $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ pour l'extrait de *Psidium guajava* (Mostafa *et al.*, 2012). Taponjoui *et al.*, (2005), notent que l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus* était plus toxique que l'huile de *Cupressus* pour les deux espèces d'insectes dont *Sitophilus zeamais* et *Tribolium confusum*, les doses létales 50 rapportées sont de l'ordre de 0,36 $\mu\text{l} / \text{cm}^2$ et 0,48 $\mu\text{l} / \text{cm}^2$ respectivement. D'après Najem (2020), les concentrations létales 50 d'huile essentielle de *Ruta chalepensis L.* (Rutaceae) sur les adultes de *Tribolium castaneum* sont respectivement, 0,45 $\mu\text{l} / \text{mL}$, 0,26 $\mu\text{l} / \text{mL}$, 0,20 $\mu\text{l} / \text{mL}$ et 0,18 $\mu\text{l} / \text{mL}$ pour les temps d'exposition respectifs de 12 heures, 24 heures, 36 heures et 48 heures. Wang *et al.*, (2006) ont montré qu'*Artemisia vulgaris L.* (Asteraceae), présente un effet répulsif sur *Tribolium castaneum*. Abd-Elhady (2012), ont étudié la toxicité et le pouvoir répulsif de l'huile essentielle d'*Artemisia judaica L.* (Asteraceae) contre le

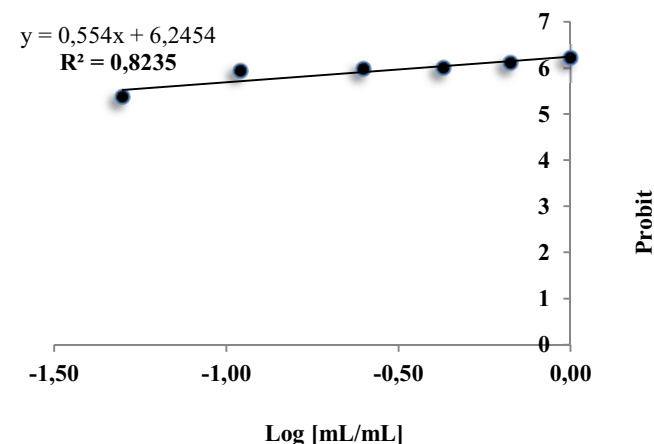
charançon du Niébé, *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera-Bruchidae) à des concentrations de 63,7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 31,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 15,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 8,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ou 4,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, d'huile a réduit la ponte de 92,5%, 86,0%, 61,8%, 42,7% et 12,5%, respectivement par rapport au témoin.



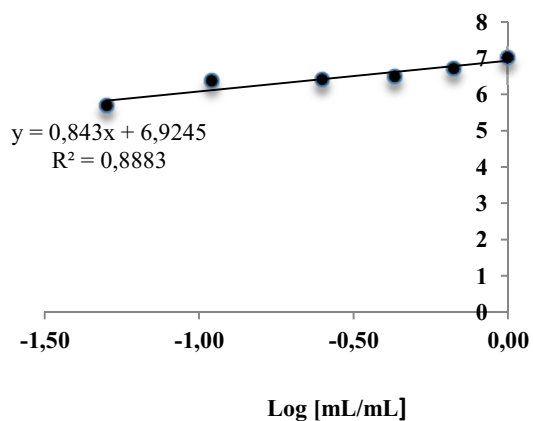
A- Effet de la concentration de l'huile de graines de *C. colocythis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 2 heures exposition



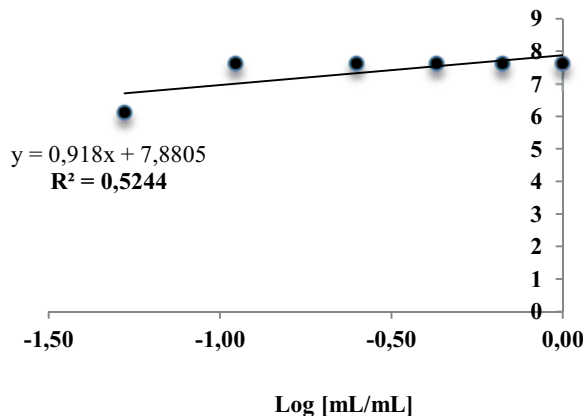
B- Effet de la concentration de l'huile de graines de *C. colocythis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 4 heures exposition



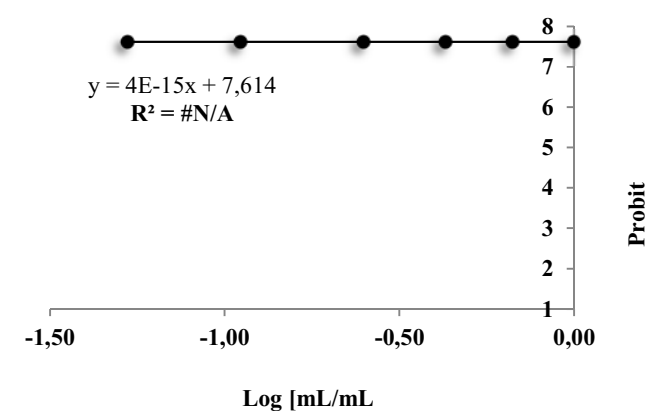
C- Effet de la concentration de l'huile de graines de *C. colocythis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 6 heures exposition



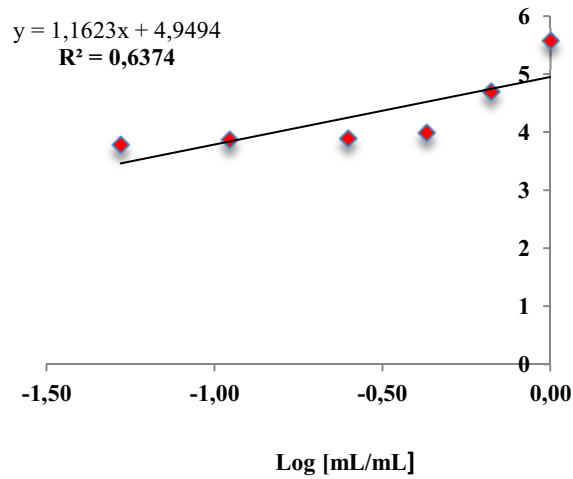
D- Effet de la concentration de l'huile de graines de *C. colocythis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 12 heures exposition



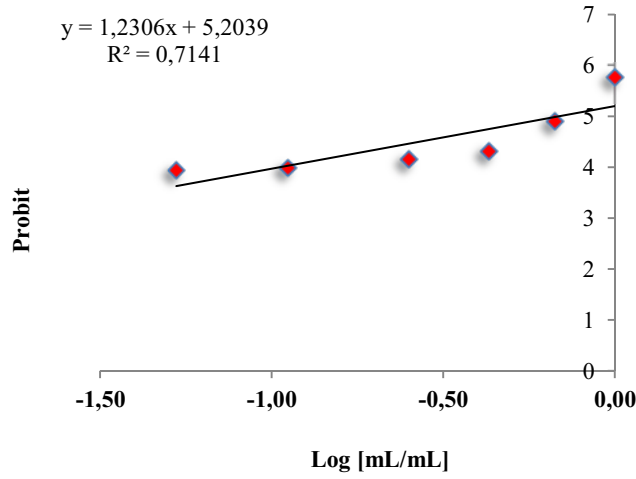
E- Effet de la concentration de l'huile de graines de *C. colocythis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 18 heures



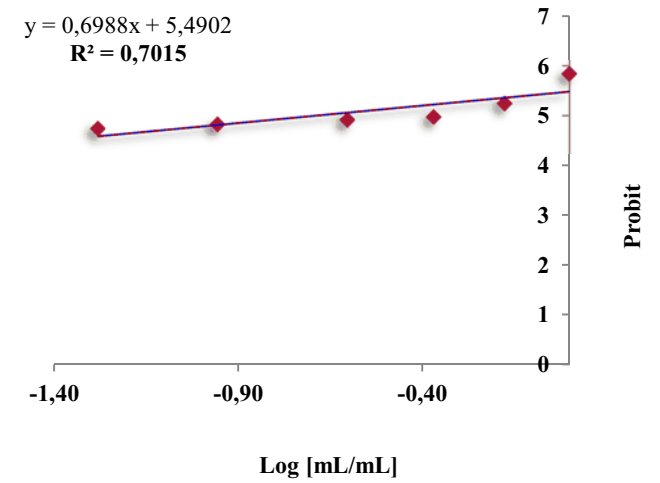
F- Effet de la concentration de l'huile de graines de *C. colocythis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 22 heures



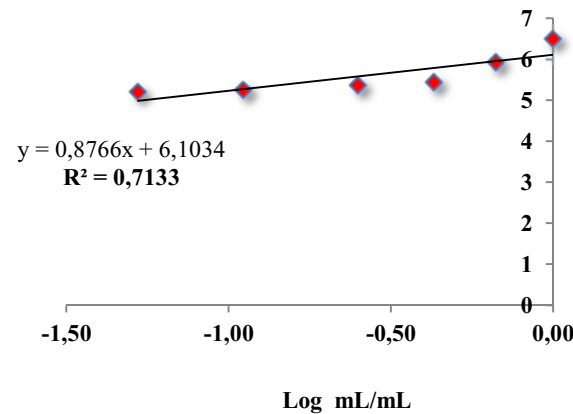
G- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 2 heures exposition



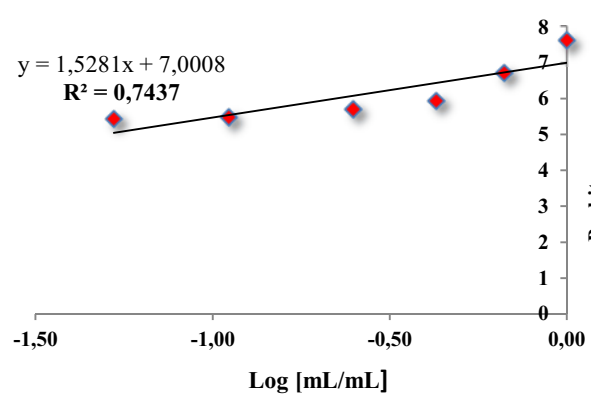
H- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 4 heures exposition



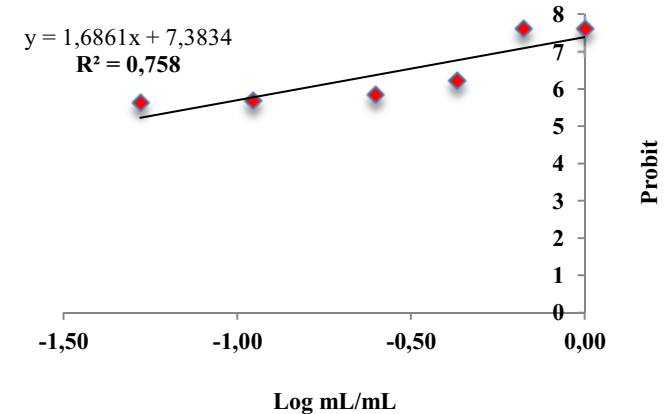
I- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 6 heures exposition



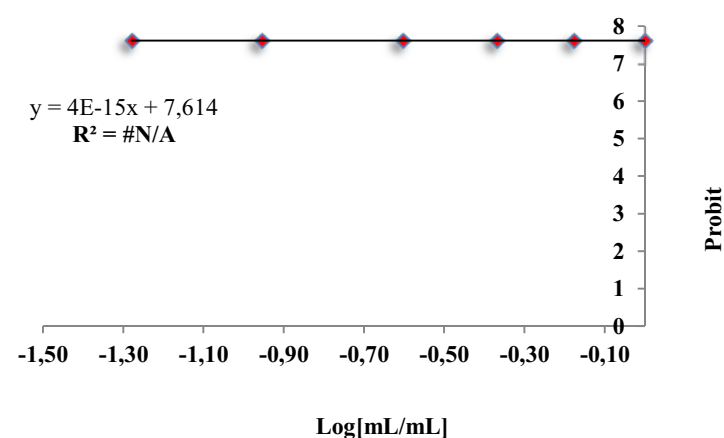
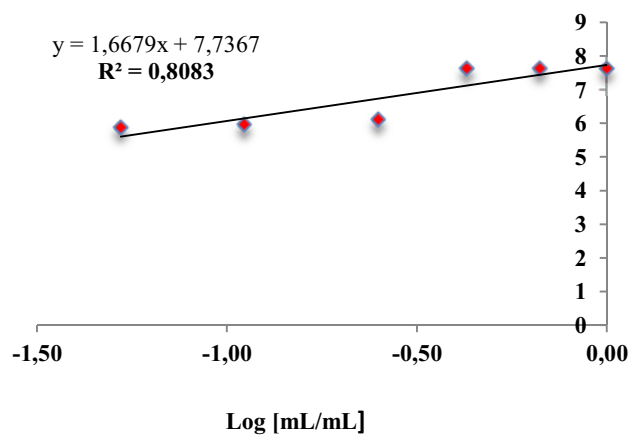
J- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 12 heures exposition



K- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 18 heures

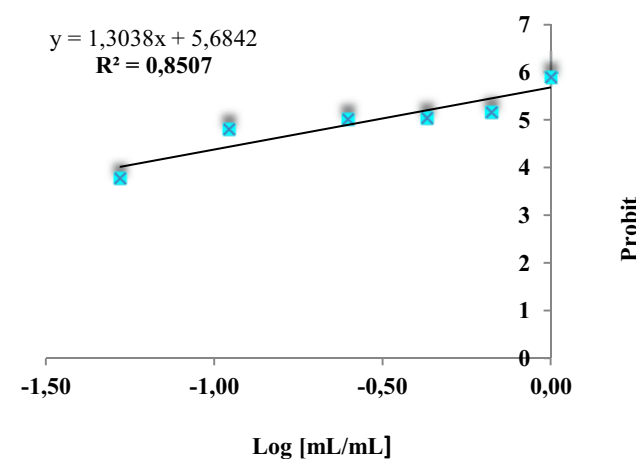
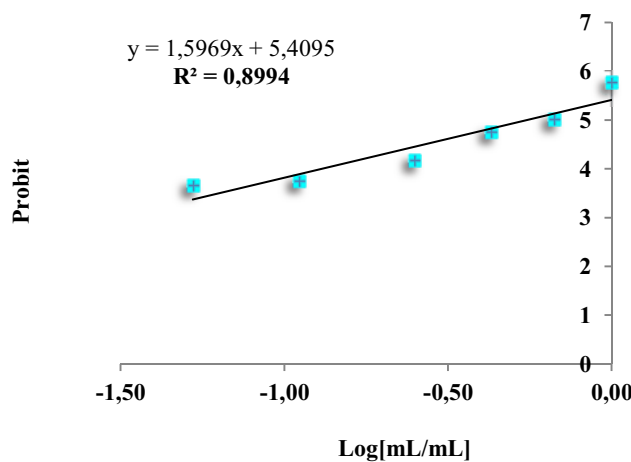
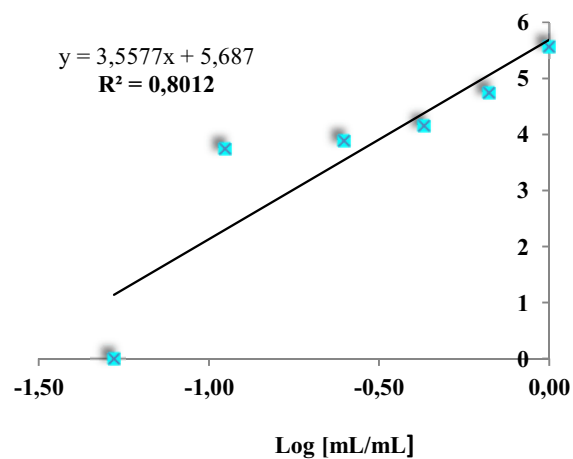


L- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 22 heures



M- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 24 heures

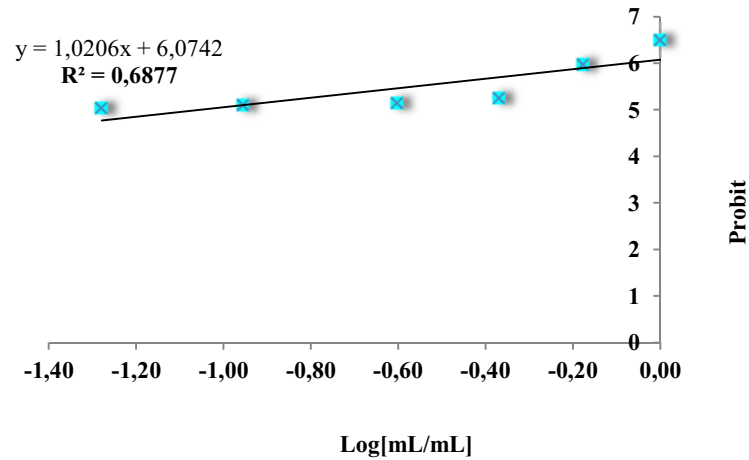
N- Effet de la concentration de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 48 heures



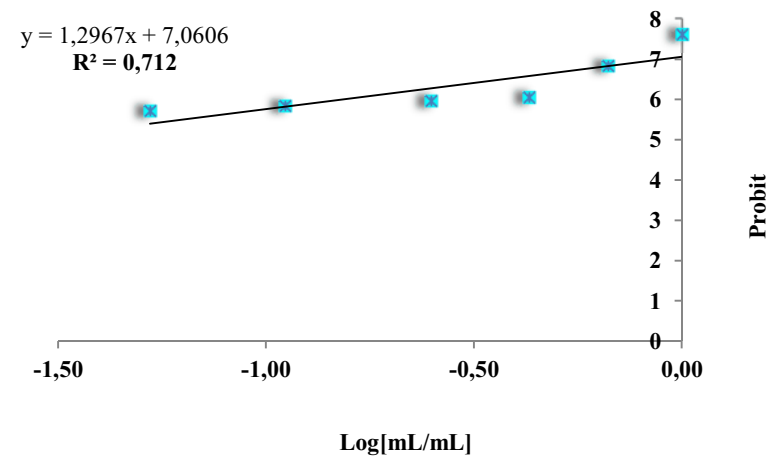
O- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 2 heures exposition

P- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 4 heures exposition

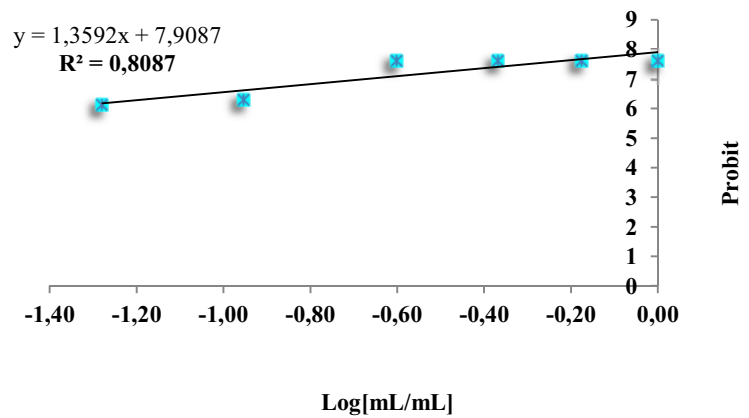
Q- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 6 heures exposition



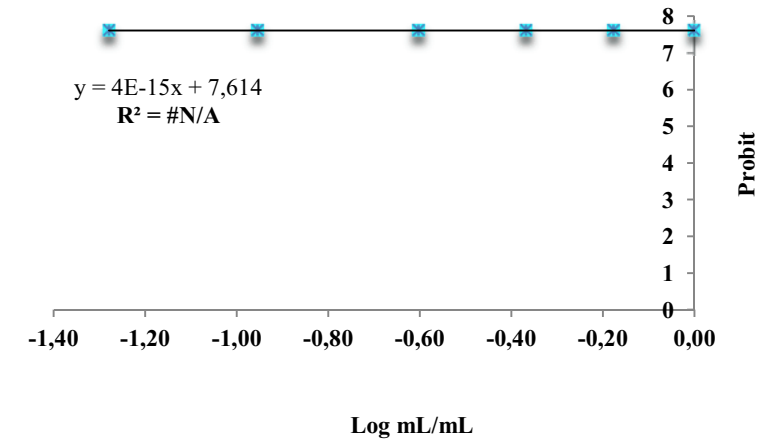
R- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 12 heures exposition



S- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 18 heures exposition



T- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 22 heures exposition



U- Effet de la concentration de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum* après 24 heures exposition

Figure 4. Droites de régressions des Probits de pourcentage de mortalité corrigé en fonction des logarithmes des doses des huiles de graines de trois plantes sahariennes vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*.

II.2.4.- Évaluations des temps létaux

Pour estimer le TL₅₀ et TL₉₀ (temps létaux permettant de tuer 50 % de l'effectif de la population traitée), des droites de régression ont été construites en dressant le taux de mortalité corrigé (donné en Probits) en fonction du temps de traitement (pris en logarithme). Les données sont regroupées en classe de temps, dans cette partie de l'étude en heure (tableau 8 ; figure 5, 6 et 7).

Tableau 8.-Temps létaux 50 et 90 des huiles de graines de trois plantes étudiées appliquées par contact sur les imagos de *Tribolium castaneum*

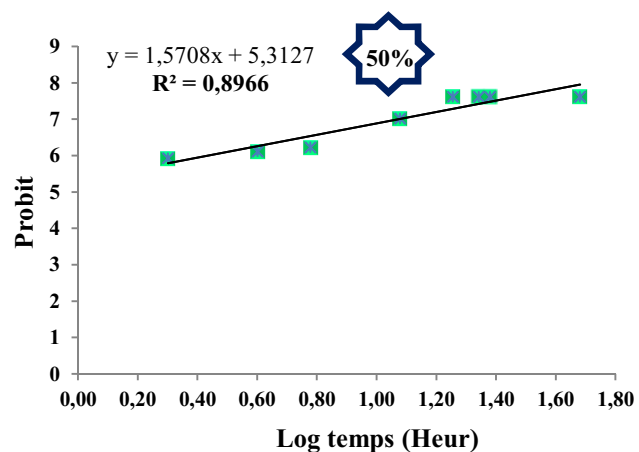
| <i>Citrullus colocynthis</i> | Concentration (%) | Équations | Coefficient | TL50 (Heurs) | TL 90 (Heurs) |
|------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|--------------|---------------|
| | 50% | $y= 1,5708x+5,3127$ | $R^2=0,8966$ | 0,63 | 04,14 |
| | 40% | $y=1,6628 x+5,1387$ | $R^2=0,8785$ | 0,83 | 04,87 |
| | 30% | $y= 1,7678x+4,959$ | $R^2=0,8559$ | 01,05 | 05,60 |
| | 20% | $y= 1,9994x+4,6339$ | $R^2=0,8814$ | 01,52 | 06,67 |
| | 10% | $y=2,1074 x+4,4842$ | $R^2=0,8935$ | 01,76 | 07,13 |
| | 5% | $y=2,5429 x+3,5166$ | $R^2=0,8537$ | 03,83 | 12,23 |
| <i>Datura stramonium</i> | Concentration (%) | Équations | Coefficient | TL50 (Heurs) | TL 90 (Heurs) |
| | 50% | $y= 1,9226x+4,7418$ | $R^2=0,8702$ | 01,36 | 06,33 |
| | 40% | $y= 2,6072 x+3,5454$ | $R^2=0,8992$ | 03,61 | 11,21 |
| | 30% | $y=2,8073x+2,8059$ | $R^2=0,8868$ | 06,05 | 17,31 |
| | 20% | $y= 2,473x+2,8464$ | $R^2=0,9249$ | 07,43 | 24,50 |
| | 10% | $y=2,4607x+2,7453$ | $R^2=0,8926$ | 08,25 | 27,37 |
| | 5% | $y=2, 489x+2,6551$ | $R^2=0,8886$ | 08,75 | 28,76 |
| <i>Pergularia tomentosa</i> | Concentration (%) | Équations | Coefficient | TL50 (Heurs) | TL 90 (Heurs) |
| | 50% | $y=1,9133 x+4,7579$ | $R^2=0,8744$ | 01,34 | 06,26 |
| | 40% | $y=2,583 x+3,6016$ | $R^2=0,8960$ | 03,48 | 10,91 |
| | 30% | $y=2,8609 x+3,0007$ | $R^2=0,8458$ | 05,00 | 14,03 |
| | 20% | $y= 3,1732x+2,5341$ | $R^2=0,8579$ | 05,99 | 15,17 |
| | 10% | $y= 3,1342x+2,294$ | $R^2=0,8797$ | 07,30 | 18,72 |
| | 5% | $y= 5,2097 x-0,5441$ | $R^2=0,9143$ | 11,59 | 20,43 |

Les valeurs des temps létaux 50 et 90 regroupées dans le tableau 8 montrent que les imagos de *T. castaneum* traités par l'huile de graines de *C. colocynthis*, sont sensibles aux huiles végétales testées; elles meurent dans un temps très court et présentent une rapidité d'action bien marquée. Le temps létaux 50 (TL₅₀) le plus court enregistré est de 0.63 heures pour l'huile de graines de *C. colocynthis* avec la dose de 50%. Les valeurs des temps létaux 50 notées sont de l'ordre de 0,83h, 01,05h, 01,52h, 01,76h et 03,83h pour les concentrations en huiles de graines de *C. colocynthis* de 40%, 30%, 20%, 10% et 5% respectivement.

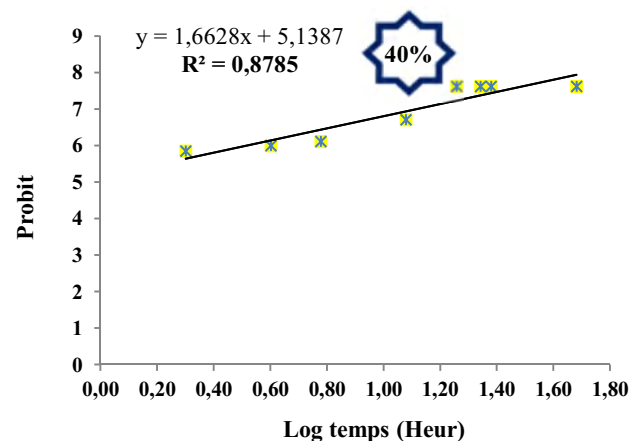
D'autre part Le temps nécessaire pour que l'huile de graines de *P. tomentosa* et *D. stramonium* pour provoquer une mortalité de 50% (TL₅₀) chez les imagos de *T. castaneum* varie de 01,34h pour la concentration la plus élevée de 50% (1mL/mL). Les individus exposés aux doses de 40% et 30% représentent un temps létaux 50 de l'ordre de 03,48h et 03,61 heures respectivement. Pour les faibles doses soit 20%,10% et 5%, les temps létaux 50 oscillent entre 5,99 à 11,59 heures pour les imagos traités par l'huile de *P. tomentosa*, et pour les imagos traités par l'huile de *D. stramonium* un TL 50, ils oscillent entre 7,43 et 8,75 heures.

En général, les valeurs TL₅₀ et TL₉₀ diminuent avec l'augmentation de la concentration de ces huiles de graines et donc la sensibilité des imagos de *T. castaneum* est également directement associée à la concentration en huiles ainsi qu'au temps d'exposition. Le traitement par contact montre que les huiles de graines de trois espèces de plantes appliquées génèrent des temps létaux perceptibles. Plusieurs travaux tenant sur la recherche de méthodes alternatives aux insecticides d'origine biologique ont orientés vers l'estimation des doses et des temps létaux 50% qui permettraient la mise en évidence des degrés de toxicité des molécules actives naturelles et de la tolérance des ravageurs testés à ces dernières. D'après Najem et al., (2020), le *Tribolium castaneum* est sensible aux huiles essentielles de Thymes ; les valeurs de TL₅₀ estimées allant de 32,80 à 69,37 heures ont été observées pour l'huile essentielle des espèces de thyms originaires du Sud-Ouest marocain *Thymus leptobotrys* testée.

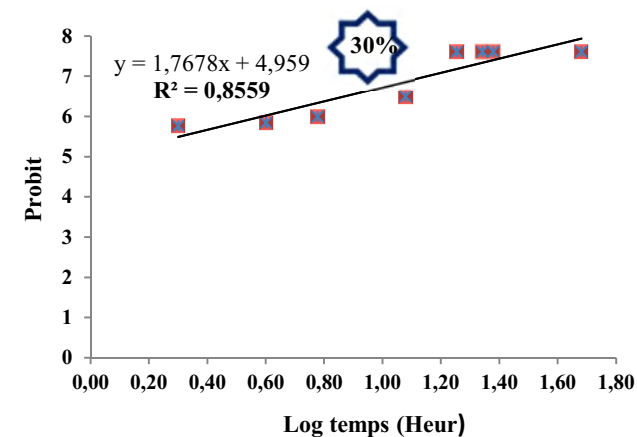
Raga et Sato (2006), notent que l'application des insecticides chimiques sur la *Ceratitis capitata* (Diptera-Tephritidae) par mode contact sont efficaces, les TL₅₀ varient en fonction de la nature et la dose de matière actives ; le Chlorpyrifos (96g/100 l d'eau) semble le plus efficace avec moins de 5 minutes comparativement au autres principes actifs testés dont la Deltaméthrine. El Idrissi et al., (2014), dans leurs étude sur l'efficacité des huiles essentielles de *Dysphania ambrosioides* par fumigation sur les adultes de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera-Curculionidae) rapportent des temps létaux 50 varient de 2,56 à 0,5 jours pour des doses de 5 à 40 µl/l air, et avec les huiles essentielles de *Dysphania ambrosioides* (L.) (Chenopodiaceae) donne des temps létaux 90 de l'ordre de 4.68 jours pour la dose 5 µl/l d'air, et de 2,95 jours pour la dose de 40 µl/l d'air.



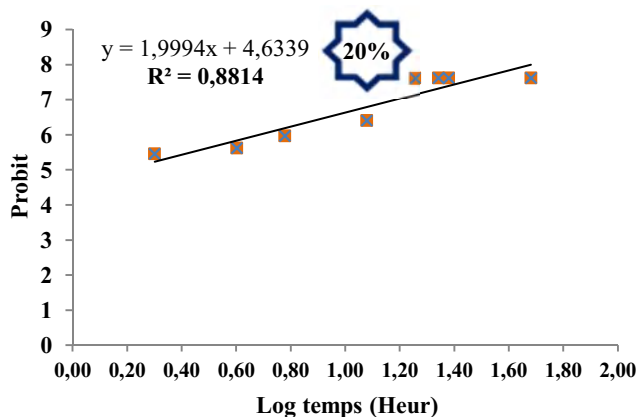
A : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 50% dans le temps



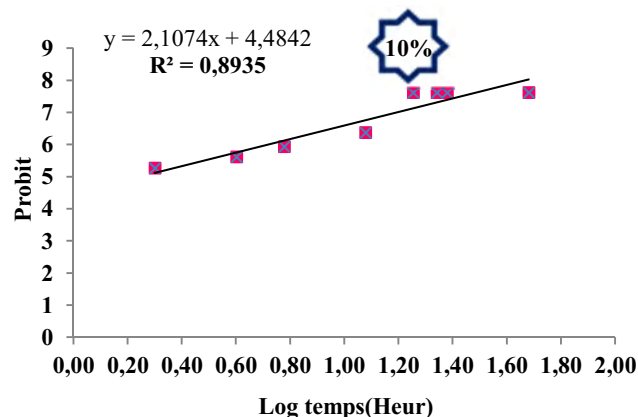
B : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 40% dans le temps



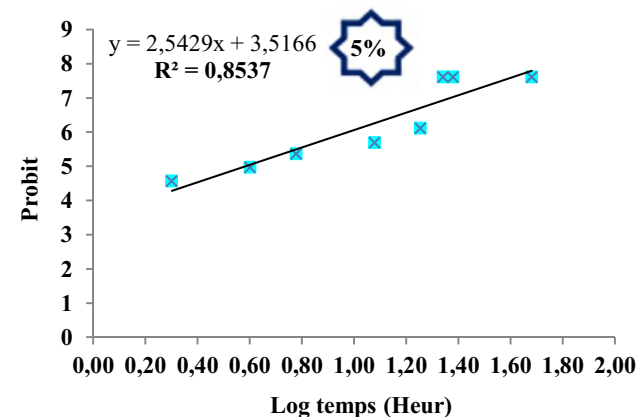
C : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 30% dans le temps



D : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 20% dans le temps

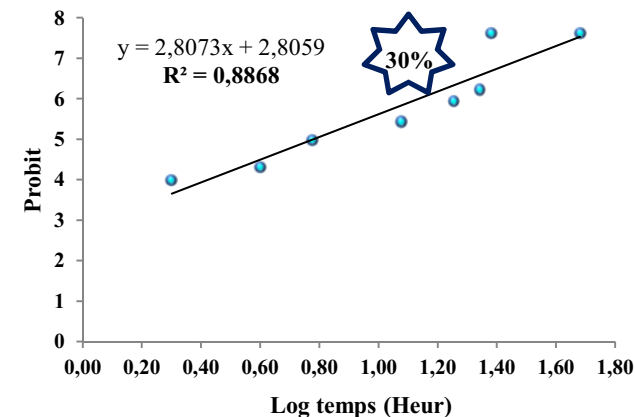
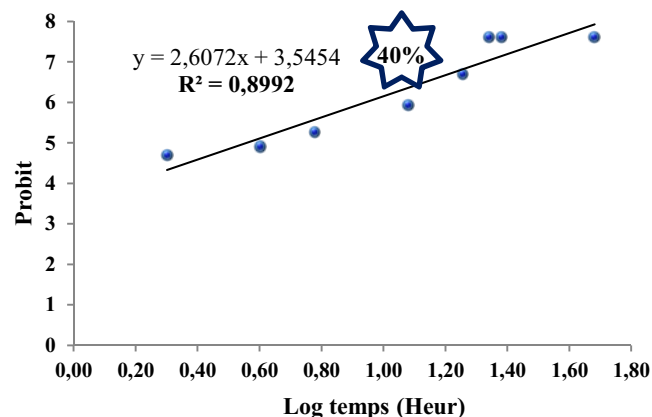
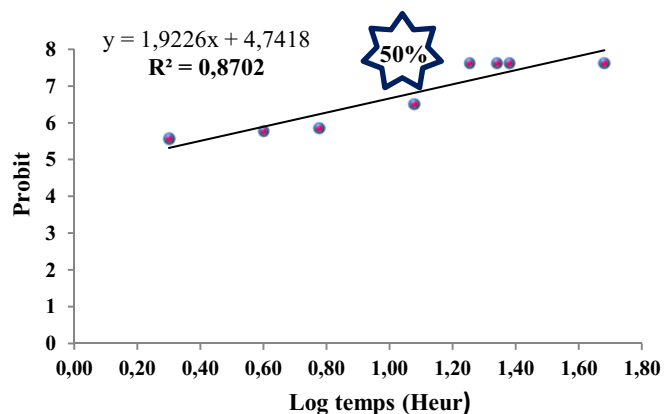


E : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 10% dans le temps



F : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 05% dans le temps

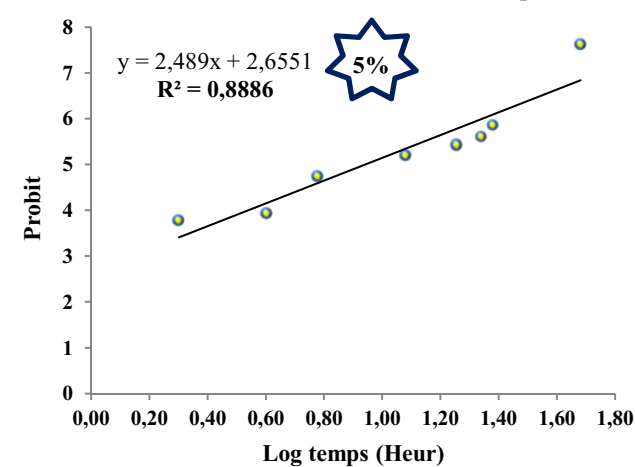
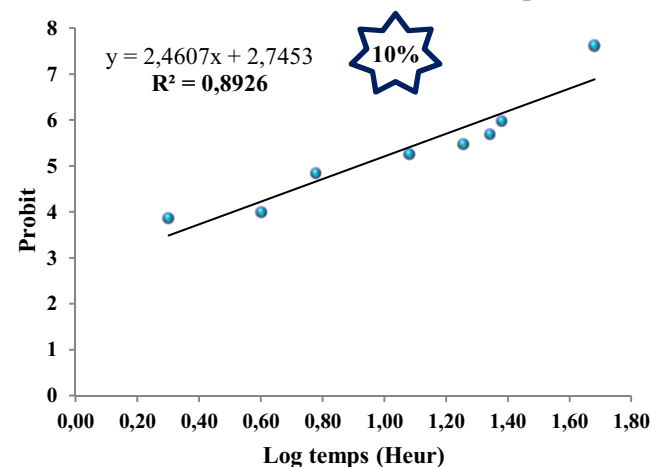
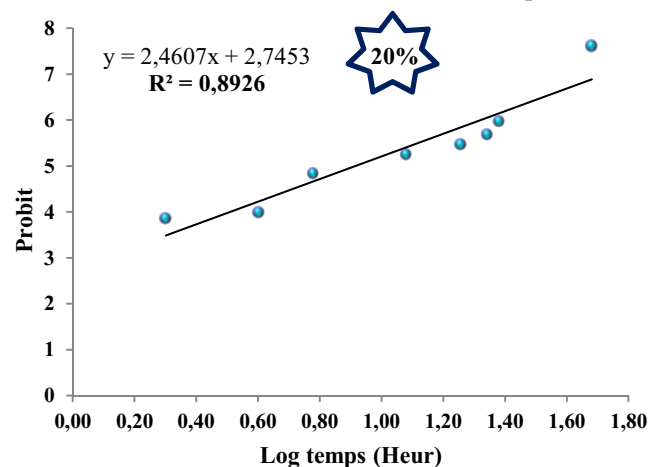
Figure 05- (A B C D E F) : Droite de régression des Probites en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de *C. colocynthis* sur les adultes de *T. castaneum*



A : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 50% dans le temps

B : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 40% dans le temps

C : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 30% dans le temps

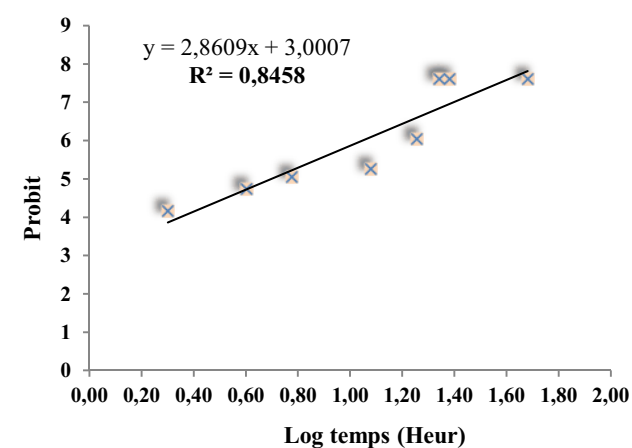
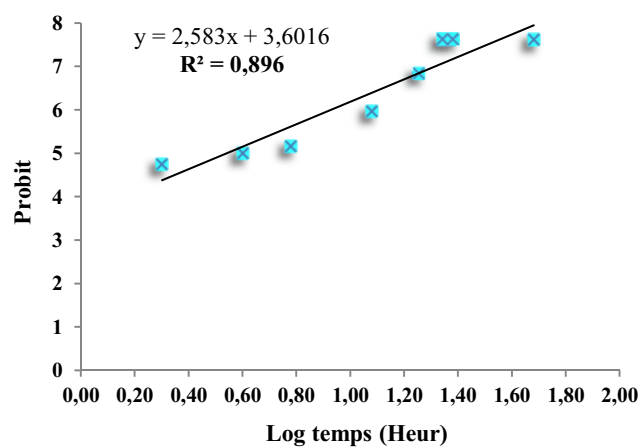
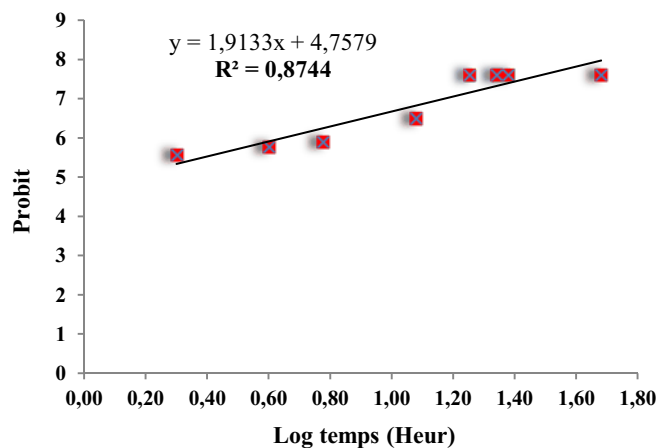


D : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 20% dans le temps

E : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 10% dans le temps

F : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 05% dans le temps

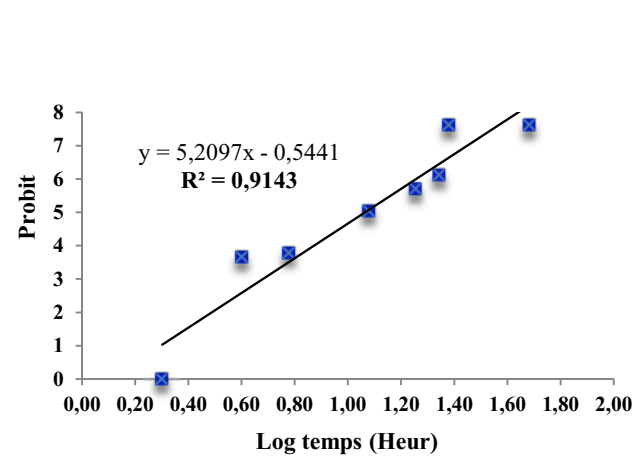
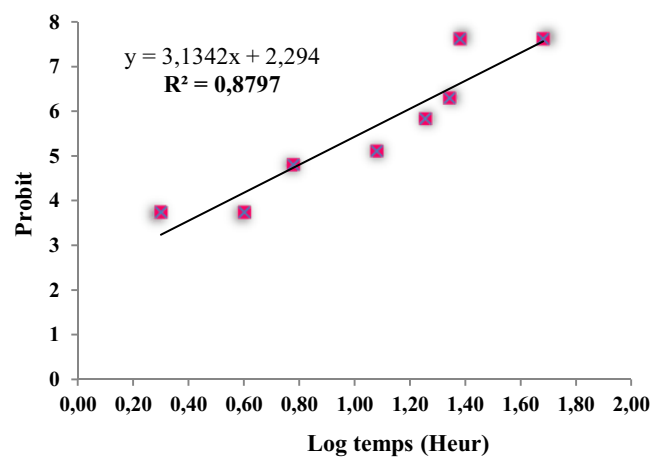
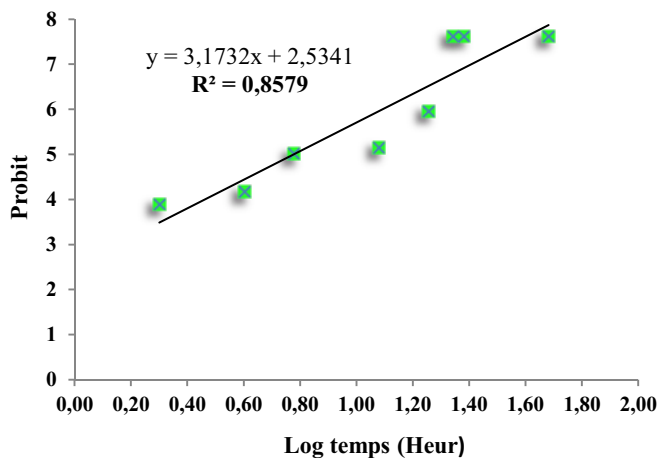
Figure 06- (A B C D E F) : Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de *D. stramonium* sur les adultes de *T. castaneum*



A : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 50% dans le temps

B : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 40% dans le temps

C : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 30% dans le temps



D : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 20% dans le temps

E : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 10% dans le temps

F : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 05% dans le temps

Figure 07- (A B C D E F) : Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur les adultes de *T. castaneum*

II.3.- Étude de la toxicité par ingestion

II.3.1.- Effet sur la mortalité

Il est observé que les taux de mortalité enregistrés au niveau des différents lots des individus de *T. castaneum* alimentés par de la semoule traitée par les huiles de graines de trois plantes sahariennes sont relativement plus faibles comparativement aux résultats obtenus pour le premier mode de traitement soit l'application par contact. Au vu des résultats illustrés dans la figure 5, il est noté une évolution du taux de mortalité en fonction de la dose de l'huile végétale appliquée. Il est noté que durant la réalisation des tests par ingestion, des manifestations toxicologiques ont été observées chez les individus traités par les huiles de graines de trois plantes. La figure 5, montre les taux moyens de la mortalité cumulée au niveau des lots témoins et traités par les huiles de graines de trois plantes spontanées.

Pour des raisons de commodités au niveau du laboratoire, et vu que les huiles extraites sont lourdes et guère ou peu visqueuses, la concentration 80% en huile est appliquée en tant que la plus forte concentration appliquée dans le protocole expérimental adopté pour cette étude. L'application des de graines de *C. colocynthis*, et *P. tomentosa* concentrés soit 80 %et 70%, engendre une mortalité notable. Le taux de mortalité rapporté étant de l'ordre de 100% et 95% respectivement. Ces valeurs avoisinent les valeurs de mortalité enregistrées au niveau du lot témoin positif (individus alimentés par de la farine traitée par l'insecticide Decis 25 EC). Leurs efficacités vis-à-vis des imagos de *Tribolium castaneum* est particulièrement notée au bout de 15 jours. Cependant les valeurs rapportées pour le lot témoin négatif, un taux de mortalité de l'ordre de 1,67%est observé.

Pour les autres concentrations appliquées soit 60 %,50 %, 40 %,30 %, 25 %, 20 %, 10% et5%, les pourcentages de mortalité varient entre les huiles et pour la même huile en fonction de la concentration. Pour l'huile de graines de *C. colocynthis*, les taux de mortalité oscillent entre 90% et 55%, ils varient entre 73,33% et 20% pour l'huile de graines de *P. tomentosa*. Alors ils sont plus faibles pour l'huile de graines de *D. stramonium*, où des taux de mortalité de 86,67% et 73,33% sont rapportés chez les imagos alimentés par de la farine traitée par l'huile concentrée de cette plante soit 80% et 70 % respectivement. Pour les autres concentrations en huiles de *D. stramonium*, les pourcentages de mortalité varient entre 53,33% et 10% (figure.08). Alors pour les témoins, une mortalité très faible est rapportée au niveau du lot témoin négatif, et de l'ordre de $1,67 \pm 0,001$ % pour le témoin positif.

L'analyse de la variance a été effectuée au seuil 95%, le niveau de confiance et la séparation moyenne ont été effectués en utilisant Tukey's HSD. Les analyses statistiques sont venues correspondant aux résultats obtenus. L'analyse de la variance montre l'existence d'une différence hautement significative entre les huiles de graines de trois plantes étudiées à différentes concentrations et le témoin positif comparativement aux résultats du témoin négatif, les valeurs de Facteur F sont obtenues pour une probabilité $P < 0,001$. Seule la plus faible concentration en huile de graines de *D.stramonium* donne un effet significatif en comparaison avec le témoin négatif ($F=11,4016$; $P=0,6306$). (Annexe 2).

L'analyse de la variance des résultats, obtenus est faite en comparaison des lots traités par l'huile de graines de trois plantes à différentes doses, montre qu'il existe des différences significatives à hautement significatives au niveau des lots traités par toutes les concentrations vis-à-vis le témoin positif et le témoin négatif sauf la plus forte concentration 80% pour la plante de *C. colocynthis* qui donne une différence non significative, et elle constitue par conséquent un groupe homogène avec le témoin positif. (Annexe 2).

D'autre part l'analyse de la variance à deux facteurs (les doses vis-à-vis les deux témoins) révèle une différence hautement significative dans les valeurs des taux de mortalité cumulée ; ils varient notablement en fonction des doses d'huile de graines de *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa*. La valeur de facteur F calculé est noté, pour une probabilité supérieur ($P < 0,001$), elle est de $F=3,3918$. En revanche la comparaison des moyens de trois plantes étudiées entre eux et vis-à-vis les deux témoins positif et négatif, laisse apparaître l'existence des différences non significatives au niveau des lots suivants : le témoin (+) vs C: 80% ; C: 50% vs C: 40% ; C40 vs C: 30% ; C: 25% vs C:10% ; C:25% vs C:20% et C:20% vs C:10% avec un facteur $F= 3,3918$ pour ($P \geq 0,001$).

L'analyse des résultats obtenus montrent une différence non significative entre les valeurs des taux de mortalité observés au niveau des lots d'insectes traités par les huiles de trois plantes et les individus du lot témoin positif (individus traités par l'insecticide *Decis* EC 25), par contre une différence hautement significative est notée entre les résultats des traitements par les huiles végétales par rapport aux individus du lot témoin négatif (individus traités par la solution témoin ; eau distillée + DMSO). (Annexe 2).

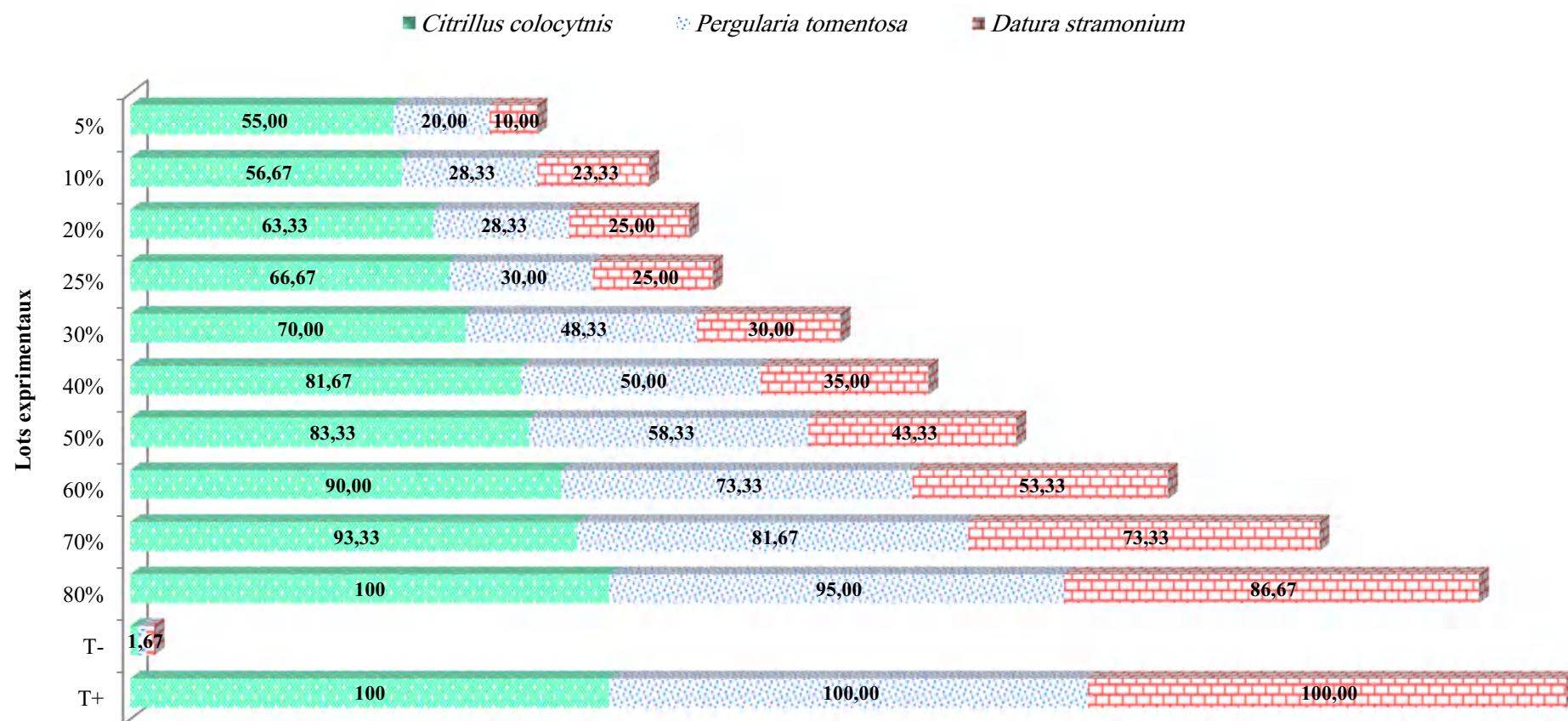


Figure 8.-Variation des pourcentages de mortalité cumulée observée chez les imagos de *T. castaneum* témoins et traités par les huiles de graines de *C. colocytnis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* appliquées à différentes concentrations

L'utilisation des produits naturels dans le contrôle des ravageurs des cultures émane de la sensibilité de ces déprédateurs aux extraits ou dérivés de certains végétaux, où de nombreuses études notoires ont montré les possibilités insecticides des préparations à base des plantes dont les travaux de (Kemassi, 2008, 2014 ; Kemassi et *al.*, 2012, 2013, 2014, 2015, 2018, 2019; Lebouz et *al.*, 2010; Habbachi, et *al.*, 2013).

Nombreuses études menées sur l'effet toxiques de *Citrillus colocynthis*, montrent les propriétés antibactériennes, larvicides, dissuasives, anti-nourrissantes, anti régulatrices de croissance et anti fertilité qui affectent la survie des insectes ravageurs dont le Criquet pèlerin (Soam et *al.*, 2013). Ces alcaloïdes, terpénoïdes, Cucurbitacine, les glycosides et les flavonoïdes isolés de *C. colocynthis* ont des capacités insecticides de (Gurudeeban et *al.*, 2010). D'après Ould-Ahmedou et *al.* (2001) le *Citrillus colocynthis* (Cucurbitaceae) présente un fort pouvoir répulsif vis-à-vis des criquets dont les extraits provoquent également des mortalités sur les larves du Criquet pèlerin (Ould Elhadj, 1997). Merabti et *al.*, (2015), note que les extraits aqueux des fruits de *C. colocynthis* présentent des effets larvicides vis-à-vis des larves L₄ de *Culex pipiens* L. et *Culiseta longiareolata* L. (Diptera- Culicidae), il a noté que le taux de mortalité des larves de moustique varient significativement avec la dose appliquée et le temps d'exposition. D'autres travaux portant sur l'activité insecticide vis-à-vis le *Tribolium castaneum* dont l'étude de OnsMajdoub et *al.* (2014) montrent que les adultes de *T. castaneum* étaient plus sensibles aux huiles essentielles de *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) où 60% des larves traitées sont mortes après 24 heures d'exposition. L'effet aphicide de différentes parties de *Citrillus colocynthis* dans lesquelles l'extrait aqueux des racines engendre 60% de mortalité du puceron, tandis que l'extrait aqueux foliaire et des fruits ont montré 62,5% de mortalité. Cet effet était également plus important lorsque les pucerons étaient traités avec la concentration la plus élevée (100000 ppm) (Khalid et *al.*, 2015). Les alcaloïdes extraites de la partie aérienne de *Pergularia tomentosa* ont une activité insecticide contre les larves du cinquième stade de *Locusta migratoria* L. (Orthoptera-Acrididae), le taux de mortalité le plus élevé a été rapporté pour la dose de 240 µg/ larves (Acheuk et *al.*, 2013). Conformément à nos résultats sur l'effet insecticide de l'espèce de *P. tomentosa*, Cherif (2020) déclare que l'extrait foliaire pur de *P. tomentosa*, engendre un taux de mortalité de l'ordre de 86,67±0,58% chez les adultes de *Tribolium confusum*. Miladi et *al.* (2018), rapportent que le latex de *Pergularia tomentosa* présente un effet insecticide contre *Locusta migratoria* (Orthoptera-Acrididae), le traitement des larves du 4^{ème} stade entraîne une mortalité qui atteint 96,49± 6,07%. D'après la littérature, le genre *Datura* regroupe des plantes riches en métabolites secondaires qui sont en majorité des alcaloïdes tropaniques. Ces derniers sont synthétisés dans toutes les parties de la plante

à des concentrations différentes. Le *Datura stramonium* a montré un effet toxique et anti-appétant très élevés contre les Coléoptères phytophages (Abbasipour et al., 2011).

De plus, les extraits de *Datura stramonium* se caractérisent par des propriétés répulsives et anti-nourrissantes contre certains insectes ravageurs, tels que la teigne du riz, *Corcyra cephalonica* St (Lepidoptera, Pyralidae), *Dysdercus cingulatus* (Fabricius), *Spodoptera litura*, et *Philosamia ricini* (Devaraj et Srilatha, 1993; Pascual-Villalobos et Robledo, 1997; Prakash et Rao, 1997). Abbasipour et al., (2011), signalent que l'extrait de *D. stramonium* a réduit notablement le taux de croissance, et la consommation chez les adultes de *Tribolium castaneum*. Bouenchada et al., (2011) et Jbilou et al., (2006), montrent que la poudre obtenues à partir des fruits secs de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) est très toxique sur les individus de *Tribolium castaneum*. Également l'effet insecticide de *Peganum harmala* sur *Tribolium castaneum* émane certainement à la richesse de cette plante en composés secondaires dont les alcaloïdes particulièrement au niveau des fruits et des racines (Mahmoudian et al., 2002). Parmi les espèces de plantes tropicales testées pour leurs activités insecticides sur les ravageurs des céréales *Sitophilus zeamais* L. (Coleoptera-Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera-Tenebrionidae) sont *Boscia senegalensis* (Capparaceae) (Ngamo et Hance, 2007), *Hyptis spicigera* (Lamiaceae) (Othira et al., 2009), les résultats obtenus montrent les possibilités insecticides des extraits de ces plantes, où les valeurs des taux de mortalité notées sont proches de celles obtenues par notre étude. Arab (2018), rapporte que l'effet par ingestion de poudre de fruits de *Melia azedarach* (Meliaceae) et *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur les individus de *Tribolium castaneum* donne une toxicité élevée ce traduit par la morte des larves et des adultes.

II.3.2.- Étude de la cinétique de la mortalité

L'évolution dans le temps des pourcentages de la mortalité cumulée enregistrés chez les imagos de *T. castaneum* des lots témoins et traités par les différentes huiles végétales, sont regroupés dans les figures 9, 10 et 11.

Au vu des résultats de la (figure. 09), les imagos des lots alimentés par de la farine traitée par l'huile de *C. colocynthis* semblent plus affectés et intoxiqués comparativement aux imagos de *T. castaneum* des autres lots traités. Pour toutes les doses appliquées, les premiers cas de mortalité apparaissent après le premier jour (24heures) de l'application des traitements, à l'acceptation la plus faible concentration soit 5%, où les premières mortalités commencent après 48 heures. Pour la première concentration (80%), un taux de mortalité dépasse le 20% est noté le 1^{er} jour du

traitement. Cependant, les autres doses de cette l'huile soit 70%, 60%, 50%, des taux de mortalité qui dépassent les 20% après le 3^{ème} jour sont notés, toutefois pour les autres doses dont 40%, 30%, 25%, 20%, 10%, 5%, des pourcentages de mortalités de l'ordre de 23,33%, 20 %, 28,33%, 31,67%, 25,0 %, et 30% sont rapportées après le 5^{ème} jours du traitement respectivement. Les adultes de *T. castaneum* traités par l'huile de graines de *C. colocynthis*, il ressort un taux de mortalité maximale de 100% est atteint au bout de 15 jours pour la dose de (80%), bien que pour les autres lots de traitement, les pourcentages de mortalité augmentent en fonction de la durée d'exposition. Pour les concentrations 5%, 10%, 20%, 25%, 30%, 40%, 50 %, 60 %, 70 % et 80%, un taux de mortalité de 55 %, 56,67 %, 63,33 %, 66,67% , 70 % , 81,67 % , 83,33% , 90 % , 93,33% , 100% est atteint au bout de 15 jours respectivement. Chez les imagos traités par l'huile de *P. tomentosa* (figure.10). Les résultats montrent que le début de mortalité est noté après le premier jour de l'application de traitement pour les doses 80%, 70%, 60% et 50%, alors que pour les autres doses appliquées soit 40%, 30%, 25% et 20%, l'effet de la mortalité commence après 24 heures après l'application des extraits sur les imagos de *T. castaneum*, à l'exception de la dose 10%, et 5% où la mortalité est enregistrée qu'après de le 4^{ème} jours du traitement. Il est noté pour les doses de l'huile de graines de cette plante soit 80%, 70%, 60%, 50% et 40%, un taux de mortalité dépasse le 20% au bout du 5^{ème} jours, cependant pour les faibles doses soient 5%, 10%, 20%, 25% et 30%, des pourcentages de mortalités de l'ordre de 5 %, 5%, 13,33 %, 15% et 16,67 % sont rapportées après 5 jours de l'application des traitements respectivement. Pour *P. tomentosa*, le taux de mortalité des adultes traités par la forte concentration soit 80% est de 95%, pour les autres lots de traitement, les pourcentages de mortalité augmentent en fonction de la concentration et le temps d'exposition. Pour les concentrations 5%, 10 %, 20 %, 25%, 30%, 40 %, 50%, 60% et 70% des taux de mortalité de 20 %, 28,33%, 28,33%, 30%, 48,33%, 50%, 58,33%, 73,33%, 81,67% sont atteints au bout de 15 jours respectivement. Pour les individus traités par l'huile de graines de *D. stramonium*, les résultats obtenus montrent que cette huile végétale est moins toxique que les deux huiles végétales de graines de *C. colocynthis* et *P. tomentosa*. Au vu des résultats présentés dans la (figure. 11), Les premiers cas de mortalité des individus de *T. castaneum* traités sont observés après 5 jours de l'application des traitements pour la plupart des doses appliquées, à l'exception des deux plus fortes doses soit 80% et 70 %, où la mortalité a débuté après 24 heures d'exposition. Le taux de mortalité atteint 5 % au bout 4 jours pour les doses 60% et 50%. Chez les individus exposés aux autres doses dont 40 %, 30%, 25%, 20%, 10% et 5%, les premiers cas de mortalité n'apparaissent qu'après 6 jours d'exposition. Pour les doses 80% et 70%, des taux de mortalité de 8,33% sont observés après le deuxième jour. Les adultes des insectes traités par l'huile de *D. stramonium* à 80% de concentration, le pourcentage de mortalité cumulée est de l'ordre de 86,67%, est obtenu au bout de 15 jours, bien que pour les autres lots des traitements, les pourcentages de mortalité sont observés et

augmentent en fonction du temps d'exposition; pour la concentration 70%, une mortalité de 73,33% est notée suivie par les concentrations 60%, 50%, 40%, 30 %, 25%, 20%, 10% et 5 % avec une mortalité de 73,33%, 53,33%, 43,33%, 30%, 25%, 25%, 23,33%, et 10% respectivement.

En revanche, Les individus du lot traité par l'insecticide *Decis EC 25* (témoin positif), présentent un taux de mortalité qui atteint 100% au bout 10 jours. Au-delà, une mortalité négligeable est enregistrée chez les individus traités par le mélange de l'eau distillée et DMSO (témoin négatif), pendant la période de suivi expérimentale.

De nombreuses études similaires ont été réalisées dont le travail de Kemassi et *al.*, (2012), où ils montrent dans leur étude sur la toxicité des extraits de *Cleome arabica* (Capparidaceae) vis à vis des larves du 5^{ème} stade et des adultes de *Schistocerca gregaria* (Orthoptera-Acrididae), qu'un taux de mortalité de l'ordre de 16,66% pour *C. arabica* au bout du 14^{ème} jours pour les larves L₅ et pour les adultes. Karahacane (2015), notent une mortalité de 100% qui est atteinte après 3 jours d'exposition pour toutes les espèces étudiées. Chez l'espèce *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae), le taux de mortalité étant de 13,3 % après 24 heures d'exposition, et un maximum (30 %) de mortalité n'est enregistré qu'après trois jours d'exposition. Hassaine (2017), prouve que le traitement des adultes *Tribolium castaneum* Herbst. par la poudre des feuilles de *Tetraclinis articulata* (Cupressaceae) et *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) à 0,6 g provoque 70% de mortalité après 6 jours d'exposition. Bouzouita et *al.*, (2008), montrent que l'effet insecticide des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae) sur les adultes de *Tribolium confusum* est bien marqué; un taux de mortalité de 90% est atteint au bout de 48 heures. En outre, il déclare que le suivi au cours du temps de la consommation chez les adultes de *Tribolium confusum*, un effet anti appétant est constaté, où la consommation de blé par cet insecte a diminué à une concentration de 0,1%. Ould Ahmedou et *al.* (2001), déclarent qu'en élevage, en régime alimentaire mono-spécifique à base de feuilles de *Citrullus colocynthis*, les larves du quatrième stade du Criquet pèlerin, un taux de mortalité de 10% est obtenu au bout du 10^e jour.

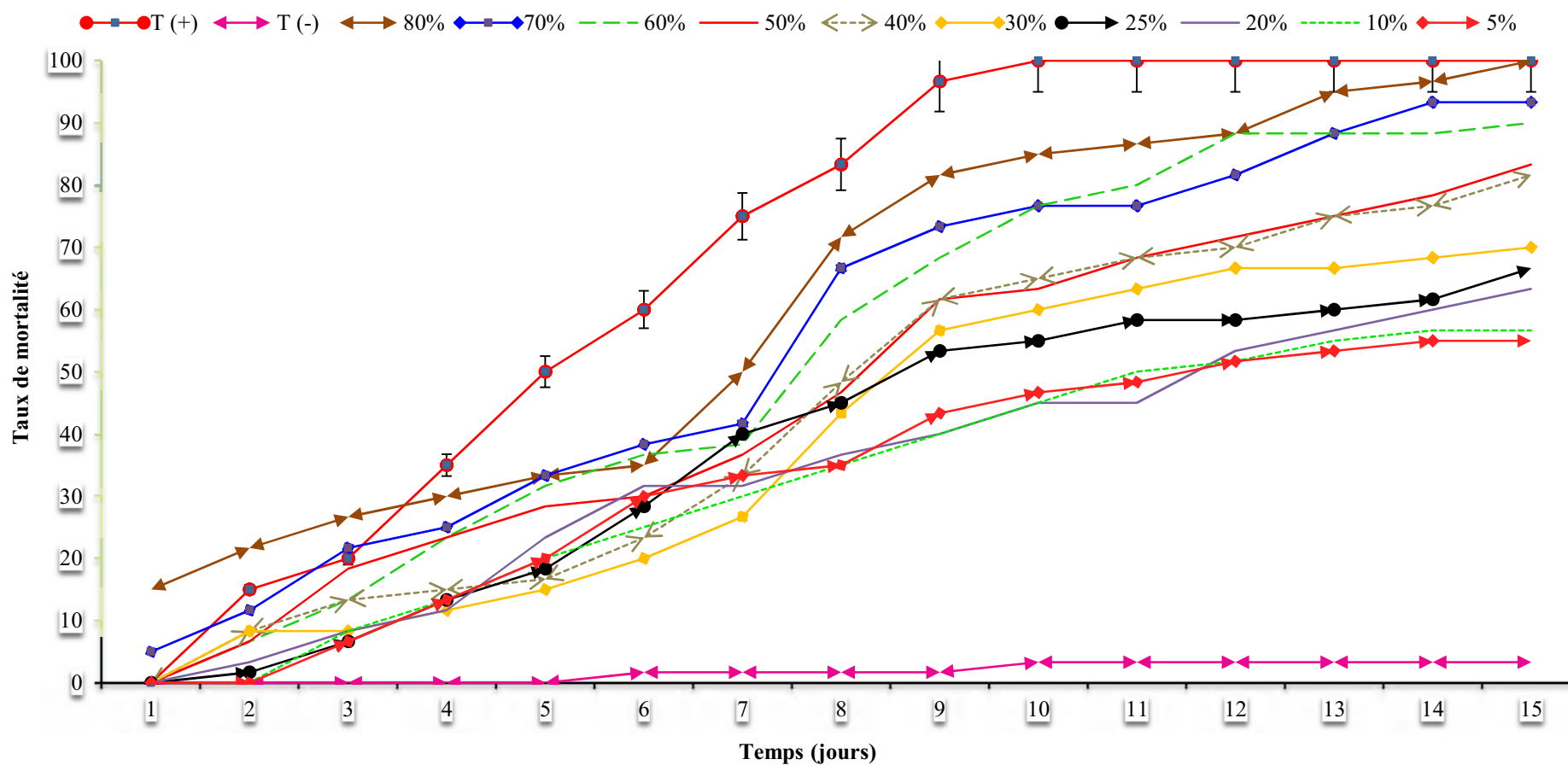


Figure 9.- Cinétique de mortalité cumulée observée chez les imagos de *T. castaneum* témoins et traités par l'huile des graines de *C. colocynthis*

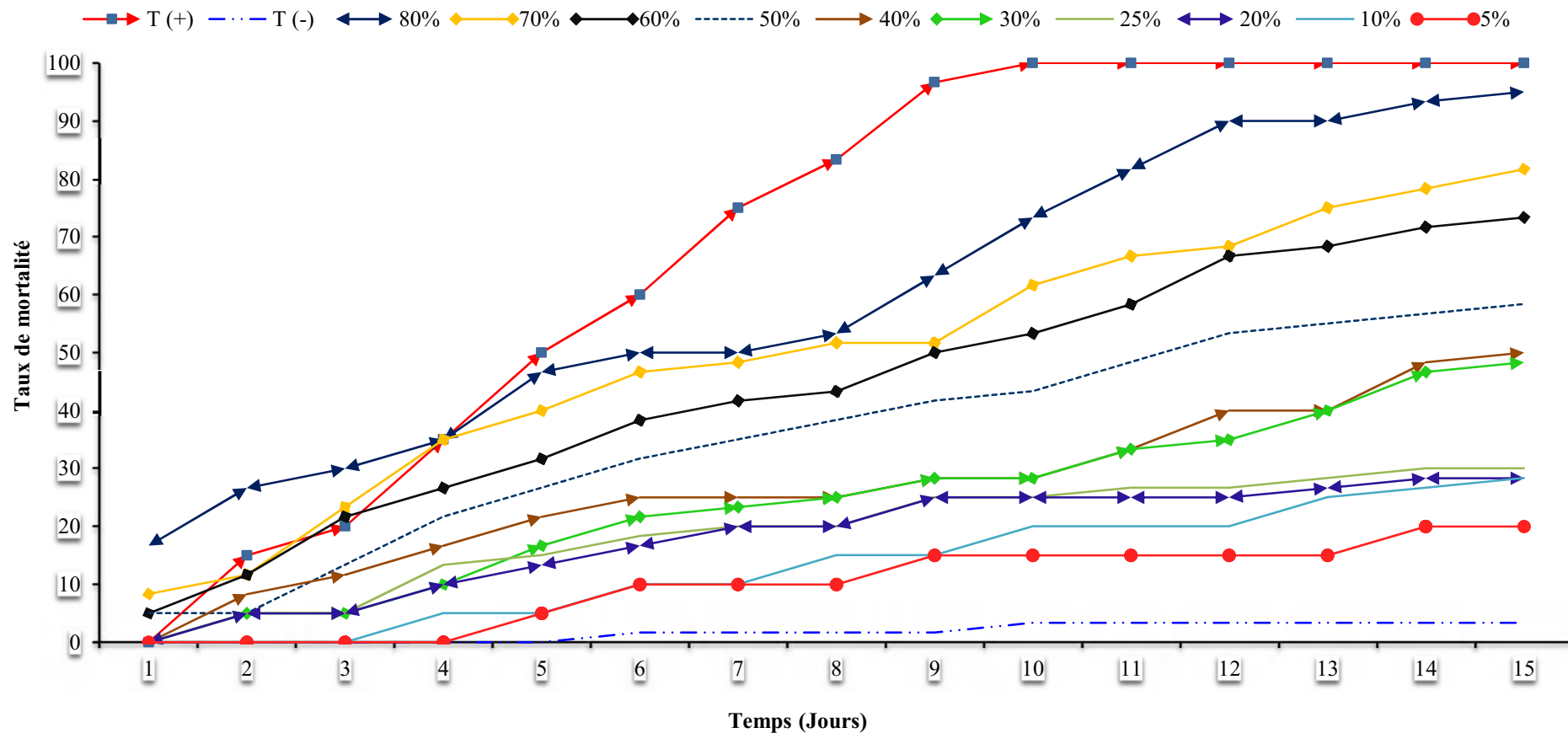


Figure 10 : Cinétique de mortalité cumulée observée chez les adultes *T. castaneum* témoins et traités par l’huile végétale de *P. tomentosum*

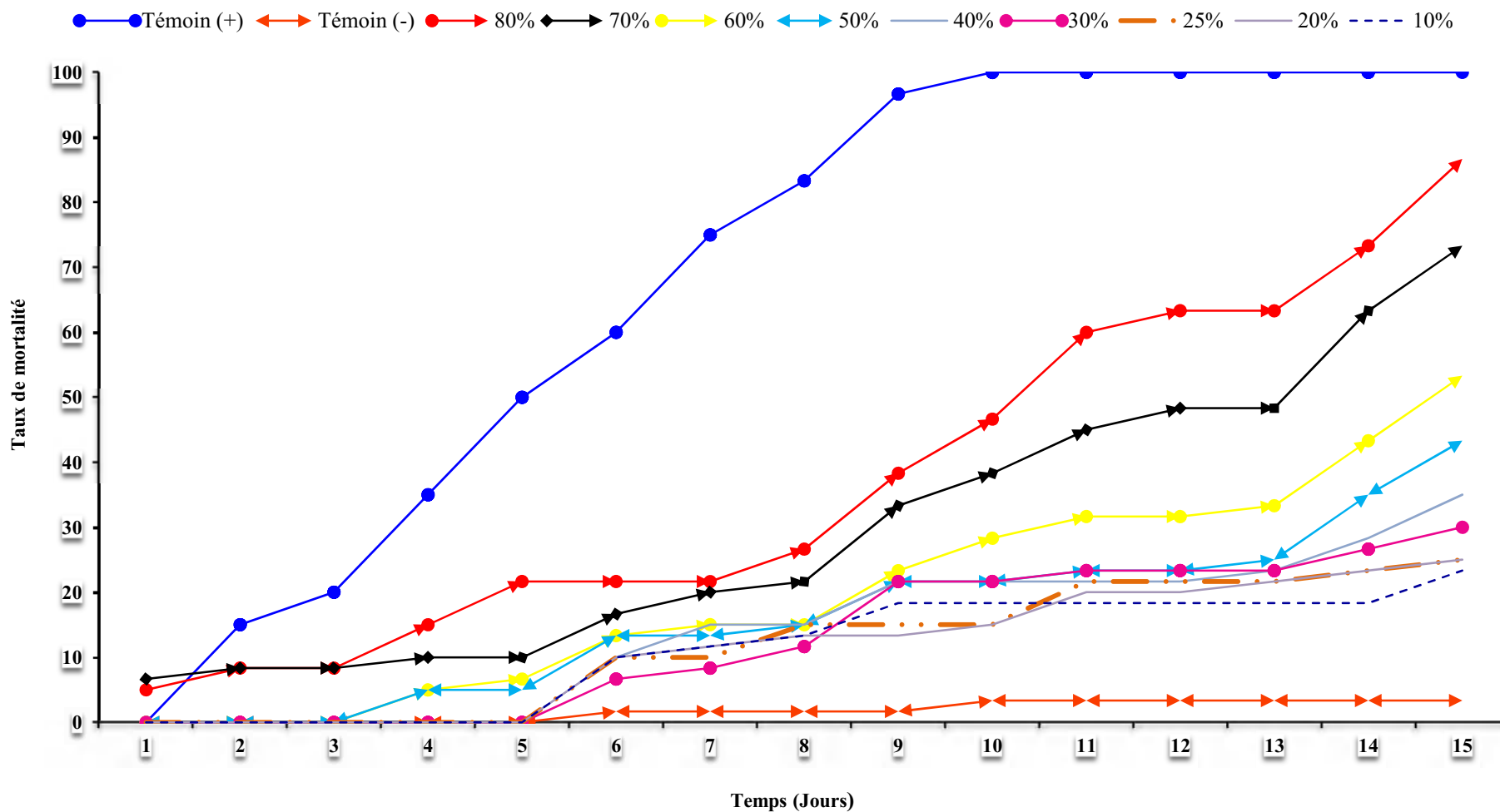


Figure 11 : Cinétique de mortalité cumulée observée chez les adultes *T. castaneum* témoins et traités par l'huile végétale de *D. stramonium*

II.3.3.-Doses létales

L'estimation de la dose létale 50% et 90% (DL50) a été effectuée en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des concentrations appliquée. Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la dose et le délai de survie de l'événement étudié qui est la mort des insectes (tableau 9 et 10).

Tableau 9.- Doses létales (DL50%, DL90%) des huiles de graines de trois plantes étudiées appliquées par ingestion sur les imagos de *Tribolium castaneum*

| Espèce végétale | Doses létales [mL/mL] | |
|------------------------------|-----------------------|------------------|
| | DL ₅₀ | DL ₉₀ |
| <i>Citrullus colocynthis</i> | 0,078 | 1,811 |
| <i>Datura stramonium</i> | 0,91 | 12,20 |
| <i>Pergularia tomentosa</i> | 0,46 | 4,84 |

L'estimation des doses létales 50 et 90 ont été effectuées en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des concentrations appliquées. Les méthodes d'analyse de suivi permettent d'associer la dose et le délai de l'événement étudié qui est la mort des insectes (tableau 8).

Les représentations graphiques des courbes de régression linéaire des effets des doses de huile de graine de *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos de *T. castaneum* (Figure.12 (A,B, C)), permet l'estimation des doses létales 50 et 90 (DL₅₀, DL₉₀) de ces huiles végétales. Les résultats regroupés dans le tableau 7 et 8 montrent des valeurs de doses létales 50 faibles, ce qui explique la forte toxicité par ingestion de ces extraits vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*. Les doses létales 50 rapportées pour les trois plantes sont de l'ordre de 0,078 mL/mL, 0,46mL/mL, 0,91 mL/mL respectivement pour les huiles de graines de *C. colocynthis*, *P. tomentosa* et *D. stramonium*. Les doses létales 90 (DL₉₀) estimées sont de l'ordre de 1.811 mL/mL pour l'huile de graines de *C. colocynthis*, de 12,20 mL/mL pour l'huile de graines *D. stramonium* et de l'ordre de 4,84 mL/mL pour l'huile de graines de *P. tomentosa*.

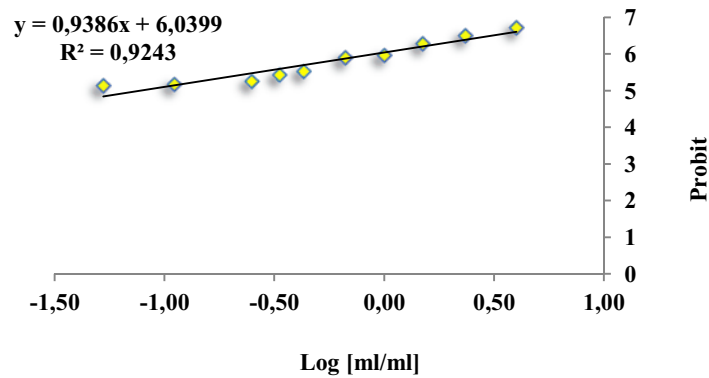
Les trois huiles végétales étudiées sont toxiques vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*, mais avec des différences d'efficacités, les huiles de graines de *C. colocynthis* semblent plus toxiques, suivie par l'huile de *P. tomentosa*, puis de celle de *D. stramonium* qui semble la moins toxique.

Tableau 10.- Taux de mortalité cumulée et Probits correspondants aux taux mortalité corrigées en fonction des traitements par l'huile de graines de trois plantes étudiées.

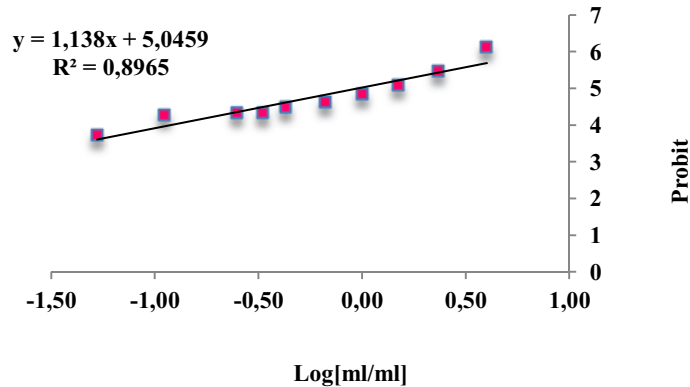
| <i>Citrullus colocynthis</i> | Doses | | | Mortalité corrigée | |
|------------------------------|-------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------|
| | % | Concentration [mL/mL] | Log concentration [mL/mL] | Taux de mortalité | Probits |
| | 80% | 4,0 | 0,6021 | 100,0 | 6,714 |
| | 70% | 2,33 | 0,3680 | 93,33 | 6,495 |
| | 60% | 1,50 | 0,1761 | 90,00 | 6,282 |
| | 50% | 1,00 | 0,0000 | 83,33 | 5,961 |
| | 40% | 0,67 | -0,1761 | 81,67 | 5,902 |
| | 30% | 0,43 | -0,3680 | 70,00 | 5,524 |
| | 25% | 0,33 | -0,4771 | 66,67 | 5,431 |
| | 20% | 0,25 | -0,6021 | 63,33 | 5,253 |
| 10% | 0,11 | -0,9542 | 56,67 | 5,167 | |
| 5% | 0,05 | -1,2788 | 55,00 | 5,126 | |
| <i>Datura stramonium</i> | Doses | | | Mortalité corrigée | |
| | % | Concentration [mL/mL] | Log concentration [mL/mL] | Taux de mortalité | Probit |
| | 80% | 4,00 | 0,6021 | 86,67 | 6,111 |
| | 70% | 2,33 | 0,3680 | 73,33 | 5,431 |
| | 60% | 1,50 | 0,1761 | 53,33 | 5,081 |
| | 50% | 1,00 | 0,0000 | 43,33 | 4,831 |
| | 40% | 0,67 | -0,1761 | 35,00 | 4,615 |
| | 30% | 0,43 | -0,3680 | 30,00 | 4,476 |
| | 25% | 0,33 | -0,4771 | 25,00 | 4,326 |
| | 20% | 0,25 | -0,6021 | 25,00 | 4,326 |
| 10% | 0,11 | -0,9542 | 23,33 | 4,270 | |
| 5% | 0,05 | -1,2788 | 10,00 | 3,718 | |
| <i>Pergularia tomentosa</i> | Doses | | | Mortalité corrigée | |
| | % | Concentration [mL/mL] | Log concentration [mL/mL] | Concentration [mL/mL] | Probit |
| | 80% | 4,00 | 0,6021 | 95,00 | 6,645 |
| | 70% | 2,33 | 0,3680 | 81,67 | 5,902 |
| | 60% | 1,50 | 0,1761 | 73,33 | 5,621 |
| | 50% | 1,00 | 0,0000 | 58,33 | 5,207 |
| | 40% | 0,67 | -0,1761 | 50,00 | 5,000 |
| | 30% | 0,43 | -0,3680 | 48,33 | 4,956 |
| | 25% | 0,33 | -0,4771 | 30,00 | 4,476 |
| | 20% | 0,25 | -0,6021 | 28,33 | 4,425 |
| 10% | 0,11 | -0,9542 | 28,33 | 4,425 | |
| 5% | 0,05 | -1,2788 | 20,00 | 4,158 | |

L'effet insecticide des extraits des plantes sahariennes a fait l'objet de plusieurs études, mais peu d'études sur les effets biocides des huiles fixes de cette flore sont réalisées. Les extraits aqueux de tiges, racines, feuilles et fruits de *C. colocynthis* présentent un fort pouvoir aphicide sur *Aphis fabae* (Homoptera-Aphididae), les doses létales 50 rapportées étaient de 0,0002 ppm, 0,024 ppm, 0,043 ppm et 0,055 ppm respectivement (Khalid *et al.*, 2015). Le traitement par une concentration de l'ordre de 2,89 mg/L de l'extrait aqueux de *C. colocynthis* engendre la mortalité de 50% des larves de *Culex pipiens* après 72 heures d'exposition (Mérabti *et al.*, 2015). Torkey *et al.* (2009) notent que l'extrait éthanolique de fruit de *C. colocynthis* exerce une forte toxicité sur *Aphis craccivora* Koch. (Homoptera- Aphididae); la dose létale estimée est de 11003 ppm. De même, Sayeda *et al.*, (2009) signalent que l'extrait formulé de *C. colocynthis* était extrêmement toxique sur les adultes du puceron du niébé *Aphis craccivora* (Homoptera-Aphididae) Koch, une dose létale 50 de l'ordre de 123,68 ppm était rapportée. Cherif (2020) a présenté dans son étude sur l'activité insecticide de l'extrait aqueux de *P. tomentosa* sur les imagos de *Tribolium confusum* (Coleoptera-Tenebrionidae), les valeurs de doses létales DL50 et DL90 obtenues sont de l'ordre de 0,14 mg/mL et 0,048 mg/mL.

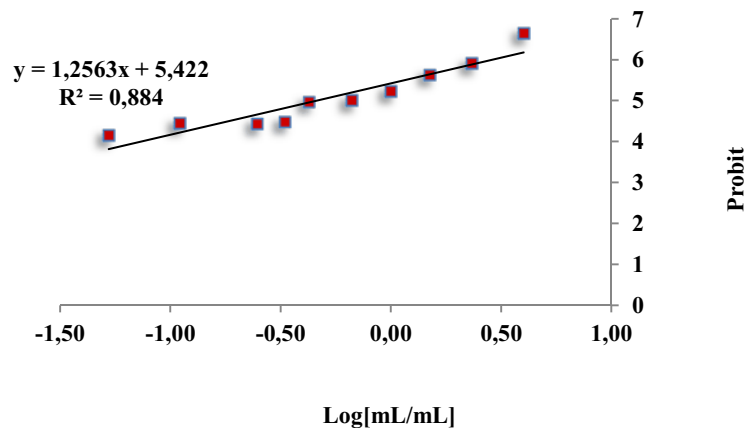
D'après Bachrouch *et al.*, (2010), les analyses des probits montrent que les adultes de *T. castaneum* sont plus sensibles aux huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L.(Anacardiaceae) que les larves. Les DL50 et DL90 estimées sont de l'ordre de 28,03 µL/L et 63,46 µL/L après une durée d'exposition de 24 heures respectivement. De même Kemassi *et al.*, (2019) rapportent des doses létales 50 et 90 de l'ordre 0,0186 mg/mL et 0,0394 mg/mL pour les imagos de *T. castaneum* traités par l'extrait aqueux des tiges et feuilles d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) respectivement. Alors que le traitement des imagos de *T. castaneum* par l'extrait aqueux des racines de cette même plante, donne une dose létale 50 de 0,0158 mg/mL et une dose létale 90 de 0,0322 mg/mL. En outre, plusieurs auteurs rapportent que ce ravageur *T. castaneum* est sensible aux extraits végétaux toxiques dont les huiles essentielles Bounechada *et al.*, (2011). Souguir *et al.*,(2017), Soulignent que les huiles essentielles des feuilles et des fleurs de la plante Marjolaine *Origanum majorana* L. (Lamiaceae) appliquées par contact présentent un fort pouvoir biocide sur les adulte de *T. castaneum*.



A- Probits de taux de mortalité corrigée en fonction des logarithmes des doses de l'huile de graines de *C. colocynthis* sur la mortalité des imagos *T. castaneum*



B- Probits de taux de mortalité corrigée en fonction des logarithmes des doses de l'huile de graines de *D. stramonium* sur la mortalité des imagos *T. castaneum*



C- Probits de taux de mortalité corrigée en fonction des logarithmes des doses de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *T. castaneum*

Figure 12 : (A, B, C).-Droites de régressions des Probit des taux de mortalité corrigés en fonction des logarithmes des doses de l'huiles de graine de *C. colocynthis*, *D. stramonium* et *P. tomentosa* sur la mortalité des imagos *Tribolium castaneum*

II.3.4.- Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de *Tribolium castaneum*

Les résultats relatifs à l'étude de l'effet des huiles testées sur la mortalité des imagos de *Tribolium castaneum* sont traités en utilisant le test de Tukey (HSD) à un intervalle de confiance de 95%. L'analyse de la variance à deux critères de classification a révélé que dans les deux types de traitements, pour les trois espèces végétales, des différences significatives pour les facteurs dose et les facteurs temps sont rapportées, excepté quelques interactions entre facteurs doses appliquées et temps d'exposition.

Au vu des résultats du tableau 10, il est constaté que la toxicité des huiles de trois plantes sur les adultes du *T. castaneum* montre quelque soit la concentration de l'huile testée l'huile de *Citrullus colocynthis* semble la plus toxique durant toute la période du traitement. Appliquée à la plus forte concentration, les huiles de graines de *Citrullus colocynthis* montrent une efficacité particulière vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*; elles étaient classées dans le même groupe (A) avec l'insecticide *Decis50 EC* (témoins +) où le taux de mortalité atteint le 100%; ces valeurs prouvent l'efficacité insecticide et le potentiels biocide de l'huile de graines de *C. colocynthis* par rapport de l'insecticide et par rapport aux deux autres plantes. En outre, l'huile de graines de *Pergularia tomentosa* appliquée à la dose (C10 :80%), et celles de *Citrullus colocynthis* appliquée à la dose (C9:70%) et (C8:60%) constituent un deuxième groupe (AB). L'huile de graines de *D. stramonium* appliquée à concentration (C10 :80%) apparue dans un troisième groupe (ABC), témoignant ainsi d'une toxicité moindre par rapport aux deux autres huiles végétales testées. Un quatrième groupe (BCD) regroupe les doses (C7 :50% et C6 :40%) de l'huile de graines de *C. colocynthis* et la dose (C9 :70%) de l'huile de graines de *P. tomentosa*. Le cinquième groupe (CDE) se constitue de deux lots soit l'huile de graines de *P. tomentosa* appliquée à la dose (C8 :60%) et par les imagos de *T. castaneum* traités par la dose (C9 :70%) de l'huile de graines de *D. stramonium*. Un groupe solitaire composé d'un lot de traitement, il s'agit des insectes traités par la dose (C5 :30%) de huile de graines de *C. colocynthis* qui forme ainsi le groupe (DEF). D'autres groupes soit (EFG), (EFGH), (FGH) et (FGHI) sont constitués, et sont présentés par les insectes traités par l'huiles de graines de *C. colocynthis* à (C4 :25%), (C3 :20%), celles de *P. tomentosa* à (C7 :50%) et de *C. colocynthis* à (C2:10%) respectivement. Un autre groupe (GHI) regroupe les imagos de *T. castaneum* traités par l'huile de graines de *C. colocynthis* appliquée à la plus faible

dose soit (C1 :5%) et des traités par la dose (D8 :60%) en huile de graines de *D. stramonium*. Dix (10) d'autres groupes se constituent réparties sur 14 lots expérimentaux dont un lot témoin négatif.

Tableau 11.- Résultats du test de Tukey pour la toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de *Tribolium castaneum*

| Lots expérimentaux | Taux de mortalités | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CC*C10 [80] | 100,0 | A | | | | | | | | | | | | | | | |
| DLM T(+) | 100,0 | A | | | | | | | | | | | | | | | |
| PT*C10 [80] | 95,0 | A | B | | | | | | | | | | | | | | |
| CC*C9 [70] | 93,33 | A | B | | | | | | | | | | | | | | |
| CC*C8 [60] | 90,0 | A | B | | | | | | | | | | | | | | |
| DS*C10 [80] | 86,67 | A | B | C | | | | | | | | | | | | | |
| CC*C7 [50] | 83,33 | | B | C | D | | | | | | | | | | | | |
| CC*C6 [40] | 81,67 | | B | C | D | | | | | | | | | | | | |
| PT*C9 [70] | 81,67 | | B | C | D | | | | | | | | | | | | |
| PT*C8 [60] | 73,33 | | | C | D | E | | | | | | | | | | | |
| DS*C9 [70] | 73,33 | | | C | D | E | | | | | | | | | | | |
| CC*C5 [30] | 70,0 | | | | D | E | F | | | | | | | | | | |
| CC*C4 [25] | 66,67 | | | | | E | F | G | | | | | | | | | |
| CC*C3 [20] | 60,0 | | | | | E | F | G | H | | | | | | | | |
| PT*C7 [50] | 58,33 | | | | | | F | G | H | | | | | | | | |
| CC*C2 [10] | 56,67 | | | | | | | F | G | H | I | | | | | | |
| CC*C1 [5] | 55,0 | | | | | | | | G | H | I | | | | | | |
| DS*C8 [60] | 53,33 | | | | | | | | G | H | I | | | | | | |
| PT*C6 [40] | 50,0 | | | | | | | | | H | I | | | | | | |
| PT*C5 [30] | 48,33 | | | | | | | | | H | I | J | | | | | |
| DS*C7 [50] | 43,33 | | | | | | | | | | I | J | K | | | | |
| DS*C6 [40] | 35,0 | | | | | | | | | | | J | K | L | | | |
| PT*C4 [25] | 30,0 | | | | | | | | | | | | K | L | M | | |
| DS*C5 [30] | 30,0 | | | | | | | | | | | | K | L | M | | |
| PT*C2 [10] | 28,33 | | | | | | | | | | | | | L | M | | |
| PT*C3 [20] | 28,33 | | | | | | | | | | | | | L | M | | |
| DS*C4 [25] | 25,0 | | | | | | | | | | | | | L | M | | |
| DS*C3 [20] | 25,0 | | | | | | | | | | | | | L | M | | |
| DS*C2 [10] | 23,33 | | | | | | | | | | | | | L | M | N | |
| PT*C1 [5] | 20,0 | | | | | | | | | | | | | | M | N | |
| DS*C1 [5] | 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | N | O |
| Témoin (-) | 3,33 | | | | | | | | | | | | | | | | O |

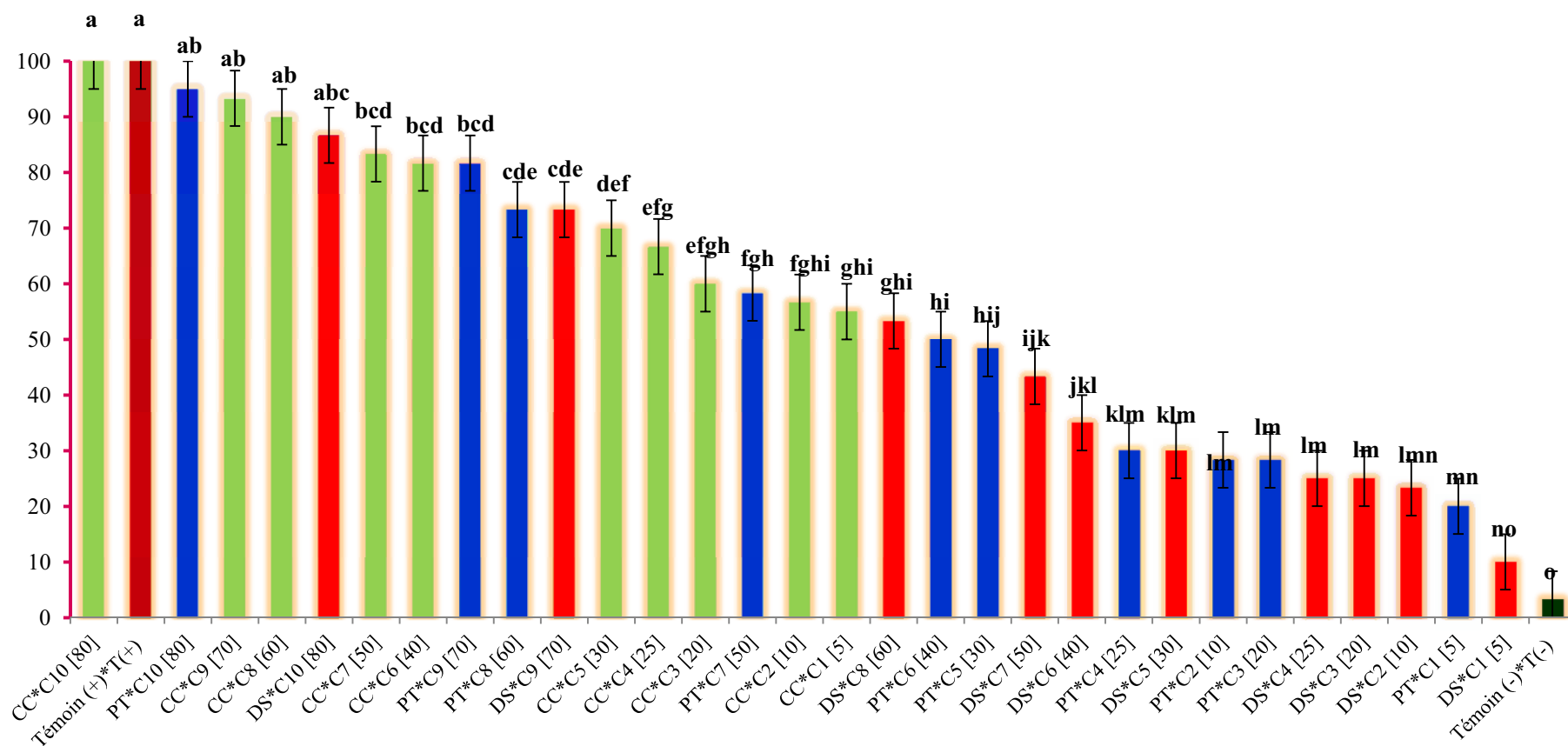


Figure 13 : Classe de Toxicité comparée des huiles de graines de trois plantes sur les imagos de *Tribolium castaneum*

Les valeurs de pourcentage de mortalité et les résultats de test de Tukey affirment le fort pouvoir insecticide des huiles de graines de trois plantes étudiés notamment celles de *C. colocynthis*, où sa toxicité à la plus forte concentration est comparable à celle de l'insecticide (témoin positif) et appliquée à la plus faible dose (C1:5%) est comparable aux résultats de l'application d'une autre huile à une dose plus élevée (huile de graine de *D. stramonium* appliquée à la dose (C8:60%) et donne un effet létal supérieur de celui de l'application de l'huile de graine de *P. tomentosa* à la dose (C6:40%).

Pour ces effets répulsifs par contact directe ou fumigation, les dérivés des plantes sont utilisés contre les insectes ravageurs. Plusieurs auteurs montrent que les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille. Aussi la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre (Boeke, 2004). L'extrait aqueux de *Cytisus triflorus* l'Her (Fabaceae) a été avéré toxique à l'égard des adultes de *Tribolium castaneum* (Djidjel, 2018). Selon HO *et al.* (1996), les œufs, les larves et les adultes des Coléoptères des stocks *Tribolium castaneum*, et *Sitophilus zeamais* présentent une sensibilité particulière vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Allium sativum* L. (Liliaceae). L'application par ingestion de l'extrait aqueux de graines de Neem sur les imagos d'*Aphthona spp* (Coleoptera, Chrysomelidae) engendre des signes d'intoxication sévères, et les insectes fassent un arrêt d'alimentation (Thiam et Ducommun, 1993). Les poudres des feuilles de deux Lamiaceae soit *Pseudocytisus integrifolius* Salib et *Nepeta nepetella* (L) exercent une forte activité larvicide vis-à-vis des adultes de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera-Chrysomelidae), *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera-Chrysomelidae), *Sitophilus granarius* (L) (Coleoptera-Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera-Tenebrionidae) avec une réduction des émergences de la descendance (Kassemi, 2014).

II.3.5.- Évaluations des temps létaux

L'estimation des temps létaux 50 et 90 ont été effectués en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps du traitement. Les données sont regroupées en classe de temps, dans cette partie de l'étude en jour (tableau 11; figure 11, 12 et 13).

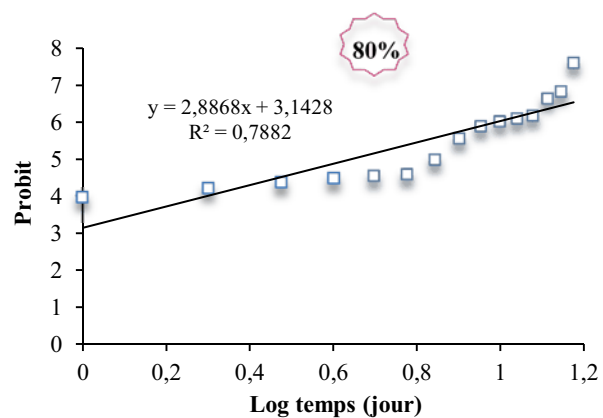
Tableau 12.- Temps létaux 50 et 90 des huiles de graines de trois plantes étudiées appliquées par ingestion sur les imagos de *Tribolium castaneum*

| <i>Citrullus colocynthis</i> | Concentration (%) | Équations | Coefficient | TL50 (Jours) | TL 90 (Jours) |
|------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|--------------|---------------|
| | 80% | $y=2,8886 x+3,1428$ | $R^2=0,7882$ | 4,40 | 12,23 |
| | 70% | $y=2,9461 x+2,8438$ | $R^2=0,8817$ | 5,39 | 14,69 |
| | 60% | $y=4,5553 x+1,1629$ | $R^2=0,9186$ | 6,96 | 13,30 |
| | 50% | $y= 4,0293x+1,3746$ | $R^2=0,8733$ | 7,94 | 16,52 |
| | 40% | $y=4,0789 x+1,2566$ | $R^2=0,8832$ | 8,27 | 17,06 |
| | 30% | $y= 3,8817x+1,2941$ | $R^2=0,8631$ | 9,01 | 19,27 |
| | 25% | $y= 4,0167x+1,1013$ | $R^2=0,9143$ | 9,35 | 19,49 |
| | 20% | $y= 3,3357x+1,7128$ | $R^2=0,7633$ | 9,67 | 23,43 |
| | 10% | $y=4,6018 x+0,295$ | $R^2=0,8473$ | 10,53 | 20,00 |
| 5% | $y=4,5912 x+0,3008$ | $R^2=0,8446$ | 10,56 | 20,08 | |
| <i>Datura stramonium</i> | Concentration (%) | Équations | Coefficient | TL50 (Jours) | TL 90 (Jours) |
| | 80% | $y=2,0724x+2,8184$ | $R^2= 0,7695$ | 11,29 | 46,91 |
| | 70% | $y=1,6722x+2,9879$ | $R^2 = 0,778$ | 15,97 | 93,31 |
| | 60% | $y= 4,9575x+0,612$ | $R^2=0,8603$ | 13,55 | 24,58 |
| | 50% | $y= 4,7087x-0,5241$ | $R^2=0,8426$ | 14,90 | 27,89 |
| | 40% | $y= 5,2508x-1,4532$ | $R^2=0,7561$ | 16,94 | 29,73 |
| | 30% | $y=5,2123x-1,476$ | $R^2=0,7683$ | 17,48 | 30,79 |
| | 25% | $y=5,0836x-1,4014$ | $R^2=0,7542$ | 10,28 | 18,12 |
| | 20% | $y= 5,0556x-1,391$ | $R^2=0,7533$ | 18,37 | 32,94 |
| | 10% | $y=4,9978x-1,3536$ | $R^2=0,7433$ | 18,68 | 33,71 |
| 5% | $y=4,1583x-1,1115$ | $R^2=0,7337$ | 29,49 | 59,98 | |
| <i>Pergularia tomentosa</i> | Concentration (%) | Équations | Coefficient | TL50 (Jours) | TL 90 (Jours) |
| | 80% | $y=2,2283 x+3,5377$ | $R^2=0,8359$ | 4,53 | 17,04 |
| | 70% | $y=1,9666 x+3,383$ | $R^2 =0,9643$ | 6,64 | 29,82 |
| | 60% | $y= 1,9235x+3,2457$ | $R^2 =0,9811$ | 8,17 | 37,89 |
| | 50% | $y=1,7657 x+3,1196$ | $R^2 =0,9692$ | 11,61 | 61,80 |
| | 40% | $y=3,0313 x+1,6523$ | $R^2 =0,7376$ | 12,72 | 33,67 |
| | 30% | $y=3,2173 x+1,3963$ | $R^2 = 0,8148$ | 13,19 | 33,00 |
| | 25% | $y=2,839 x+1,557$ | $R^2 =0,7353$ | 16,32 | 46,17 |
| | 20% | $y= 2,8194x+1,5355$ | $R^2 =0,7385$ | 16,94 | 48,25 |
| | 10% | $y= 4,5004x-0,4569$ | $R^2 =0,8306$ | 16,31 | 31,43 |
| 5% | $y= 4,6541 x-0,9164$ | $R^2 =0,7836$ | 7,54 | 35,21 | |

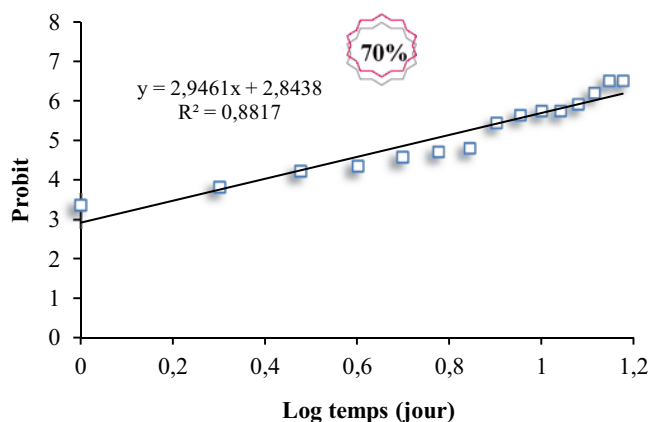
Les valeurs des temps létaux 50 et 90 regroupées dans le tableau 11, montrent que le TL50 diminue avec l'augmentation des concentrations. Il apparaît que l'huile de graines de *C. colocynthis*, à 80%, 70%, 60%, 50% semble plus toxique que les autres concentrations et aussi que les autres huiles de graines de deux plantes soit *P. tomentosa* et *D. stramonium*. Les valeurs des temps létaux 50 élevés émanent des faibles pourcentages de mortalité cumulées enregistrés. Les imagos de *T. castaneum* traités par l'huile de graines de *C. colocynthis* meurent les premiers, un temps létaux 50 de l'ordre de 4,40, 5,39, 6,96 et 7,94 jours est enregistré respectivement. Pour les autres concentrations en huiles testées dont 40%, 30%, 25%, 20%, 10% et 5%, les valeurs des temps létaux 50 estimés sont respectivement de l'ordre 8,27 ; 9,01 ; 9,35 ; 9,67 ; 10,53 et 10,56 jours. L'huile de graines de *P. tomentosa* semble moins toxique que celle de graines de *C. colocynthis*, le temps létaux 50 le plus court pour l'huile de *P. Tomentosa* estimé étant de l'ordre de 4,53 et 6,64 jours pour les traités par cette huile végétale concentrée soit les concentrations 80% et 70% respectivement. Cependant pour les autres concentrations dont 60%, 50%, 40%, 30%, 25%, 20% et 10%, les valeurs de temps létaux 50 (TL50) sont de l'ordre de 8,17 ; 11,61 ; 12,72 ; 13,19 ; 16,32 ; 16,94 ; 16,31 jours respectivement. Pour la plus faible concentration soit 5%, le temps létaux (TL50) rapporté est de 7,54 jours. En revanche l'huile de graines *D. stramonium* est le moins toxique huile testée, le temps létaux 50 estimés pour les concentrations 80% et 25% sont de l'ordre de 11,29 et 10,28 jours respectivement. Néanmoins pour les autres concentrations appliquées soit 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20% et 10%, les valeurs de temps létaux 50 (TL50) estimées sont de l'ordre de 15,97 ; 13,55 ; 14,90 ; 16,94 ; 17,48 ; 18,37 ; 18,68 jours respectivement. En outre, il est de 29,49 jours, pour la plus faible concentration testée (5%) en huile de graines de *D. stramonium*.

De même, l'évaluation des temps létaux 90 des huiles de graines de trois plantes étudiées à différentes concentrations montre qu'il varie en fonction des espèces végétales et pour la même espèce en fonction de la dose appliquée ; les huiles de graines de *C. colocynthis* sont nettement plus toxiques que les huiles extraites des graines de deux autres plantes. Appliquées aux fortes concentrations soit 80%, 70%, 60% et 50%, les huiles de graines de *C. colocynthis* donnent les valeurs des temps létaux 90 les plus courtes soit 12, 23 jours, 14, 69 jours, 13,30 jours, et 16, 52 jours respectivement. Les huiles de cette plante appliquées à la dose 40% donnent une valeur du temps létaux 90 proche de celle notée pour l'huile de graines de *P. tomentosa* appliquée à la dose 80% ; il est de 17,04 jours de l'huile de graines *P. tomentosa* et de 17,06 jours pour la dose 40% en huile de graines de *C. colocynthis*. Parallèlement, ces dernières même appliquées à faible concentration (5%), elles donnent des valeurs meilleures que celles estimées pour les huiles de graines de *P. tomentosa* et *D. stramonium* appliquées à des concentrations élevées (tableau 11).

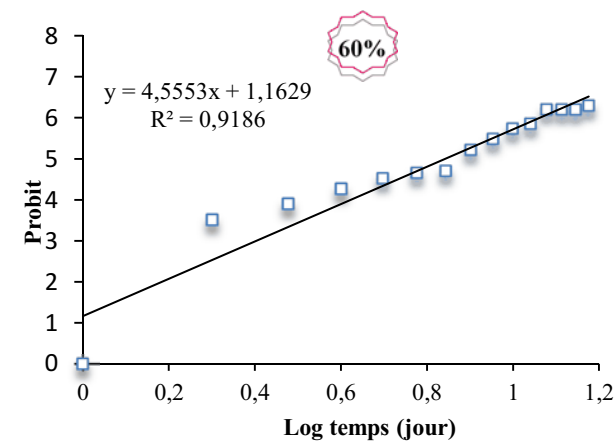
La variabilité dans les valeurs des temps létaux 50 entre les huiles de graines de trois plantes étudiées et pour la même plante entre les différentes huiles est probablement due aux variations dans la composition chimique entre les plantes et à la nature des constituants chimiques (métabolites secondaires) de chaque extrait végétal (Kemassi, 2014). Dans ses travaux sur l'effet de l'ingestion de feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de feuilles de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et de *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) sur les larves L₅ et imagos de Criquet pèlerin, Kemassi (2008), rapporte des temps létaux de 24,80 jours et 18,88 jours chez les larves L₅ nourries par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et de *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) respectivement, et chez les imagos, les temps létaux estimés sont de 43,95 jours pour les individus traités par l'extrait acétonique de *Peganum harmala* et de 82,87 jours pour les imagos nourris par des feuilles de chou traitées par l'extrait acétonique de *Citrullus colocynthis*. Merabti *et al.* (2015) signalent que le temps d'exposition de 24 heures n'a conduit à l'élimination d'aucune larve quelque soit la dose utilisée. Bounechada (2011) rapporte des temps létaux 50 de 3,9 jours, pour *Melia azedarach* (L). (Meliaceae) et de 6,8 jours pour *Peganum harmala* (L). (Zygophyllaceae) vis-à-vis les larves L₅ de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera-Tenebrionidae). Alors que chez les imagos de cette même espèce, il est de l'ordre de 5,5 jours et 12,6 jours pour *Melia azedarach* et *Peganum harmala* respectivement. Asgar et Mohaddese (2011) notent que les huiles essentielles de *Azilia eryngioides* Hedgeet Lamond (Apiaceae), engendrent des taux de mortalité notables chez les adultes de *Tibolium castaneum* et *Sitophilus granarius* (L.) (Curculionidae), les temps létaux 50 évalués sont de l'ordre de 15,31 heures et 10,38 heures respectivement. Mesbahi (2011) rapporte que les larves L₅ et les adultes du Criquet pèlerin alimentés par les feuilles de chou aspergées par l'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa* (L). (Ascelpiadaceae) extériorisent des signes d'intoxication sévères soit des diarrhées et des mouvements convulsifs ; les valeurs des temps 50 notées sont de 15,34 jours et de 22,87 jours pour les larves L₅ et les adultes respectivement. D'après Karahacane, (2015) dans son travail portant sur le potentiel insecticide des huiles essentielles de *Mentha pulegium* (L). (Lamiaceae), *Rosmarinus officinalis* (L). (Lamiaceae), et *Thymus vulgaris* (L). (Lamiaceae) sur les imagos de *Tribolium castaneum*; les huiles essentielles de *Mentha pulegium* semblent les plus toxiques, les valeurs de temps létaux 50 estimées pour les huiles essentielles de trois plantes oscillent entre 1,09 et 02 jours.



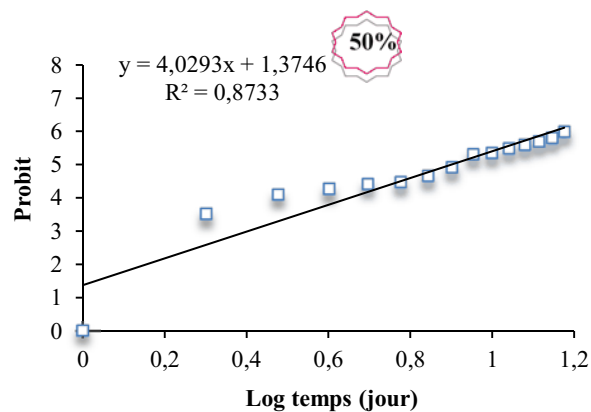
A : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 80% dans le temps



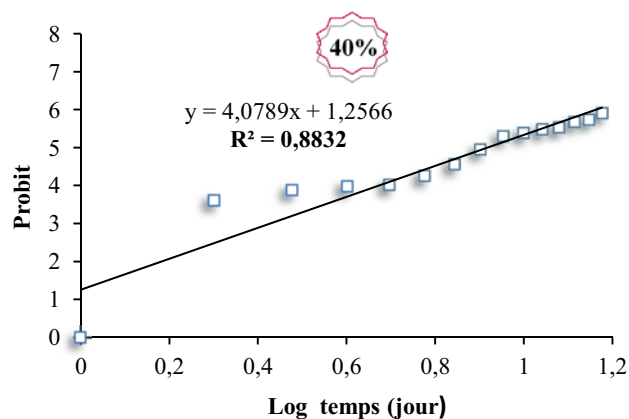
B : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 70% dans le temps



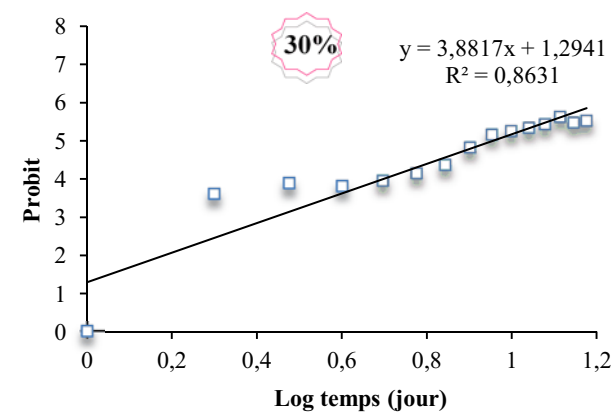
C : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 60% dans le temps



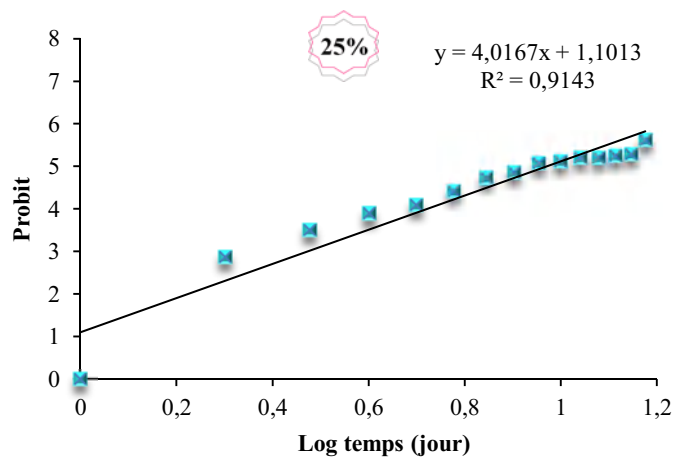
D : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 50% dans le temps



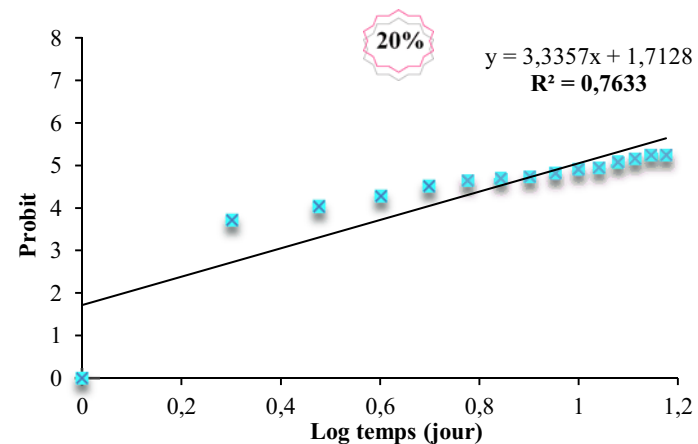
E : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 40% dans le temps



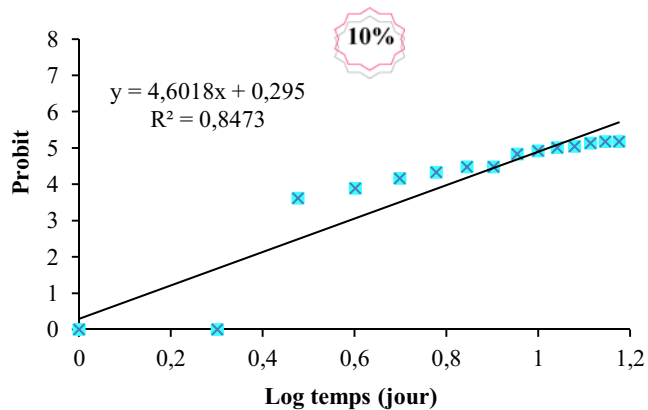
F : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 30% dans le temps



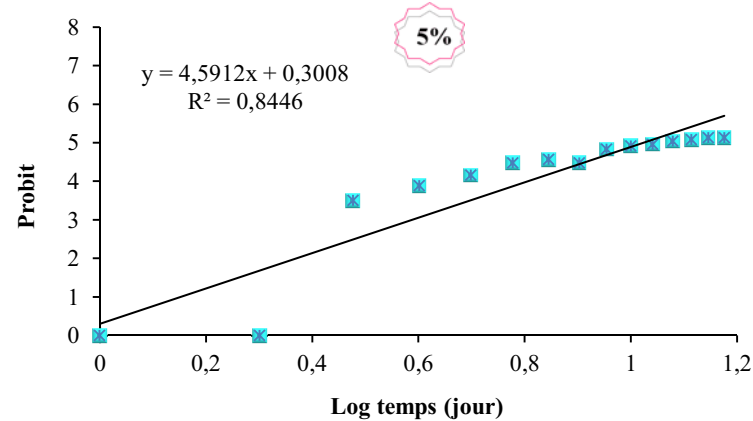
G : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 25% dans le temps



H : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 20% dans le temps

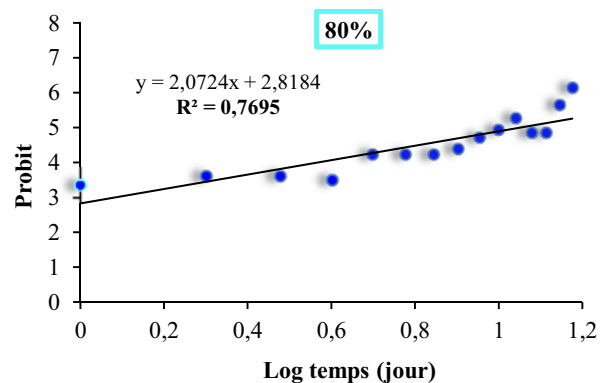


I : Action de l'huile de *C. Colocynthis* à la concentration de 10% dans le temps

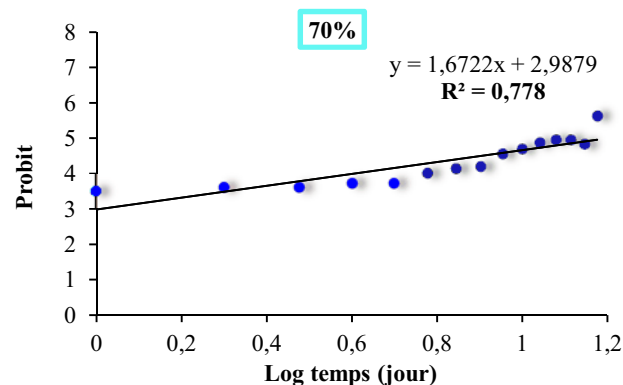


J : Action de l'huile de *C. colocynthis* à la concentration de 05% dans le temps

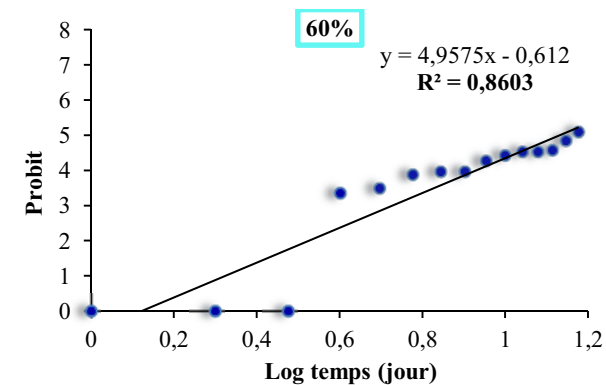
Figure 14- (A B C D E F G H I J) : Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de *C. colocynthis* sur les adultes de *T. castaneum*



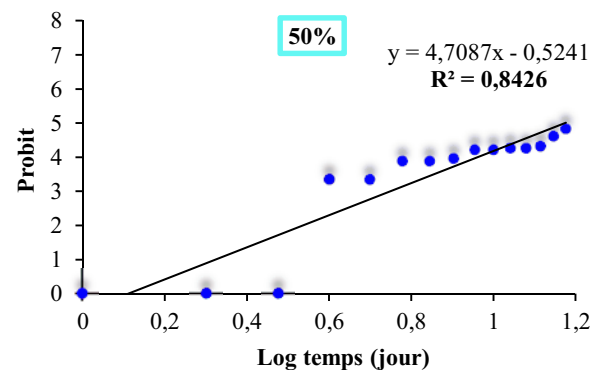
A : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 80% dans le temps



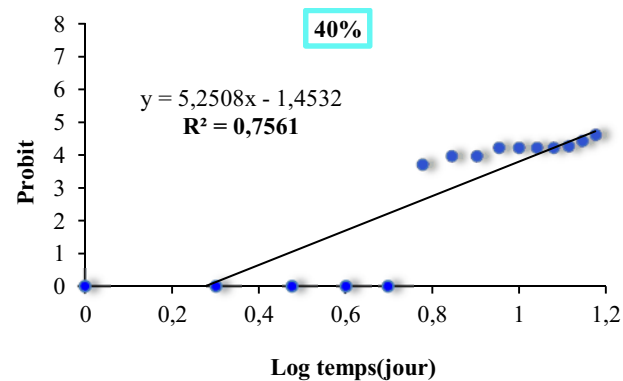
B : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 70% dans le temps



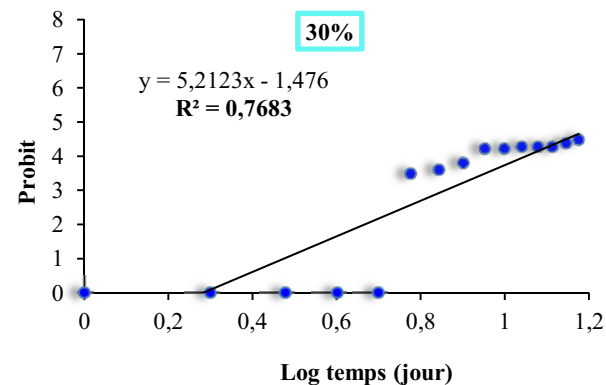
C : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 60% dans le temps



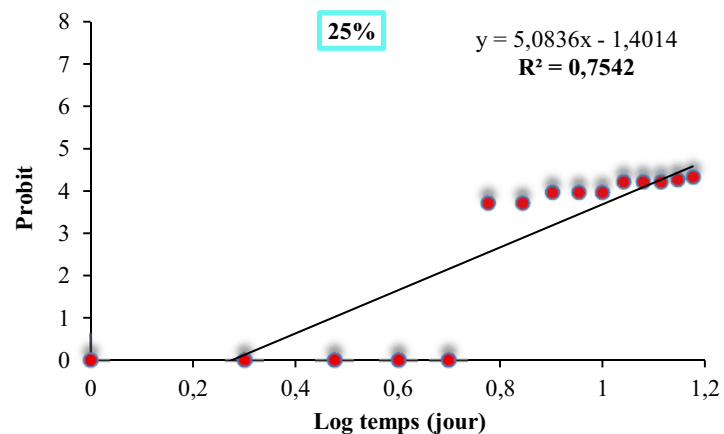
D : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 50% dans le temps



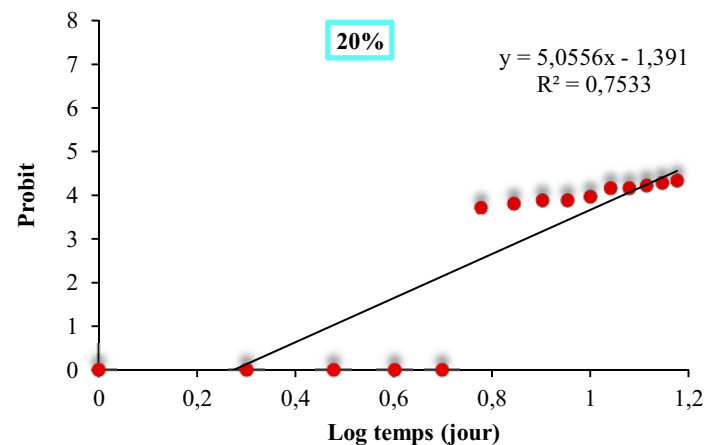
E : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 40% dans le temps



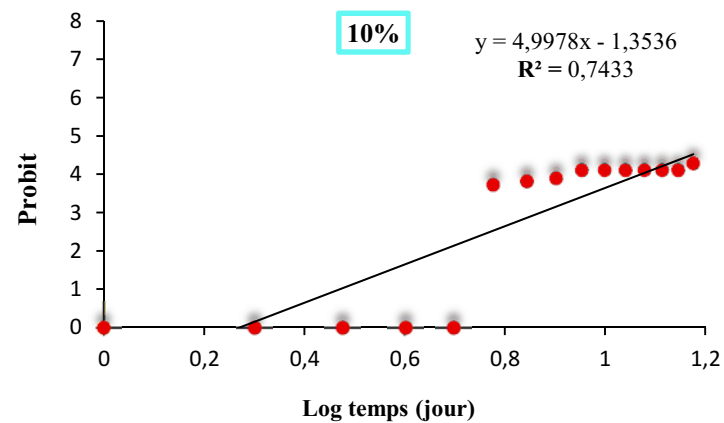
F : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 30% dans le temps



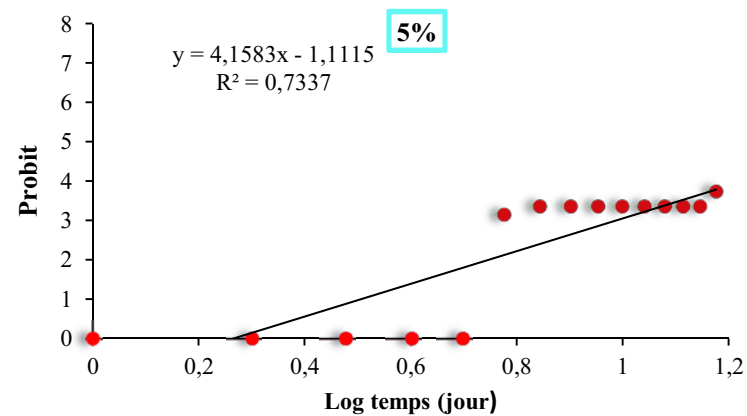
G : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 25% dans le temps



H : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 20% dans le temps

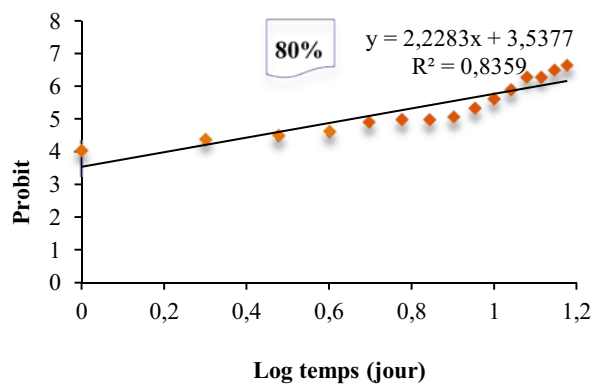


I : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 10% dans le temps

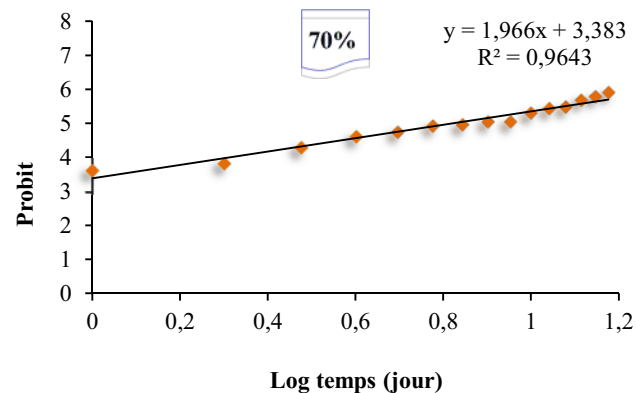


J : Action de l'huile de *D. stramonium* à la concentration de 05% dans le temps

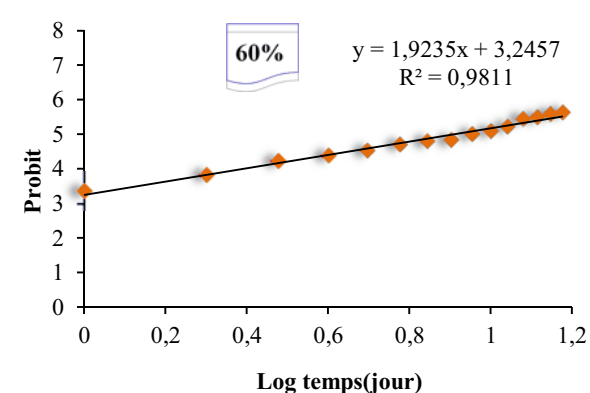
Figure 15- (A B C D E F G H I J) : Droite de régression des Probit en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de *D. stramonium* sur les adultes de *T. castaneum*



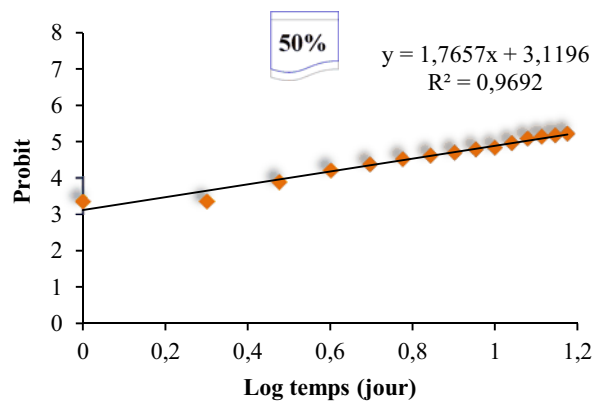
A : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 80% dans le temps



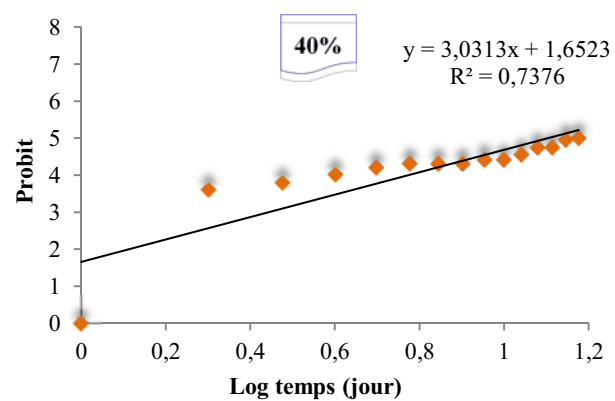
B : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 70% dans le temps



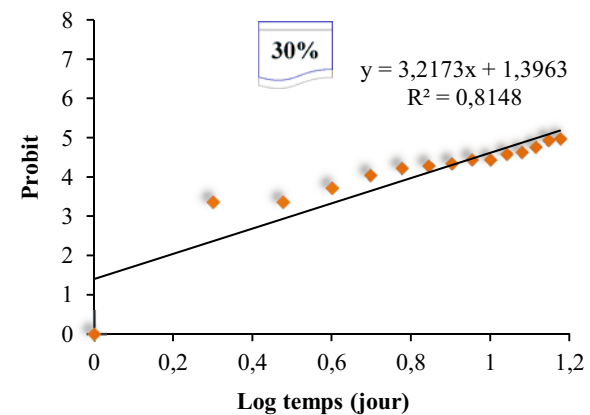
C : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 70% dans le temps



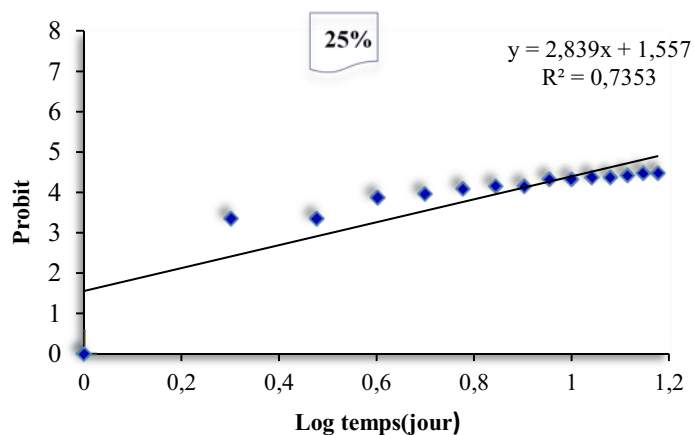
D : Action de l'huile de *P. Tomentosa* à la concentration de 50% dans le temps



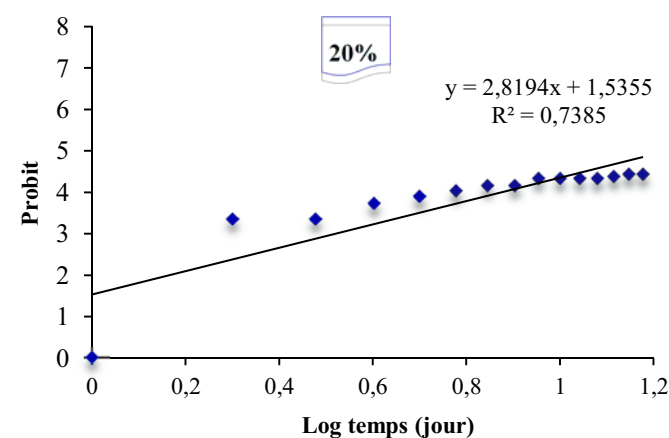
E : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 40% dans le temps



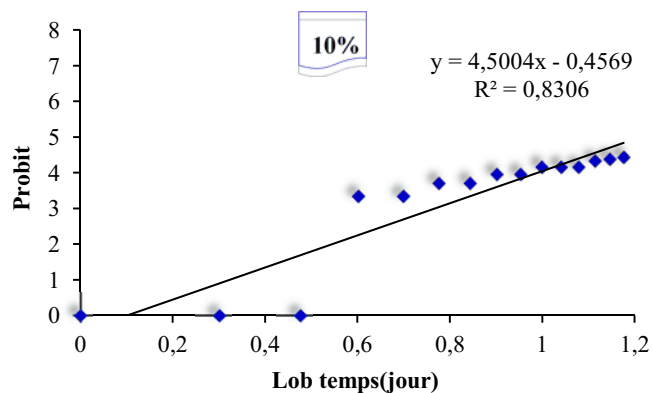
F : Action de l'huile de *P. Tomentosa* à la concentration de 30% dans le temps



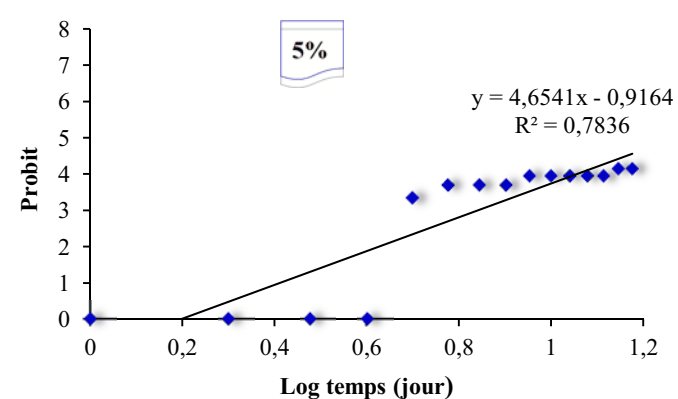
G : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 25% dans le temps



H : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 20% dans le temps



I : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 10% dans le temps



J : Action de l'huile de *P. tomentosa* à la concentration de 5% dans le temps

Figure 16- (A B C D E F G H I J) : Droite de régression des Probits en fonction de Log (temps) de l'huile de graines de *P. tomentosa* sur les adultes de *T. castaneum*



Conclusion

Conclusion

L'étude de la toxicité des huiles extraites des graines de *Citrullus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae) et de *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) et de *Datura stramonium* L. (Solanaceae) récoltées dans le Sahara Algérien vis-à-vis le *Tribolium castaneum* est réalisée. Elle porte sur la caractérisation physicochimique des huiles extraites et l'évaluation des effets létaux et efficacités insecticides de ces huiles végétales sur les imagos de *Tribolium castaneum*.

Les résultats de caractérisation physico-chimique de trois huiles de graines des plantes étudiées ne sont pas concomitants aux normes établies par le Codex Alimentarius (2009) pour les huiles alimentaires. Par contre, ces huiles des plantes spontanées nécessitent l'exposition à des tests d'analyse toxicologique et d'analyse fine.

Les résultats des expérimentations menées sur l'effet toxique des huiles de graines de trois plantes choisies par deux modes de traitements soit par contact et par ingestion. Les résultats globaux de mortalité ont prouvé qu'il est clair que les huiles testées sont toxiques sur les imagos de *Tribolium castaneum*, et que les huiles de graines de *C. colocynthis* sont plus toxiques que l'huile de graines de *P. tomentosa*. De même, l'huile de graines de *D. stramonium* est le moins efficace dans les deux modes du traitement.

Le traitement par contact montre que les huiles de graines de trois espèces de plantes appliquées engendrent des taux de mortalité perceptibles, avoisinant ceux notés dans les lots traités par l'insecticide *Decis 25 EC*. Les huiles de graines de *P. tomentosa* et *D. stramonium* présentent une faible toxicité en comparaison avec celles présentées par les huiles de graines de *C. colocynthis*. Ces dernières se caractérisent par une toxicité aiguë vis-à-vis des imagos de *Tribolium castaneum*, leurs effets létaux sont perceptibles au cours d'un laps du temps court, alors que les huiles de graines de deux autres plantes soit *P. tomentosa* et *D. stramonium*, leurs effets létaux évoluent dans le temps, les taux de mortalité notables sont enregistrés qu'après une durée d'exposition moyenne ou relativement longue ; le fort pouvoir insecticide et la rapidité d'action sont notés que pour les fortes ou pour les moyennes concentrations appliquées. Alors que pour les faibles concentrations en huiles végétales, les taux de mortalité de 100% sont atteints qu'après une durée d'exposition relativement longue soit 48 heures.

L'évaluation des doses létales 50, et 90 (DL₅₀, DL₉₀) des huiles de graines de trois plantes testées, affirme le fort pouvoir insecticide des huiles de graines de *C. colocynthis*, comparativement aux autres plantes testées ; les valeurs de doses létales les plus faibles sont estimées pour les huiles de graines de cette plante, suivie par les huiles de graines de *P. tomentosa* et puis de celles de *D. stramonium*, cette dernière semble la moins toxique sur les imagos de *T. castaneum*. Les résultats des analyses des taux de mortalité cumulée obtenus montrent qu'après 48 heures d'exposition aux huiles de graines de trois plantes étudiées même appliquées à des faibles doses, engendrent des taux de mortalité de 100%, cela témoigne de l'efficacité insecticide de ces huiles végétales et leurs toxicités subaiguë ou chroniques vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*.

L'analyse de la variance et le test de Tukey adoptés pour cette étude montrent que les huiles végétales étudiées notamment celles obtenues à partir des graines de *C. colocynthis* constituent des groupes homogènes avec un produit insecticide bien connu par leur effet de choc et toxicité par contact sur insectes soit le Décis 25 EC, cela témoigne des possibilités insecticides des huiles testées par contact même appliquées à des faibles doses, où elles pourraient avoir des effets répulsifs sur imagos de *T. castaneum*.

Le traitement par ingestion donne des résultats notables, les lots traités par l'huile de graines de *C. colocynthis*, et *P. tomentosa* à des fortes doses soit 80% et 70%, engendrent des taux de mortalité remarquables, de l'ordre de 100% et 95% respectivement. Leurs efficacités insecticides vis-à-vis des imagos de *T. castaneum* sont particulièrement observées au bout de 15 jours. Néanmoins les valeurs rapportées pour le lot témoin négatif sont très faibles et sont de l'ordre de 1,67%. Par ailleurs l'estimation des doses létales 50 rapportées pour les huiles de graines de trois plantes étudiées sont faibles, cela prouve la toxicité des huiles testées par ingestion sur les imagos de *T. castaneum*. De même, les huiles de graines de trois plantes étudiées mais notamment celles extraites de graines de *C. colocynthis* présentent une forte activité insecticide sur les imagos de *T. castaneum* lors qu'elles sont appliquées par ingestion. Les imagos meurent suite à la consommation de substrat alimentaire traité ou bien sous l'effet inhibiteur de la prise de nourriture exercée par ces huiles, donc l'insecte cible mourra par affamement ou insuffisance nutritionnelle, car pour les phytophages, la qualité et la quantité des aliments jouent un rôle très important

pour leurs survies, croissances, et la reproduction toute en modifiant certains paramètres biologiques et physiologiques.

Le test statistique ANOVA en utilisant Tukey's HSD pour les huiles de graines de trois plantes appliquées à différentes doses montre l'existence d'une différence hautement significatives pour les facteurs huiles, doses, durée d'exposition et pour l'interaction huile-dose et une différence significative pour l'interaction huile-durée d'exposition classant chaque huile dans un groupe de la plus toxique à la moins toxique. Les huiles de graines appliquées à des doses élevées ou relativement élevées présentent des efficacités insecticides comparables à celles obtenues par l'application d'un insecticide homologué dont le Décis 25 EC. Ces résultats témoignent des possibilités insecticides des huiles de graines de trois plantes testées vis-à-vis des imagos de *T. castaneum*.

En perspective, et pour poursuivre ces travaux de recherche portant sur l'effet des molécules actives à action insecticide vis-à-vis des insectes nuisibles dont le *T. castaneum*, il est souhaitable de :

- Réaliser des tests toxicologiques aux huiles de graines de trois plantes pour vérifier leurs cytotoxicité et toxicité sur l'être humaine ;
- Réaliser des analyses fines pour identifier les principes actifs et la composition chimiques de chaque huiles végétale testée ;
- Étudier l'action des huiles végétales testées sur d'autres paramètres biologiques et physiologiques notamment sur la reproduction, l'oviposition, la mue, la durée de cycle biologique notamment la vie larvaire ;
- Tester leur efficacité dans les stocks et de vérifier leurs effets répulsifs ;
- Tester ces huiles végétales en application directe (application topicale, application directe, ou par ingestion) sur d'autres insectes nuisibles et sur les insectes utiles pour étudier leurs effets collatéraux ;

- Évaluer le pouvoir biocide et répulsif des huiles végétales testées vis-à-vis des acariens, rongeurs et les oiseaux nuisibles ;
- Étudier les propriétés antimicrobiennes de ces huiles végétales notamment sur les espèces de champignons mycotoxinogènes communément observées dans les entrepôts des denrées alimentaires et des semences ;
- Évaluer l'efficacité en combinant les huiles végétales testées ou avec d'autres produits naturels inertes ;
- Étudier l'impact de la consommation des denrées alimentaires traitées par les huiles végétales testées sur les animaux d'élevage ou domestiques ;



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abbasipour, H., Mahmoudvand, M., Rastegar, F., Hosseinpos, M.H., (2011): Bioactivities of jimsonweed extract, *Datura stramonium* L. (Solanaceae), against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Turkish journal of agriculture and forestry, 35 (2011) : 623-629.
- Abd-Elhady, H.K., (2012) : Insecticidal activity and chemical composition of essential oil from *Artemisia judaica* L. Against *callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of plant protection research, 52(3) : 347-352.
- Abich, E., Reichstein, T., (1962) : Le Gofruside, un glycoside cristallisé issu des graines de *Gomphocarpus fruticosus* L. (Asclepiadaceae). 45p.
- Abich, E., Reichstein, T., (1962) : Le Gofruside, un glycoside cristallisé issu des graines de *Gomphocarpus fruticosus* L. (Asclepiadaceae). 45p.
- Abi-Smail, L., (2018) : Effet insecticide des huiles de graines de *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) et *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) sur les pucerons. Mémoire de master, Université de Ghardaia, Ghardaia-Algérie, 80 p.
- Abu-Nasr, A.M., Potts, W.M., (1953) : The analysis and characterization of the oil from the seed of *Citrullus colocynthis*. Journal of the American Oil Chemists Society, 30:118-120p.
- Acheuk, F., Doumandji-Mitiche, B., (2013) : Insecticidal activity of alkaloids extract of *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) against fifth instar larvae of *Locusta migratoria cinerascens* (fabricius 1781)(orthoptera: Acrididae). Int J Sci Adv Tech., 3: 8-13.
- Acheuk, F., Lakhdari, W., Dahliz, A., Abdellaoui, K., Moukadem, M., Allili, S., (2018) : Étude phytochimique et effet bio insecticide de l'extrait éthanolique brut de la plante algérienne *Artemisia judaica* L. (Asteraceae) contre le puceron du haricot noir, *Aphis fabae* scop. Agriculture et foresterie, 63: 95-104.
- Adjadi, I., Aissi, V.M., Ahoussi-Dahouenon, E., Akpovo, P., Soumanou, M.M., (2009) : Stabilité de l'huile de coton d'origine béninoise au cours du stockage. Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé, 11 (1) : 1-10.
- Afnor, 1984 ; (Association Française pour la Normalisation). 1984. Recueil des normes françaises : corps gras, grains oléagineuses et produits dérivés 3^{ème} Ed. Lavoisier TEC & DOC, Paris : 459 p
- Ahmad, L., (2016) : Stockage des céréales : L'Algérie doit développer ses capacités de stockage. Quotidien national d'information. Ed. la sarl Maghreb Press, Maison de la presse Abdelkader Safir-Kouba, Alger.2p. http://www.lemaghreb.dz.com/?page=detail_actualite&rubrique=Agriculture&id=79331, consulté le 01/05/2017

- Aliasgharpour, M., Hekmet Shoar, H., Hosseyni, M.S., (2000): Stigma of *Datura stramonium* L. (Solanaceae): Histogenesis, morphology and developmental anatomy. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran, 11(4) : 267-276.
 - Allouni, R., (2011) : Étude de la toxicité des alcaloïdes totaux des graines de *Datura stramonium* L. sur les animaux de laboratoire. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbes-Sétif. 92p.
 - Al-mekhlafi, N.A., Masoud, A., (2017): Phytochemical and pharmacological activities of *Pergularia tomentosa* (L.): A Review. Indo American Journal of Pharmaceutical sciences, 4 (11) : 4558-4565.
 - Aloïs Schmid, B., (1986) : Remèdes de plein air : plantes médicinales, leurs mois, leurs vertus, Fribourg : Ed. Universitaires, 174 p.
 - Alzouma, I., (1990) : Les problèmes de la post-récolte en Afrique Sahélienne Philogène, B.JR., (éds) : La post-récolte en Afrique. Actes du Séminaire International de la post-récolte en Afrique, Abidjan, Côte-d'Ivoire, pp. 22-27.
 - Angelini, D.R., Jockusch, E.L., (2008): Relationships among pest flour beetles of the genus *Tribolium* (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. Molecular Phylogenetics and Evolution journal, 46(1): 127-141.
 - Arab, R., (2018) : Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera,Tenebrionidae). Université ferhat abbas-Setif. 89p.
 - Armougom, P.R., (1998) : Étude de la fraction lipidique des graines de Cucurbitacées tropicales des genres *Lagenaria*, *Luffa*, *Momordica*. Thèse de doctorat en science. Université de la Réunion, France ; 230p.
- B**achrouch, O., Ben Jemâa, J.M., Chaieb, I., Talou, T., Marzouk, B., Abderraba, M., (2010): Insecticidal activity of *Pistacia lentiscus* essential oil on *Tribolium castaneum* as alternative to chemical control in storage. Tunisian journal of plant protection, 5(1): 63-70.
- Batanouny, K.H., Abou Tabl, S., Shabana, M. & Soliman, F., 1999. Wild medicinal plants in Egypt: An Inventory to Support Conservation and Sustainable Use. Academy of Scientific Research and Technology, Egypt International Union for Conservation (IUCN), 43p.
 - Béliard, E., Met, C., Morel-Krause, E., (2002) : Protection alternative des cultures ornementales sous serre bilan de deux années de suivi de la lutte contre les ravageurs et les maladies dans cinq villes de la région centre. Journal de Phytoma, la défense des végétaux. 2002 (546) : 42-44.

- Bendaken, Z., Smail, Z., (2019) : Etude des effets biocides des extraits de trois Asclepiadaceae du Sahara Algérien. Mémoire de master en Écologie .Université de Ghardaïa. 80p.
- Benhizia, Z., 1989. Contribution à l'étude d'une plante médicinale algérienne, *Datura stramonium* L. Mémoire de Magistère en Agronomie. I.N.A, El-Harrach, Alger, 68p.
- Benouadah, Z., (2009) : Étude de l'effet de la toxicité du *Datura stramonium* L. sur le rein du rat blanc (*Albinos Wistars*). Mémoire de Magistère en Biologie et Physiologie Animale. Université Mentouri Constantine. 79p.
- Bidiga, M., (2014) : Étude de l'efficacité de l'extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine sur les insectes ravageurs du pourghère *Uatropa curcas* (L.): cas de *Calidea dregii* Germar. et *Aphthona spp.* Mémoire de Magistère en production Végétale. Université Polytechnique De Bobo-Dioulasso (U.P.B.), Burkina Faso.80p.
- Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val
- Bnouham, M., Ziyat, A., Mekhfi, H., Tahri, A., Legssyer, A., (2006) : Medicinal plants with potential antidiabetic activity - A review of ten years of herbal medicine research (1990-2000). *International Journal of Diabetes and Metabolism*; 14: 1-25.
- Boeke, S.J., Boersma, M.G., Alink, G.M., Van-Loon, J.A.A., Van-Huis, A., Dicke M. and Rietjens I.M.C.M. (2004). Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. *J. Ethnopharm.*, 94(1): 25–41.
- Bouenchada, M., Arab, R., (2011): Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae). *Journal d'Agronomie* (1) : 1-6.
- Boulos, L., (1995) : The weed flora of Egypt. 1^{ère} Ed. Al Hadara Publishing. 283p.
- Bouziri, A., Hamdi, A., Borgi, A., Bel Hadj, S., Fitouri, Z., Menif, K., BenJaballah, N. (2011) : *Datura stramonium* L. poisoning in a geophagous child: a case report. *International Journal of Emergency Medicine*, (4) : 3p.
- Bouzouita, N., Kachouri, F., Ben Halima, M., Chaabouni, M.M., (2008) : Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phœnicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10 : 119-125.
- Bruneton, J., (1996) : Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. Ed. Techniques et documentation/ Lavoisier. Paris, France, 529 p.
- Bruneton, J., (1999) : Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Ed. Techniques et documentation- Lavoisier. Paris, France, (3), 606p.

- Bruni, U., Cortesi, N.R., Fiorino, P., (1994) : Influence des techniques agronomiques, des cultivars et des zones d'origine sur les caractères de l'huile d'olive vierge et les niveaux de certains de ses composants mineurs. *Olivæ*. (53), 28-34.
- Buxton, T., Takahashi, S., Niwata, I., Owusu, EO., Kim, C.S., (2017) : Isolation and characterization of the insecticidal compounds in *Anacardium Occidentale* (cashew nut) shell liquid against the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(2):1241–1246.
- **C**amara, A., (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 de Doctorat en sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal.154p.
- Chawech, R., (2016) : Études phytochimiques et biologiques de l'espèce *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. Thèse de doctorat en Chimie. Université de Sfax.Tunisie, 189p.
- Cheftel, J.C., Cheftel, H., (1984) : Introduction à la biochimie & à la technologie des aliments Ed.1 Lavoisier, Paris. 382 p
- Chehma, A., (2006) : Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Université Kasdi merbah, Ouargla. Ed. Dar El Houda Ain Melila. 146p.
- Cherif, R., (2020) : Étude comparative des activités biologiques des extraits aqueux de deux plantes spontanées récoltées au Sahara Algérien. Thèse de doctorat Écologie saharienne. Université de Ghardaia, 150p.
- Chiali, M.R., (1973) : Contribution à la connaissance de la pharmacopée traditionnelle algérienne : les éventaires du Grand-Alger. Thèse de doctorat en pharmacie. Université d'Alger de Sciences Médicales.882p.
- Codex Alimentarius, (2009) : Normes alimentaires Internationales pour les huiles végétales portant un nom spécifique CODEX STAN 210-1999. Adoptée en 1999. Amendement : 2005, 2011, 2013, 2015. Révision : 2001, 2003.
- **D**allak, M., Bin-Jalial, I., (2010): Antioxidant activity of *Citrullus colocynthis* pulp extract in the rbc's of alloxan-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Physiology*, 6(1) : 5p.
- Delobel, A., Tran, M., (1993) : Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes (Faune tropicale). Ed. Amazon (ORSTOM) : Paris, France. 425p.
- Davel, J., Lemièr, S., Coutte, F., Krier, F., Van Hese, N., Béchet, M., Sourdeau, N., Höfte, M., Leprêtre, A., Jacques, P., (2014) : Mycosubtilin and surfactin are efficient, low

- ecotoxicity molecules for the biocontrol of lettuce downy mildew. *Applied Microbiology and Biotechnology journal*, 98(14) : 6255-6264.
- Devaraj, K.C., Srilatha, G.M., (1993) : Antifeedant and repellent properties of certain plant extracts against the rice moth, *Corcyra cephalonica* St. In: Proceedings of Botanical Pesticides in Integrated Pest Management, Bangalore, India, 159-165
 - DeWolf, G.P., 1956. Notes on cultivated Solanaceae 2: *Datura*. *Baileya* 4(1):13–23.
 - Diker, D., Markovitz, D., Rothman, M., Sendovski, U., (2007) : Coma as a presenting sign of *Datura stramonium* seed tea poisoning. *European Journal of Internal Medicine*, 18(4) : 336-338
 - Diome, T., (2014) : Biodémographie et diversité génétique des populations de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae) ravageur des grains de mil (*Pennisetum glaucum* Brown) en stock au Sénégal. Thèse de Doctorat unique en Génétique des populations, Université Cgeikh Anta DIOP de Dakar. 230p.
 - Djidel, A., Daghbouche, S., Benrima, Atika., DJAZOULI, Zahr-Eddine., (2018) : Évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux brut de la Fabacae *Cytisus Triflorus* l'HER à l'égard de *Tribolium castanum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revue Agrobiologia*, 8(2) : 1093-1102.
 - Doumandji, A., Doumandji-Mitiche, B., Doumandji, S., (2003) : Technologie de transformation de blé et problèmes dus aux insectes au stock. Cours de Technologie des Céréales, Ed : Office des Publications Universitaires. Alger. 66 p.
 - Duke, J.A., (1983): *Handbook of Energy Crops*. Centre for New Crops and Plant Products, Purdue University.
 - **E**ddouks, M., Maghrani, M., Lemhadri, A., Ouahidi, M.L., Jouad, H., (2002) : Ethno-pharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet). *Journal of Ethno-pharmacology*, (82) : 97-103.
 - Egharevba, R.K.A., Ikhatua, M.I., (2008): Ethno- medical uses of plants in the treatment of various skin diseases in Ovia North East, Edo State, Nigeria. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(1): 58-64.
 - El idrissi, M., Elhourri, M., Amechrouq, A., Boughdad, A., (2014) : Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (4) : 989-994.
 - Eyraud, V., (2014) : Étude d'un insecticide naturel nommé PA1b : mécanisme d'action et expression hétérologue. Thèse de doctorat en biologie (Évolution Écosystèmes

Microbiologie Modélisation (E2M2)). L'institut national des sciences appliquées de Lyon. 188p.

- **F**AOUN, (2008) : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Ed. FAOUN, Rome, 156 p.
- FAOUN, (2012) : La FAO au XXIe siècle. Assurer la sécurité alimentaire dans un monde en constante évolution. Ed. FAOUN, Rome. Italie, 269p.
- FAOUN, (2020) : Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales. Situation alimentaire mondiale. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/>
- Feinbrun-Dothan, N., (1978) : Flora Palaestina -Partie III. L'académie israélienne des sciences et des sciences humaines, Jérusalem, 67 p.
- Frohne, D., Pfänder, H.J., Anton, R., (2009) : Plantes à risques ; Un ouvrage destiné aux pharmaciens, médecins, toxicologues et biologistes. Ed. Lavoisier. 512 p.
- **G**acem, M.A. (2011) : Contribution à l'étude de l'activité antifongique et antimycotoxinogène des extraits méthanolique et aqueux des graines de *Citrullus colocynthis* sur la croissance de quelque moisissure d'altération de blé tendre stocké. Mémoire de Magister en Biologie. Option : Microbiologie appliquée. Université Kasdi Merbah-Ouargla. 149p.
- Gaillard, Y., Pepin, G. (1999) : Poisoning by plant material: review of human cases and analytical determination of main toxins by high-performance liquid chromatography (tandem) mass spectrometry. Journal of Chromatography B, (733) : 181–229.
- Gaire, C., Ye, D.X., Tang, F., Picu, R.C., Wang, G.C., Lu, T.M., (2005) : Mechanical testing of isolated amorphous silicon slanted nanorods. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, (5) 11:1 893-1897.
- Girardie, A., Granier, S., (1973) : Système endocrine et physiologie de la diapause imaginaire chez le Criquet égyptien *Anacridium aegyptium*. Journal of Insect Physiology, 19 (12) : 2341-2358.
- Gouille, J.P., Pepin, G., Lacroix, C., (2004) : Botanique, chimie et toxicologie des solanacées hallucinogènes: belladone, datura, jusquiame, mandragore. Annales de toxicologie analytique, 16(1) : 22-35
- Guèye, M.T., Seck, D., Wathelet, J.P., Lognay, G., (2011) : Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 15(1) : 183-194.

- Gurudeeban, S., Satyavani, K., Ramanathan, T., (2010) : Bitter Apple (*Citrullus colocynthis*): An Overview of Chemical Composition and Biomedical Potentials. Asian Journal of Plant Sciences 9(7):394-401.
- Gurudeeban, S., Satyavani, K., Ramanathan, T., (2010) : Bitter Apple (*Citrullus colocynthis*) an overview of chemical composition and biomedical potentials”. Asian Journal of Plant Sciences (9): 394–401.
- **H**abbachi, W., Benhissen, S., Ouakid, M.L., (2013) : Effets biologiques d’extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera- Drosophilidae). Algerian journal of arid environment, 3(1) : 82-88.
- Halpern, J., Sewell, R ., (2005): Hallucinogenic botanicals of America: A growing need for focused drug education and research. Life Sciences, 78: 519 – 526.
- Hammiche, V., Merad, R., Azzouz, M., (2013) : Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. Ed. Springer-Verlag France, Paris. 409p.
- Hassaine, S., (2017) : Activité biologique de quelques plantes sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de Magistère en Écologie, Université de Tlemcen.66p.
- Hassan, S., Umar, R., Ladan, M.J., Myemike, P., Wasagu, R.D.U., Lawal, M., et Ebbo, A.A. (2007) : Nutritive value, phytochemical and antifungal properties of *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae). International journal of pharmacology, 3: 334–340.
- Ho, S.H., Koh, L., Ma, Y., Huang, Y., Sim, K.Y., (1996): The oil of garlic, *Alium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. *Postharvest Biol. Technol.*, 9: 41-45.
- Hong, N.H., Xuan, T.D., Eiji, T., Hiroyuki, T., Mitsuhiro, M., Khanh T.D., (2003): Screening for allelopathic potential of higher plants from Southeast Asia. *Crop Protection*, Elsevier Science direct, 22 : 829–836.
- Hunt, T., Bergsten, J., Levkanicova, Z., Papadopoulou, A., John, O.St., Wild, R., Hammond, P.M., Ahrens, D., Balke, M., Caterino, M.S., Gómez-Zurita, J., Ribera, I., Barraclough, T.G., Bocakova, M., Bocak, L., Vogler, A.P., (2007) : A Comprehensive Phylogeny of Beetles Reveals the Evolutionary Origins of a Superradiation. *Science* 318(5858):1913-1916.
- Hussein, H.I., Al-Rajhy, Fikry, D., El-Shahawi, I., Hashem, S.M., (1994) : Molluscicidal activity of *Pergularia tomentosa* (L.), methomyl and methiocarb, against land snails. *International Journal of Pest Management*, 45(3) : 211-213.

- **J**ayaraman, R., Shivakumar, A., Anitha, T., Joshi, V.D., Palei, N.N., (2009): Antidiabetic effect of petroleum ether extract of *Citrullus colocynthis* fruits against streptozotocin-induced hyperglycemic rats. Romanian Journal of Plant Biology, 54(2): 127-134.
- Jbilou, R., Ennabili, A., Sayah, F., (2006), Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). African Journal of Biotechnology, 5 (10) : 936-940,
- John, U.L., Cincinnati, O., (1898): *Citrullus Colocynthis*. The Western Druggist Chicago, 10 p.
- **K**arahacane, T., (2015) : Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse de doctorat en sciences agronomique, École Nationale Supérieure Agronomique, Alger. 139p.
- Kassemi, N., (2014) : Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudoeviusus integrifolius* Salib et *Nepera nepetella* L.) sur les ravageurs du blé et des légumes secs. Thèse de doctorat en Écologie animale, Université de Tlemcen.182p.
- Kemassi, A., (2008) : Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional EST algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de Magister en Agronomie Saharienne, Spécialité : Agronomie saharienne. Option : Protection des écosystèmes en zones arides et semi arides. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 168 p.
- Kemassi, A., (2014) : Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Thèse de doctorat en Écologie Saharienne et Environnement, université de Kasdi Merbah-Ouargla, 230 p.
- Kemassi, A., Boual, Z., Hadjseyd, A., Bouziane, N., Herouini, A., Mensouri, K., Bouras, N., Ould El HadjKelil, A., Ould El Hadj, M.D., (2018) : Effets bio toxiques des extraits de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). Algerian journal of arid environment, 8(2) : 79-98.
- Kemassi, A., Boual, Z.A., Lebbouz, I., Dadi Bouhoun, M., Sakeur, M.L., Ould El Hadj-Khelil, A., Ould El Hadj, M.D., (2012) : Étude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae). Lebanese Science Journal, 13 (2) : 81-97.

- Kemassi, A., Boukhari, K., Cherif, R., Ghada, K., Bendaken, N., Bouziane, N., Boual, Z., Bouras, N., Ould Elhadj-Khelil, A., OuldElhadj, M.D., (2015) : Évaluation de l'effet larvicide de l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae). Revue El Wahat pour les Recherches et les Études, 8(1) : 44-61.
- Kemassi, A., Hellali, N., Boual, Z., Ould El Hadj-Khelil, A., Hadj Mahammed, M., Ould Elhadj, M.D., (2013) c. : Toxicité comparée des huiles essentielles foliaires de trois plantes spontanées récoltées au Sahara algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera- Cyrtacanthacridinae). Algerian journal of Arid Environnement, 2 (2) : 34-42.
- Kemassi, A., Herouini, A., Hadjseyd, A., Cherif, R., Ould El Hadj, M.D., (2019) : Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algerien) sur le *Tribolium castaneum*. Lebanese Science Journal, 20(1) : 55-70.
- Khalid-Asiry, A., (2015) : Aphidicidal activity of different aqueous extracts of bitter apple *citrullus colocynthis* (L.) Against the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. The Journal of Animal & Plant Sciences, 25(2) : 456-462.
- Krief, S., (2003) : Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : Surveillance sanitaire et observations de l'alimentation de chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de doctorat en discipline : écologie et chimie des substances naturelles. Muséum national d'histoire naturelle. Université Paris Diderot - Paris 7. 346p.
- **L**ebouz, I., (2010) : Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera: Acrididae). Mémoire de Magister en Écologie Saharienne et Environnement, Université de Mohamed Kheider, Biskra, 165 p.
- Louni, S., 2009 : Extraction et caractérisation physicochimique de l'huile de graines de *Moringa oleifera*. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques. École Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach. 115p.
- **M**adr, (2004) : Ministère de l'Agriculture Développement Rural (MADR), Rapport de 2004.86p.
- Mahmoudian, M., Jalilpour, H., Salehian, P., (2002): Toxicity of *Peganum harmala*: Review and a Case Report. Journal of pharmacology and therapeutics, 1:1-4.

- Majdoub, O., Dhen, N., Souguir, S., Haouas, D., Baouandi, M., Laarif, A., Chaieb, I., (2014) : Chemical composition of *Ruta chalepensis* essential oils and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum*. Tunisian Journal of Plant Protection, 9(1) : 83-89.
 - Maman, S., (2003) : Contribution à l'étude de l'écologie de *Pergularia tomentosa* et son impact sur les ressources sylvo-pastorales au niveau du massif forestier de Daddaria (Mainé Soroa). Mémoire d'ingénieur IPR/IFA de katibougou(Mali), 61.19-21.
 - Marc, B.J., (2000) : Daturas, plantes magiques hallucinogènes, et médicinales à l'Ile de la réunion et dans le monde. Thèse de docteur en médecine. Université d'Henri Poincare, Nancy.France.120p.
 - Martel, C., (2012) : *Datura stramonium*, une plante hallucinogène émergente en France. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Lille.109p.
 - Marzouk, B., Marzouk, Z., Halouib, E., Fenina, N., Bouraoui, A., Aouni, M. (2010) : Screening of analgesic and anti-inflammatory activities of *Citrullus colocynthis* from southern Tunisia. Journal of Ethnopharmacol, 128: 15-19.
 - Memon, U., Brohi, A.H., Waseemuddin, S.A., Azhar, I., Bano, H. (2003): Antibacterial screening of *Citrullus colocynthis*. Pakistan Journal of the Pharmaceutical sciences, 16: 1-6.
 - Mérabti, B., Lebouz, I., Adamou, A., Ouakid, M.L., (2015) : Effet toxique de l'extrait aqueux des fruits de *Colocynthis citrullus* (L.) Schrad sur les larves des Culicidae. Revue des BioRessources, 5 (2) : 120-130.
 - Mesbahi, Z., (2011) : Bio-activité des extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae), sur les larves L₅ et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera-Acrididae). Mémoire d'ingénieur en protection des végétaux, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 105 p.
- Meziane, R.K., Khemmar, L., Amamou, F., Yazit, M., Didi, A., Chabane-Sari, D., (2012) : Anti-obesity and anti-hyperlipidemic effect of *Citrullus colocynthis* oil in the offspring of obese rats. Annals of Biological Research, 3(5): 2486-2490.
- Miladi, M., Abdellaoui, K., Regaieg, H., Omri, G., Acheuk, F., Ben Halima-kamel, M., (2018): Effects of latex from *Pergularia tomentosa* and the aggregation pheromone, phenylacetonitrile, on *Locusta migratoria* larvae. Tunisian Journal of Plant Protection, 13 (si): 87-98
 - Mohaddese, M., Asgar, E., (2011) : Insecticidal activity of the essential oil isolated from *Azilia eryngioides* (PAU) hedge et lamond against two beetle pests. Chilean Journal of Agricultural Research 71(3): 406-411.
 - Mostafa, M., Hossain, H., Anwar Hossain, M., Kanti Biswas, P., Zahurul Haque, M., (2012) : Activité insecticide des extraits de plantes contre *Tribolium castaneum* Herbst. Journal de la Recherche Scientifique avancée, 3(3) : 80-84.

- Mostefa-Kara, I., (2011) : Contribution à l'étude de l'analyse de l'huile de *Citrullus colocynthis* (Coloquinte) et de son pouvoir antimicrobien. Mémoire de magister de biologie. Université Abou-bekr belkaid-Tlemcen. 105p.
 - Najafi, S., Sanadgol, N., Nejad, B.S., Beiragi, M.A., Sanadgol, E. (2010): Phytochemical screening and antibacterial activity of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad against *Staphylococcus aureus*. Journal of Medicinal Plants Research, 4(22) : 2321–2325.
 - Najem, M., Bammou, M., Bachiri, L., Bouiamrine, E.H., Ibijbjen, J., Nassiri, L., (2020) : *Ruta chalepensis* L. Essential oil has a biological potential for a natural fight against the pest of stored foods tuffs: *Tribolium castaneum* Herbst. Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2020 : 1-11.
 - Ndomo, A.F., Taponjoui, A.L., Taponjoui, F., (2009) : Évaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). Journal de TROPICULTURA, 27 (3) : 137-143.
- Neuzinger, H.D., (1996). African Ethnobotany: Poisons and Drugs: Chemistry Pharmacology. Toxicology. Ed. Hapman et Hall. Germany, 246-248.
- Ngamo, L., Hance, T.H., (2007) : Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. Journal de Tropocultura, 25(4): 215-220.
 - Novidzro, K.M., Wokpor, K., Amoussou Fagla, B., Koudouvo, K., Dotse, K., Osseyi, E., Koumaglo, K.H. (2019) : Étude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. International Journal of biological and chemical science, 13(4) : 2360-2373.
 - Obeid, M., (1996) : Physico-chemical properties and industrial uses of *Citrullus colocynthis* seed oil. Thèse de doctorat en Médecine générale, National Oil Seed Processing Research Institute, University of Gezira, Sudan.
 - Obeng-Ofori, D., (2008) : Major stored product arthropod pests, in Post-Harvest Science and Technology, Ed. Smartline Publishing Limited, Accra, 67-91.
 - Othira, J.O., Onok, L.A., Deng, L.A., Omolo, E.O., (2009) : Insecticidal potency of *Hyptis spicigera* preparations against *Sitophilus zeamais* (L.) and *Tribolium castaneum* (herbst) on stored maize grains, *African Journal of Agricultural Research*, 4 (3) : 187-192.
 - Ott, J.J., Italiano, C., Flesch, F., Tracqui, A., Naibi, A., Haegy, J.M., (2003) : Convulsions inaugurales: évoquer l'intoxication par la Badiane du Japon. Concours médical (Paris), 125(37) : 2157-2160.

- Ouis, N., (2015) : Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de Doctorat en science. Université d'Oran1, 223p.
- Ould Elhadj, A., (1997) : Biologie et Écologie de *Schistocerca gregaria* Forsk. et ses plantes hôtes en Mauritanie. Thèse de troisième cycle, Université Mohamed V, Rabat, 98p.
- Ould Elhadj, M.D., Tankari Dan-Badjo, A., Halouane, F., Doumandji, S., (2006) : 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). Sécheresse, 17(3) : 407-414.
- Ould-Ahmedou, M.L., Bouaichi, A., Idrissi-Hassani, L.M., (2001) : Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica, 12: 109-117
- Ozenda, P., (1958) : Flore du Sahara. 1^{ère} Ed. Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris, France. 662p.
- Ozenda, P., (1991) : Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} Ed. Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris, France. 662 p.
- **P**ascual-Villalobos, M.J., Robledo, A., (1997): Screening for anti-insect activity in Mediterranean plants. Industrial Crops and Products, 8: 183 – 194
- Philogène, B.J.R., (1991) : L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. Aupel-uref, Paris: 269-278.
- Piacente, S., Masulio, M., De Neve, N., Dewelle, J., Hamed, A., Kiss, R., Mijatovic, T., (2009): Cardenolides from *Pergularia tomentosa* Display Cytotoxic Activity resulting from their potent inhibition of Na⁺/K⁺-ATPase. Industrial Crops and Products. 72 : 1087–1091
- Ping-tao, Li., Gilbert, M.G., Stevens, W.D., (1995): Notes on the Asclepiadaceae of China. Ed. Novon, Missouri Botanical Garden Press, 5(1): 1-16.
- Prakash, A., Rao, J., (1997) : Botanical pesticides in agriculture. CRC Lewis Publishers. FL, USA Boca Raton, 21: 209-213
- **Q**uézel, P., Santa, S., (1963) : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. Centre national de la Recherche Scientifique, 569.
- **R**aga, A., Sato, M.E., (2006): Time-mortality for fruit flies (Diptera: tephritidae) exposed to insecticides in laboratory., Arq. Inst. Biol., São Paulo, 73(1) : 73-77.

- Rehman, N.U., Khan, A., AlKharfy, K.M., Gilani, A.H., (2012) : Pharmacological basis for the medicinal use of *Lepidium sativum* in airways disorders. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012 : 1-8.
- Reynaud, Maurupt, C., (2006) : Usages contemporains de plantes et champignons hallucinogènes : Une enquête qualitative exploratoire conduite en France. Saint-Denis: OFDT; 2006
- Roy, R.K., Thakur, M., Dixit, V.K., (2007): Development and evaluation of polyherbal formulation for hair growth-promoting activity. Journal of Cosmetic Dermatology, 6: 108-112.
- Salen, P., Shih, R., Sierzenski, P., Reed, J., (2003) : Effect of Physostigmine and Gastric Lavage in a *Datura stramonium* -Induced Anticholinergic Poisoning Epidemic. The American Journal of Emergency Medicine, 21(4) : 316-317.
- Salvador, M.D., Aranda, F., Gomez-Alonso, S., Fregapane, G., (2003) : Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil : a study of five crop seasons. Journal of Food Chemistry. 80(3) : 359-366.
- Saxena, R.C., (1988) : Neem a source of natural insecticides. Insecticides of plant origin , IRRI, Los Banos, Philippines, 387: 110-135
- Sayeda, F., Farghaly-Torkey., H.M., Abou-Yousef, H.M., (2009) : Natural extracts and their chemical constituents in relation to toxicity against Whitefly (*Bemisia tabaci*) and Aphid (*Aphis craccivora*). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4): 3217-3223.
- Schmelzer, G.H., Gurib-Fakim, A., (2013) : Ressources végétales de l’Afrique tropicale 11(2). Plantes médicinales 2. Ed. PROTA Wageningen, Pays-Bas/ CTA, Wageningen. 418p.
- Soam, P.S., Singh, T., Vijayvergia, R., (2013) : *Citrullus colocynthis* (Linn.) and *Luffa acutangula* (L.) Roxb, Schrad. Source of bio-insecticides and their contribution in managing climate change. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology, 4(4) : 7-9.
- Soufi, H., (2016) : Évaluation du pouvoir Coccide des extraits *Citrullus colocynthis* Shard.(Cucurbitaceae). Mémoire de master, Université de Ghardaia, Ghardaia Algérie, 77 p.
- Souguir, S., Bencheikh, Z., Chaieb, I., Laarfi, A., (2017) : Étude de la toxicité des huiles essentielles d’*Origanum majorana* pour *Tribolium castaneum* et *Plodia interpunctelle*. 3^{ème} journée scientifique sur la volarisation de bioresouce. 1p.

- Soumyanath, A., (2006) : Médicaments traditionnels pour Modern Times : Plantes antidiabétiques. Ed. CRC Press. 336p.
- Spichiger, R.E., Figeat-Hug, M., Jeanmonod, D., (2002) Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. 3^{ème}Ed. PPUR presses polytechniques. Amazon France, 413 p.
- Sundari Krishna, S., Kotiyal, S., Singhai, P., Gupta, N., (2015) : Evaluation of antimycotic activity of *Eucalyptus globulus*, *Datura stramonium* and *Tagetes patula* against three economically important plant pathogen. Journal of Environmental Research And Development, 9(3A) : 762-772.
- Syed Shayfur, R., Mizanur, R., Mohammad Mizanur, R.K., Shameem, A.B., Balaram, R. Fakruddin Shahed, S.M., (2007) : Extrait éthanolique de melgota (*Macaranga postulata*) pour repousser, activité insecticide contre le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*). Journal africain de la biotechnologie, 6 (4) : 379-383.
- **T**annin-Spitz, T., Bergman, M., Grossman, S. (2007): Cucurbitacin glucosides : Antioxydant and free-radical scavenging activities. Biochemical and Biophysical Research Communications, 364 (1): 181-186.
- Tapondjou, A.L., Adler, C., Fontem, D.A., Bouda, H., Reichmuth, C., (2005) : Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. Journal of stored Products Research, 41(1) : 91-102.
- Tchiégang-Meguéni, C., 2003. Variabilité des caractéristiques physico-chimiques des huiles de extraites des amandes *Balanites aegyptiaca* L. Del. en provenance du Cameroun et du Tchad. Procédé Biologiques alimentaires, 1(1) : 11p.
- Thiam, A., Ducommun, G., (1993) : Protection naturelle des végétaux en Afrique. ENDA Tiers Monde, B.P. 3370, Dakar, Senegal. 338p.
- Torkey, H.M., Abou-Yousef, H.M., Azeiz, A., Farid, H.E.A., (2009): Insecticidal effect of Cucurbitacin E Glycoside isolated from *Citrullus colocynthis* against *Aphis craccivora*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4) : 4060-4066.
- Toumnou, A.L., Seck, D., Namkossereana, S., Cisse, N., Kandiora, N., Sembene, M., (2012) : Utilisation des plantes indigènes à effet insecticide pour la protection des denrées stockées contre des insectes ravageurs à Boukoko (Centr-afrique). International journal of biological and Chemical sciences, 6(3) : 1040-1050
- **V**iegi, L., Pieroni, A., Guarrera, P.M., Vangelista, R., (2003) : A review of plants used in folk veterinary medicine in Italy as basis for a data bank. Journal of Ethnopharmacology, 89 (03) : 221-244.

- Wang, J., Zhu, F., Zhou, X.M., Niu, C.Y., Lei, C.L., (2005) : Reppellent and fumigant activity of essential oil from *Artimisia vulgaris* to *T. castaneum* (Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research, 42 : 339-343.
- **W**atson, L., Dallwitz, M.J., (1992): The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. The grass genera of the world,1038p.
- Wolff, J.P., (1968). Manuel d'Analyse des Corps Gras. Paris- Azoulay, 115 p.
- **Y**anif, Z., Shabelsky, E., Schafferman, D., (1999): Colocynth: Graines oléagineuses arides potentielles d'un ancien Cucurbitacées. Perspectives on new crops and new uses. Ed. American Society for Horticultural Science (ASHS) press, Alexandria, VA, USA, pp. 257-261.
- Yoshikawa, M., Morikawa, T., Kobayashi, H., Nakamura, A., Matsuhira, K., Nakamura, S., Matsuda, H., (2007): Structures of new cucurbitan-type triterpene glycosides and antiallergic constituents from *Citrullus colocynthis*. Chem. Pharm. Bull. , 55(3): 428-434.
- **Z**iyada, A.K, Elhusein, S.A., (2008) : Physical and Chemical Characteristics of *Citrullus lanatus* Var. Colocynthoide Seed Oil. Journal of Physical Science; 19(2): 69-75.



Annexe I



Annexe 1 : Morphologie de l'insecte *Tribolium castaneum* Herbs

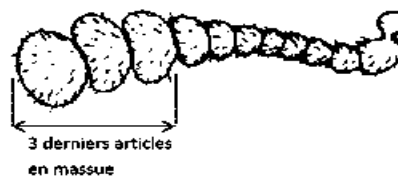
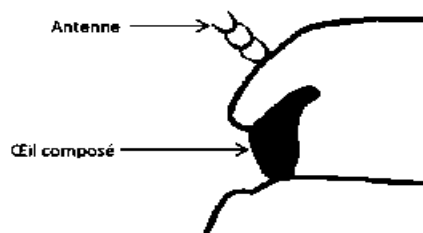
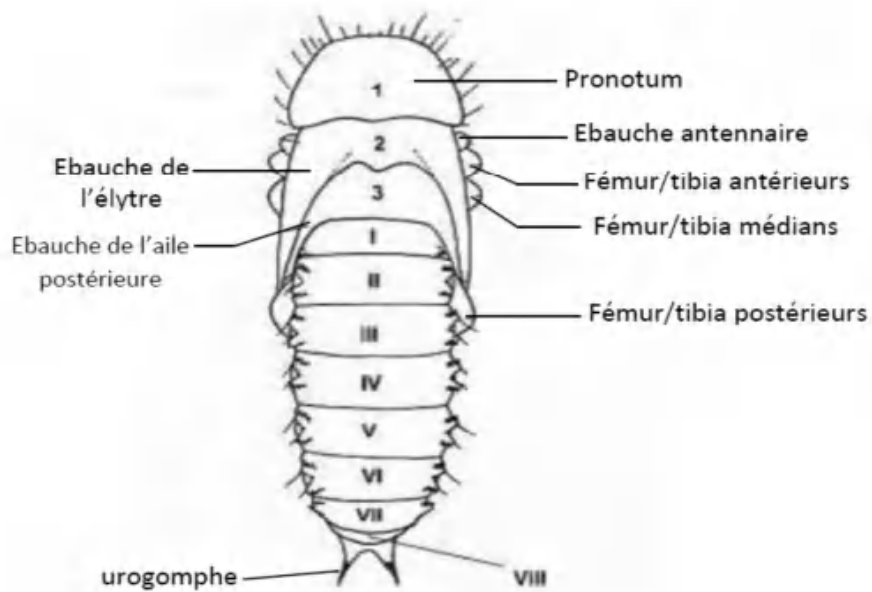
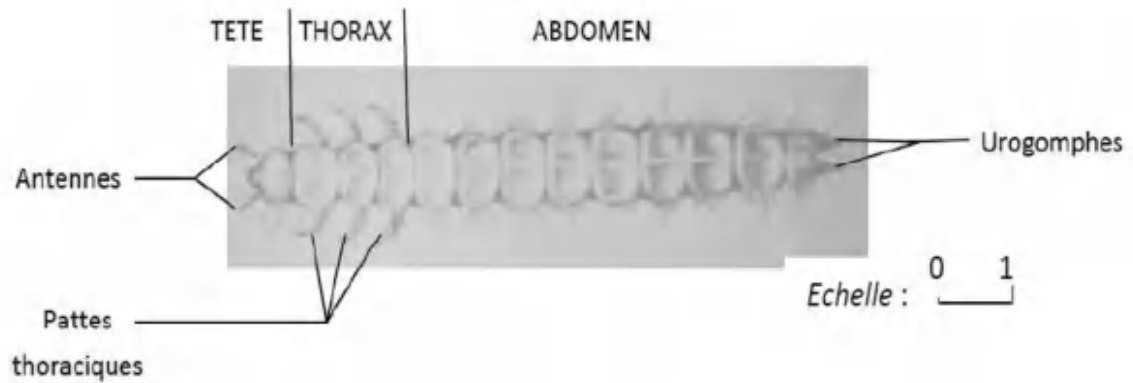


Schéma représentatif de différents stades de développement de *Tribolium castaneum*
(a) Larve (b) nymphe (c) Antennes (Dönitz et al., 2013)

Annexe 2 : Morphologie du coléoptère rouge de la farine *Tribolium castaneum* Herbs

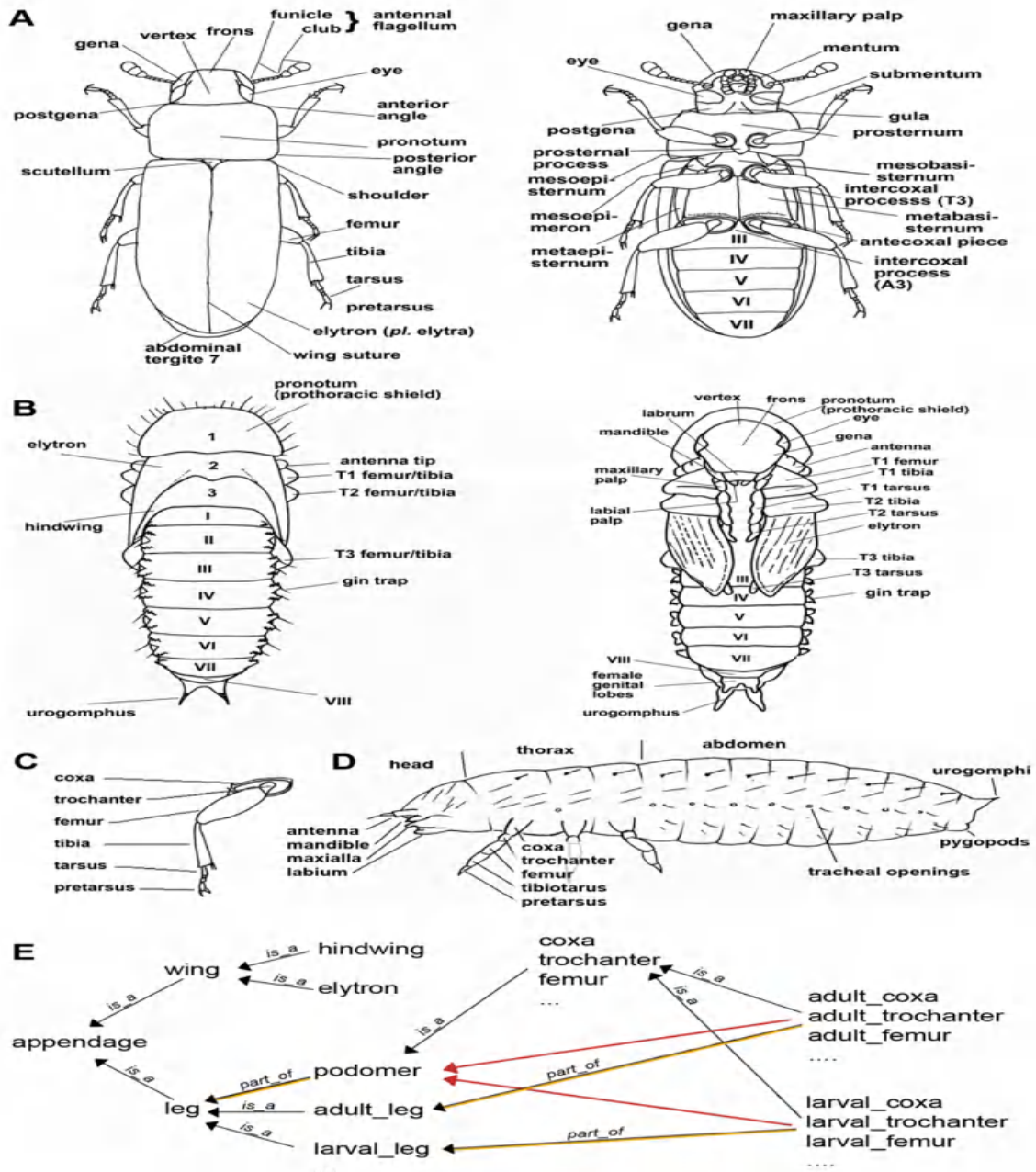
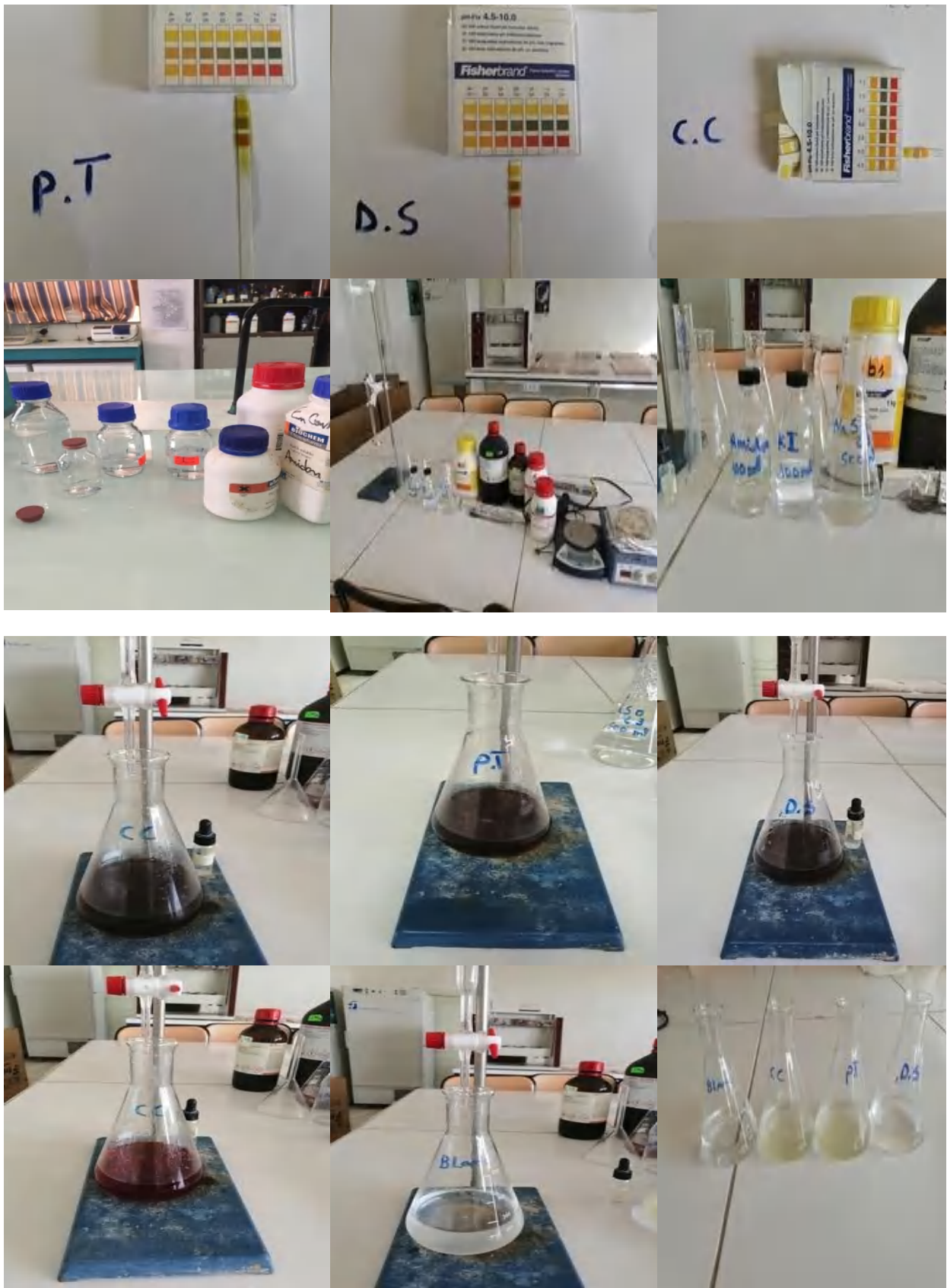


Schéma représentatif de trois stades biologiques de *Tribolium castaneum* Dönitz et al., (2013)

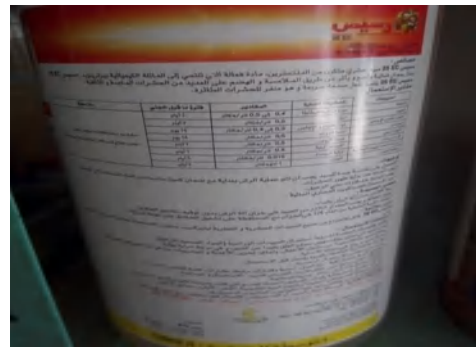
Annexe 3 : Étapes d'extraction par soxhlet



Annexe 4 : Caractérisation physico-chimiques des huiles de graines



Annexe 5 : Effet insecticides des huiles de graines sur la mortalité des insectes



Decis EC 25 agit à la fois par contact et par ingestion, donnant un effet anti-alimentation rapide et résiduel et répulsif. Il est doté d'une action «effet choc», entraînant l'arrêt immédiat de l'activité et de l'alimentation chez les insectes. Il est caractérisé par: Un large spectre d'action, une bonne résistance au lessivage grâce à son excellente propriété lipophile



Annexe II



Annexe II :

1- Traitement par contact :

Tableau 1 :- Effet sur la mortalité de test par contact du test de Tukey's HSD
Analyse des mesures répétées de la variance (Stat). Paramétrage restreint à Sigma
Décomposition d'hypothèse efficace

| | SS | Degré de liberté | MS | F | p |
|-------------------------------------|---------|------------------|---------|----------|----------|
| Intercepter | 3155191 | 1 | 3155191 | 46569,54 | 0,000000 |
| Plantes | 862936 | 4 | 215734 | 3184,16 | 0,000000 |
| Concentrations | 12182 | 5 | 2436 | 35,96 | 0,000000 |
| Plantes*Concentrations | 12808 | 20 | 640 | 9,45 | 0,000000 |
| Erreur | 4065 | 60 | 68 | | |
| TEMPS | 86437 | 7 | 12348 | 416,75 | 0,000000 |
| Temps*Plantes | 82679 | 28 | 2953 | 99,66 | 0,000000 |
| Temps*Concentrations | 19056 | 35 | 544 | 18,38 | 0,000000 |
| Temps*Plantes*Concentrations | 36852 | 140 | 263 | 8,88 | 0,000000 |
| Erreur | 12444 | 420 | 30 | | |

2- Traitement par ingestion

| Tableau 2 : - Plantes*Concentrations /Analyse des différences entre la modalité témoin Témoin (-)*T(-) et les autres concentrations avec un intervalle de confiance à 95% : | | | | | |
|--|-------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Modalité | Différence | Valeur critique | Différence critique | Pr > Diff | Significatif |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C10 [80] | -96,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs Témoin (+)*T(+) | -96,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C10 [80] | -91,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C9 [70] | -90,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C8 [60] | -86,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C10 [80] | -83,3333 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C7 [50] | -80,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C6 [40] | -78,3333 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C9 [70] | -78,3333 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C8 [60] | -70,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C9 [70] | -70,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C5 [30] | -66,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C4 [25] | -63,3333 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C3 [20] | -56,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C7 [50] | -55,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C2 [10] | -53,3333 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs CC*C1 [5] | -51,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C8 [60] | -50,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C6 [40] | -46,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C5 [30] | -45,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C7 [50] | -40,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C6 [40] | -31,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C4 [25] | -26,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C5 [30] | -26,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C2 [10] | -25,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C3 [20] | -25,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C4 [25] | -21,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C3 [20] | -21,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C2 [10] | -20,0000 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0000 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs PT*C1 [5] | -16,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,0006 | Oui |
| Témoin (-)*T(-) vs DS*C1 [5] | -6,6667 | 3,1184 | 11,4016 | 0,6306 | Non |



Production scientifique



Publications internationales



Publications internationales

| Titre de l'article | Catégorie de la revue | Position de l'auteur | Titre de la revue ou nom du journal | Année | Adresse URL |
|---|-----------------------|----------------------|---|-------|---|
| 1- EFFETS BIOTOXIQUES DES EXTRAITS DE <i>Cleome arabica</i> L. (Capparidaceae) SUR LE CRIQUET PELRIN <i>Schistocerca gregaria</i> (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE). | B | 5 ^{ème} | <i>Algerian journal of arid environment</i> | 2018 | P-ISSN 2170-1318/ E-ISSN 2588-1949 |
| 2- Effet insecticide des extraits aqueux d' <i>Euphorbia guyoniana</i> (euphorbiaceae) récoltée dans oued sebseb (sahara algérien) sur le <i>Tribolium castaneum</i> | B | 2 ^{ème} | <i>Lebanese Science Journal, Vol. 20, No. 1</i> | 2019 | http://dx.doi.org/10.22453/LSJ020.1.055-070 |
| 3- STUDY OF SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND INSECTICIDAL ACTIVITY OF SEED OIL OF <i>Citrullus colocynthis</i> Schrad. (Cucurbitaceae) ON <i>Tribolium castaneum</i> Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) | B ⁺ | 1 ^{ère} | <i>Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie</i> | 2020 | http://www.bioresearch.ro/revistae_n.html |



- 1- EFFETS BIOTOXIQUES DES EXTRAITS DE *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) SUR LE CRIQUET PELRIN *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE). 2018 _ Algerian journal of arid environment. P-ISSN 2170-1318/ E-ISSN 2588-1949

EFFETS BIOTOXIQUES DES EXTRAITS DE *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) SUR LE CRIQUET PELRIN *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA, ACRIDIDAE)

KEMASSI Abdellah^{1,2}, BOUAL Zakaria², HADJSEYD Abdelkader¹, BOUZIANE Nawal²,
HEROUINI Amel¹, MENSOURI Khaled¹, BOURAS Nouredine³,
OULD EL HADJ-KELIL Aminata² et OULD EL HADJ Mohamed Didi²

⁽¹⁾Mathematics and applied science laboratory, Ghardaïa University,
45000 Ghardaïa, 45000 Algeria

⁽²⁾Ecosystem Protection in Arid and Semi Arid Laboratory Kasdi Merbah University,
30000 Ouargla, Algeria

⁽³⁾Laboratoire de Biologie des Systèmes Microbiens (LBSM), ENS de Kouba, Algérie
E-mail: akemassi@yahoo.fr

(Received 28 November 2018 - Accepted 21 December 2018)

Résumé.- L'étude de la toxicité des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. vis-à-vis des larves L₅ et des imagos du Criquet du désert, met en exergue le pouvoir biocide des extraits testés chez ce locuste. Un pourcentage de mortalité de 100% est noté chez les individus traités. Chez les individus nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*, un pourcentage de mortalité de 76,67% et 86,67% est noté chez les larves mâles et femelles respectivement, et il est de 100% au niveau des lots des imagos mâles et femelles traités. Les larves L₅ alimentées par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*, un taux de mortalité de 70% est noté pour les mâles et 63,33% pour les femelles. Des mortalités de 90% et 100%, sont observées respectivement chez les imagos mâles et femelles nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*. Les valeurs du pourcentage de mortalité notées, sont enregistrées durant la période de suivi expérimental, bien que les individus survivants meurent quelques jours après la période de traitement. Des signes d'intoxication, dont la réduction de l'activité motrice, des défécations intenses, des pertes en eau inhabituelles sous forme de diarrhées, blocage et/ou des difficultés lors de la mue, sont observés chez les individus traités. Ces manifestations toxiques sont accompagnées par une réduction de la consommation des feuilles traitées de chou, des difficultés de digestion et de conversion digestive qui se traduisent par des pertes de poids. L'étude de l'histologie de tube digestive des individus traités, montre une réduction de la musculature circulaire, une hypertrophie de la muqueuse intestinale, l'épithélium mésentéral présente un aspect granuleux et des ulcérations sont observées.

Mots clés: *Cleome arabica*, Criquet pèlerin, extraits, mortalité, intoxication, histologie.

BIOTOXIC EFFECTS OF *Cleome arabica* L. (CAPPARIDACEAE) EXTRACT FROM THE DESERT LOCUST *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

Abstract.- The study of the toxicity of foliar extract from *Cleome arabica* L. with respect to the larvae L₅ and the imagoes of desert Locust puts forward the biocide power of the extracts tested; a percentage of mortality of 100% is noted at the treated individuals. At the individuals nourished by rags treated by the acetone extract of *C. arabica*, a percentage of mortality of 76.67% and 86.67% is noted in the male and female larvae respectively, although it is of 100% at the male and female imagoes. In the L₅ larvae supplied with rags treated by the alkaloid extract of *C. arabica*, a mortality rate of 70% is noted in the males and of 63.33% in the females. In the same way, a percentage of mortality of 90% and 100% brought back in respectively the male imagoes and females nourished by rags treated by the alkaloid extract of *C. arabica* respectively. It should be noted that the values of the percentage of mortality noted, are recorded during the period of experimental follow-up, although the surviving individuals die a few days after this period, following a delayed intoxication. Signs of intoxication are observed at the treated individuals, of which the reduction of the motor activity, intense defecation, water loss unusual in the form of the diarrhea, blocking

and/or of the difficulties during moulting. These toxicological demonstrations are accompanied by the reduction by consumption by treated rags, difficulties of digestion and digestive conversion which result in losses of the weight. The study of the digestive histology of tract of the treated individuals shows a reduction of the circular musculature, a hypertrophy of the intestinal mucous membrane, the mesenteral epithelium has a granular appearance and ulcerations are observed.

Key words: *Cleome arabica*, *desert locus*, *extracts*, *mortality*, *intoxication*, *histology*.

Introduction

La recherche et le développement de nouvelles méthodes de lutte contre les insectes ravageurs des cultures et peu nocives sur l'environnement demeurent une préoccupation majeure pour la collectivité internationale, étant donné des problèmes de l'environnement, de santé, et de phénomène de résistance associé à l'utilisation des insecticides chimiques. Cependant, les travaux munis dans ce sens, mettent en exergue les possibilités insecticides des métabolites secondaires végétaux. Ces composés sont avérés dotés de fort potentiels biocide, biodégradables et peu rémanents; de nombreuses préparations à base des plantes sont employées pour minimiser les dégâts causés par ces insectes, dont le neem, le melia, le pommier de Sodome, l'euphorbe de Guyane, le harmel, etc. [1-5].

En Afrique, le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) constitue une menace permanente pour l'agriculture; au cours des périodes d'invasion, les essaims détruisent les ressources vivrières de nombreux pays de l'Afrique et d'Asie. Les invasions du Criquet pèlerin peuvent se succéder à une fréquence élevée en l'absence de toute intervention de lutte. Les périodes de rémission sont généralement brèves. De 1860 à 2003, huit périodes d'invasions généralisées se sont succédées, certaines ont duré jusqu'à 22 années. Les recrudescences locales en 1992-1994 et en 1997-1998, ont relancés le débat sur l'importance économique de cette espèce [1,2].

Face à ce ravageur, la lutte chimique est le moyen le plus efficace, pendant des années, les produits choisis pour mener cette lutte sont les organochlorés qui ont été remplacés par la suite par les organophosphorés, les pyréthrinoides et par les dérégulateurs de croissance ou les analogues d'hormones, quoique, l'usage de ces composés s'est révélé très toxique pour l'homme, les vertébrés dont les poissons, et les insectes utiles (coccinelles, trips, les abeilles, etc.) [3-12].

L'arsenal chimique utilisé dans la lutte antiacridienne, quoiqu'est très diversifié, n'a pas pu enrayer complètement le fléau acridien. En plus, il a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile, la phytotoxicité et la pollution environnementale. 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 diverses formes, l'une fait appel aux métabolites secondaires végétaux [13,14]. L'utilisation les substances secondaires des plantes contre les insectes nuisibles en général et contre le Criquet pèlerin en particulier s'est révélé promoteur, et a suscité beaucoup de travaux dont les plus récents sont ceux de ABBASSI *et al.* (2003, 2004, 2005) [15-17], OULD EL HADJ *et al.* (2006) [18], ZOUITEN *et al.* (2006) [19], IDRISSE et HERMAS (2008) [20], KEMASSI *et al.* (2010, 2012a; 2012b, 2013a, 2013b, 2013c) [21-26].

Dans ce contexte, le présent travail vise l'évaluation du pouvoir insecticide des extraits acétoniques et alcaloïdiques de feuilles d'une plante spontanée récoltée au Sahara algérien (*Cleome arabica* L.) sur les larves du cinquième stade et les imagos du Criquet pèlerin. Les critères d'appréciation portent sur la mortalité, mais aussi sur la prise de nourriture, la digestion, la capacité de conversion digestive, le gain du poids et sur l'histologie du tube digestif.

1.- Matériel et Méthodes

Pour la présente étude, des adultes mâles et femelles du Criquet pèlerin sont capturés dans des périmètres céréaliers irrigués sous pivot dans la région d'Adrar (Sahara central Algérien), et sont maintenus en élevage de masse réalisé au niveau du laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides de l'université de Ouargla (Algérie), dans des conditions de température de $34\pm 2^{\circ}\text{C}$, d'humidité de $55\pm 5\%$ et en photopériode 12:12 (L: W). Les individus de Criquet pèlerin sont alimentés par des feuilles d'orge, de feuilles de chou et du son de blé comme complément afin de leurs assurer les besoins en nutriments pour la croissance et la reproduction.

Le renouvellement de la nourriture, le nettoyage des cages et des récipients et le soin des pontes s'effectuent quotidiennement. Les œufs (oothèques) sont incubés dans une étuve de type Memmert réglée à température de $32\pm 1^{\circ}\text{C}$.

1.1.- *Cleome arabica* L.

C. arabica est une plante vivace de la famille des Capparidaceae, de 30cm de hauteur à tiges dressées et ramifiées qui portent des petites feuilles poilues trifoliées. Les fleurs ont des pétales de couleur qui vont du jaune au pourpre-foncé. Le fruit est une gousse de 2 à 5 cm de longueur (photo 1). C'est une plante à odeur fétide, toxique et présente des effets hallucinogènes. Elle est fréquente dans les savanes désertiques et les tamariseraies de l'étage tropical, commune dans le Sahara septentrional, en Egypte et en Afrique tropicale [27-29]. En pharmacopée, certains autochtones du Sahara utilisent *C. arabica* comme diurétique et contre les rhumatismes [28]. Pour la présente étude, les feuilles de *C. arabica* sont récoltées d'Oued Metlili (40 km au sud de la ville de Ghardaïa Sahara septentrional est Algérien). Les feuilles de *C. arabica* récoltées sont séchées à l'air libre et à l'ombre et ensuite conservées dans des bocaux en verre hermétiquement fermés. Suite à des observations sur terrain lors de l'invasion acridienne de 2003-2004, où les essaims du Criquet pèlerin ont envahies le Sahara algérien, une liste des plantes non consommées ou épargnées par les individus du Criquet pèlerin était dressée, parmi les quelles *C. arabica*; une plante qui se caractérise par une forte odeur fétide.



Photo 1.- *Cleome arabica* L. au stade fructification (A: plant entier; B: fleur; C: fruit)

1.2.- Préparation des extraits

Pour cette étude, le pouvoir insecticide des extraits acétoniques et alcaloïdiques de feuilles de *C. arabica* est testé vis-à-vis des larves L₅ et les imagos de Criquet pèlerin.

1.2.1.- Extrait acétonique

La méthode d'extraction maintenue pour cette étude est selon le protocole proposé par ØYVIND *et al.* (2006) [30] et adopté par Ould El Hadj *et al.* (2006) [18]. Elle consiste à prendre 100 grammes de feuilles de plante préalablement séchée et les macérés dans 200 ml d'acétone pendant 24 heures. La filtration est ensuite effectuée sous vide à l'aide du papier et un entonnoir. Le résidu sec est jeté. Le filtrat est recueilli et soumis à une évaporation sous vide dans un rotor vapor de type IKA-WERKE GMBH et CO-KG Ref. D-79921 RV06-ML pour éliminer l'acétone. Il est ajouté 20 ml d'acétone au produit obtenu d'extraction. Le mélange ainsi obtenu, constitue l'extrait à tester

1.2.1.- Extrait alcaloïdique

Le protocole proposé par Robert *et al.* (1998) [31], est suivi pour l'extraction des alcaloïdes totaux à partir de feuilles de *C. arabica*. Les feuilles préalablement séchées sont broyées et tamisées par un tamis à maille de 1mm de diamètre. Selon Robert *et al.* (1998) [31], 100 g de la poudre végétale est dégraissée à l'aide de 300 ml d'éther du pétrole pendant 24 heures. Ensuite une filtration est réalisée. Le filtrat est jeté alors que le marc est récupéré et, est laissé sécher durant environ 30 mn à l'air libre pour éliminer le solvant organique. Le marc dégraissé subit une macération durant 24 heures dans 200 ml d'une solution chloroformique alcalinisée par l'ammoniaque jusqu'à pH = 9. Cette dernière opération est répétée trois fois. Le marc épuisé est jeté alors que les filtrats recueillis sont regroupés et concentrés partiellement à l'aide du rotor vapor. Le concentré récupéré va subir une extraction dans 200 ml de solution d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 3%. La phase acide est ensuite alcalinisée par l'ammoniaque à pH = 9. Il est procédé à une extraction liquide-liquide, dans une ampoule à décantation, en agitant de haut en bas pendant quelques minutes. Après repos, deux phases sont observées, la phase aqueuse en dessus et la phase organique en dessous. La phase organique est récupérée puis concentrée jusqu'à élimination totale du chloroforme dans le Rota-vapor à 40°C. Le concentré ainsi obtenu, est une pâte brute d'alcaloïdes, auquel 20 ml d'acétone est rajouté. Le mélange constitue l'extrait à tester.

1.3.- Tests biologiques

Le test consiste à alimenter les insectes (larves L₅ et imagos) par des fragments de surfaces déterminées de feuilles de chou *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae). Les fragments de chou sont trempés pendant quelques secondes dans la solution d'extrait végétal et laissés durant 15 à 20 mn à l'air libre pour faire évaporer l'acétone avant d'être présentés aux insectes. Par la suite, les fragments de feuilles de chou traités sont présentés aux individus expérimentés préalablement préparés. Chaque 24 heures, les bocalux sont nettoyés. Les fragments non ingérés sont récupérés afin de prendre leurs empreintes sur du papier millimétré, pour calculer la surface consommée. Les individus témoins sont nourris de la même manière mais, les fragments foliaires de chou sont trempés dans l'acétone (laissés à l'air libre pendant quelques minutes pour permettre l'évaporation de l'acétone). L'expérimentation est suivie pendant 15 jours pour les larves L₅ (durée maximale pour

muer) et 30 jours pour les imagos (temps pour vérifier l'efficacité du traitement). Pour la présente étude, 6 lots d'insectes à raison de 60 individus par lot sont constitués (30 mâles et 30 femelles), ce qui fait un total de 360 individus. Trois sont des larves L₅ dont un pour le témoin et deux lots pour le traitement et les trois autres lots sont constitués par des imagos dont l'un pour le témoin et deux pour le traitement.

1.4.- Étude de l'histologie du tube digestif

Pour étudier les effets de l'ingestion de feuilles de chou aspergées par les extraits foliaires de *C. arabica*, des coupes transversales échelonnées au long de l'intestin moyen (Mésotéron) sont réalisées. L'étude histologique est effectuée selon le protocole proposé par Martoja et Martoja-Pierson (1967) [32]. La méthode de coloration utilisée pour la présente étude est une coloration multiple proposée par Young *et al.* (2006) [33]. L'observation s'effectue à l'aide d'un microscope de type Krüss Optronic MB2100-SN1121110406, doté d'un dispositif de prise de photos type Krüss Topica TP1001-SN1410010050.

1.5.- Exploitation des résultats

1.5.1.- Pourcentage de la mortalité cumulée

La mortalité est le premier critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée au niveau des lots des larves du 5^{ème} stade et des imagos témoins et traités, est estimé en appliquant la formule suivante:

$$\text{Mortalité observée} = [\text{Nombre de morts}/\text{Nombre total des individus}] \times 100 \quad [18]$$

1.5.2.- Calcul du temps léthal (TL₅₀)

Le temps léthal 50 (TL₅₀) est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du temps de traitement. Il est utilisé la formule de Schneider et la table des probits [34]. Formule de SCHNEIDER:

$$MC = [M_2 - M_1 / 100 - M_1] \times 100$$

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

1.5.3. Taux de consommation (%)

Le taux de consommation est estimé en calculant le rapport de la quantité ingérée (I) à la quantité de nourriture disponible ou donnée à un individu. Il est calculé en appliquant la formule suivante: TC (%) = (quantité Ingérée/ quantité donnée) x100 [35].

1.5.3.- Coefficient d'utilisation digestive apparent (CUD_a)

Au sens nutritionnel, il exprime généralement, la quantité des nutriments supposés absorbée par l'animal. Le coefficient d'utilisation digestive permet de quantifier la digestibilité. Il représente la quantité de nutriment ingérée, est différente de celle qui, une

fois digérée, va être absorbée au niveau de l'intestin de l'animal. Il est calculé selon l'équation de Waldbrauer (1968) [36]:

$$\text{CUDa}(\%) = \frac{\text{Quantité ingérée} - \text{Poids des fèces}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

1.5.4.- Efficience de conversion digestive (ECD)

D'après Waldbrauer (1968), le coefficient de conversion digestif correspond au rapport entre l'accroissement du poids de l'animal durant 24 heures et la quantité de la nourriture ingérée au cours de la même période [36]. Il est estimé par la formule suivante:

$$\text{CCD}(\%) = [(\text{Gain du poids vif})/(\text{Quantité de la nourriture ingérée})] \times 100$$

1.5.5.- Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA")

Les résultats obtenus pour chaque paramètre seront interprétés statistiquement à l'aide du logiciel «MINITAB version 13.31.FR- copyright 2000». L'analyse de la variance ANOVA est utilisée pour l'analyse des résultats après le test de normalité. Il permet suivant le niveau de la signification, de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre facteurs. La probabilité inférieure à 0,01 donne un effet hautement significatif, à 0,05 un effet significatif et pour une probabilité supérieure à 0,05, l'effet est considéré non significatif.

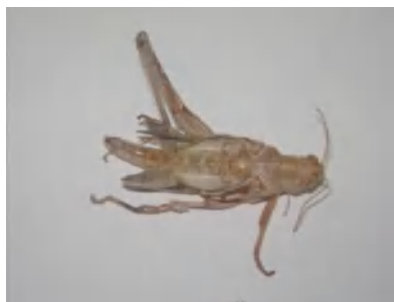
2.- Résultats et discussion

3.1. Effet sur la mortalité

Des manifestations toxicologiques sont observées au cours de l'expérimentation chez les individus de *S. gregaria* nourris par des feuilles traitées de chou aux extraits foliaires (acétoniques ou alcaloïdiques) de *C. arabica*. Il s'agit d'une réduction de l'activité motrice, des défécations intenses, des pertes en eau sous forme de fèces liquides, un retard dans la croissance et un blocage du phénomène d'exuviation (photo 2 a,b) ou bien un prolongement de la durée du 5^e stade larvaire. Ces manifestations d'intoxication sont dans la majorité des cas suivies par la mort des individus traités durant la période de suivi expérimental, ou bien après quelques jours suite à une intoxication retardée. Chez les individus nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*, un pourcentage de mortalité de 76,67% est noté chez les larves L₅ mâles et de 86,67% chez les larves L₅ femelles, et il est de 100% chez les imagos mâles et femelles (tab. 1). Il est à noter que les imagos survivants issus des larves L₅ nourries par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*, meurent après 4±1,2 jours.

L'ingestion des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica* engendre des pourcentages de mortalités de l'ordre de 70,0% au niveau des lots des larves L₅ mâles et de 63,33% pour les larves L₅ femelles (fig. 1). Il est à noter que les imagos issus des larves L₅ des lots nourris par des feuilles traitées de chou par les extraits alcaloïdiques de *C. arabica* meurent quelques jours après leur mue imaginale et un noircissement de la face ventrale est observé. Ces symptômes ressemblent, à ceux observés au niveau des cadavres de criquets nourris par des feuilles traitées de chou par les extraits acétoniques de cette plante. Pour les imagos mâles nourris par des feuilles de chou aspergées à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*, un pourcentage de mortalité de 90,0% est noté pour les imagos mâles et de 100% pour les imagos femelles. Tandis que les imagos du

lot témoin, arrivent à se reproduire, et pondent. Chez les individus de *S. gregaria* nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*, les taux de mortalité notés chez les imagos sont supérieurs à ceux enregistrés chez les larves L₅. Il est à signaler la mort des imagos immergés quelques jours après leur mue imaginale. Des taux d'efficacité de 76,67% et 86,67%, sont enregistrés pour les larves L₅ mâles et femelles respectivement, ainsi que des temps létaux 50 de 6,58 jours pour larves L₅ mâles et de 8,31 jours pour larves L₅ femelles. Pour les imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*, un taux d'efficacité insecticide de 100%, est rapporté aussi bien pour les imagos mâles que chez les imagos femelles avec une rapidité d'action marquée sur les mâles comparativement aux femelles. Un temps léthal 50 de 8,92 jours, est estimé pour les imagos mâles et de 9,11 jours pour les imagos femelles. L'extrait alcaloïdique de *C. arabica* engendre des taux d'efficacité biocide de 90,0% chez les imagos mâles et de 100% chez les imagos femelles. Ils sont de l'ordre de 70,0% et 63,33% sur les larves L₅ mâles et les femelles respectivement. Les variations constatées dans les valeurs des pourcentages de mortalité, se traduisent par des temps létaux 50 variables. Le temps léthal noté est de 8,77 jours, estimé pour les larves L₅ mâle, suivi par celui noté pour les larves L₅ femelles avec 11,19 jours, puis 13,42 jours notés pour les imagos femelles. Pour les imagos mâles, il est de l'ordre de 17,58 jours.



A- Difficulté de mue observée chez les larves L₅ de *S. gregaria* alimentée par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*

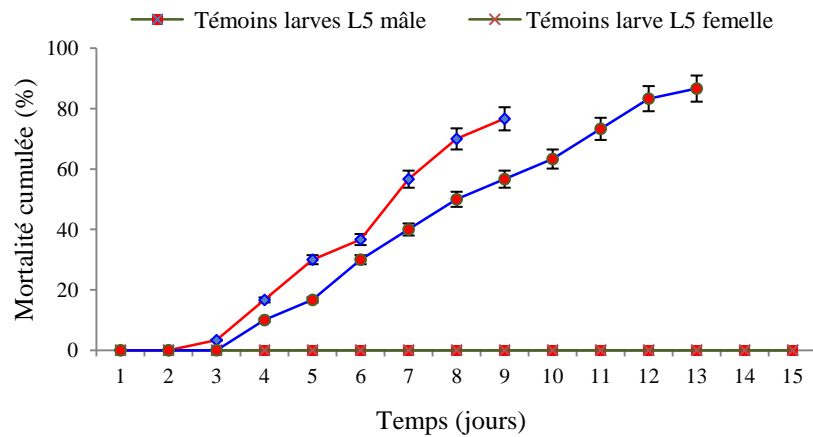


B- Anomalie lors de la mue observée chez les larves L₅ de *S. gregaria* alimentée par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*

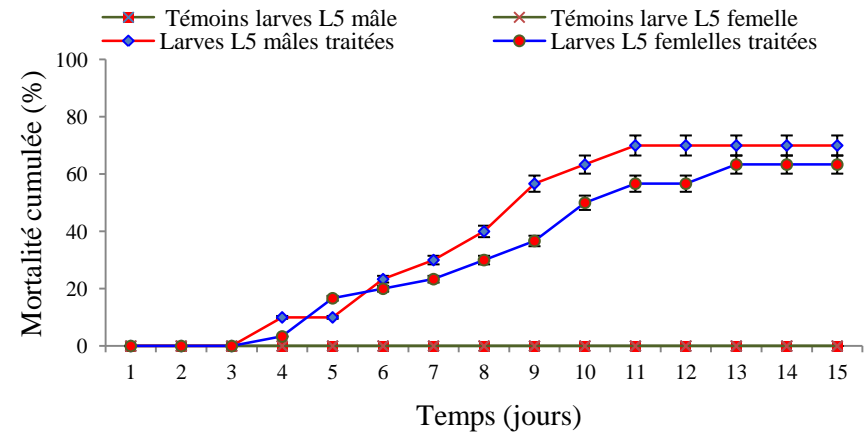
Photo 2_(A,B)- Malformations observées chez les larves L₅ de *S. gregaria* nourries par des feuilles de chou aspergées aux extraits foliaires de *C. arabica*

Tableau 1.- Taux d'efficacité et les temps létaux 50 évalués pour les larves L₅ et imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles traitées de chou aux extraits foliaires de *C. arabica*

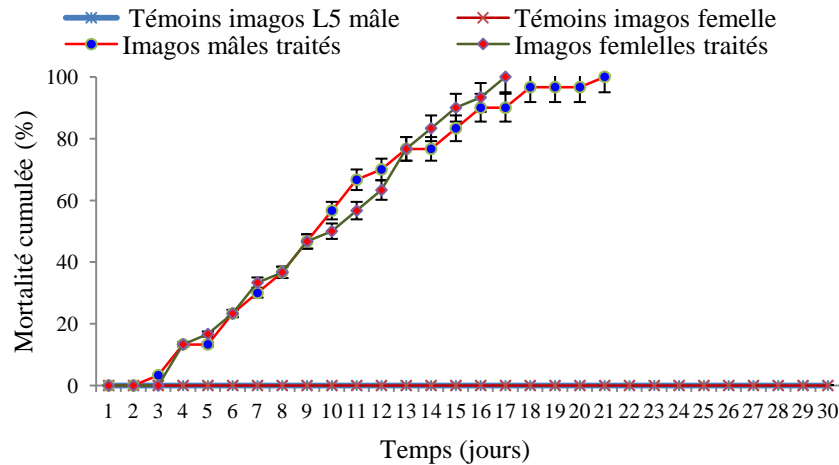
| Extrait | Stade de développement | Sexe | Equation de régression | Coefficient de détermination | Temps léthal 50 (jours) | Taux d'efficacité (%) |
|----------------------|------------------------|---------|------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Extrait acétonique | Larve L ₅ | Mâle | $y = 6,769x - 0,540$ | $R^2 = 0,919$ | 6,58 | 76,67 |
| | | Femelle | $y = 6,623x - 1,092$ | $R^2 = 0,873$ | 8,31 | 86,67 |
| | Imago | Mâle | $y = 5,466x - 0,194$ | $R^2 = 0,947$ | 8,92 | 100 |
| | | Femelle | $y = 6,230x - 0,978$ | $R^2 = 0,891$ | 9,11 | 100 |
| Extrait alcaloïdique | Larve L ₅ | Mâle | $y = 6,457x - 1,089$ | $R^2 = 0,824$ | 8,77 | 70,0 |
| | | Femelle | $y = 5,435x - 0,7$ | $R^2 = 0,862$ | 11,19 | 63,33 |
| | Imago | Mâle | $y = 4,845x - 1,032$ | $R^2 = 0,872$ | 17,58 | 90,0 |
| | | Femelle | $y = 5,556x - 1,265$ | $R^2 = 0,854$ | 13,42 | 100 |



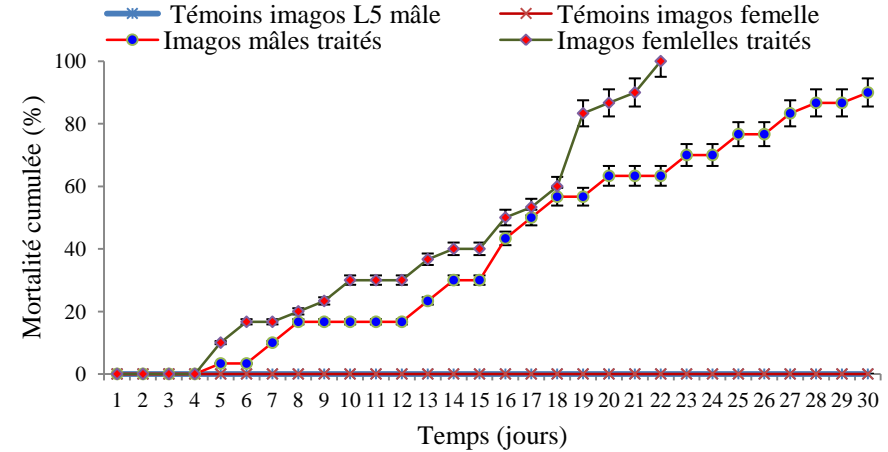
A- Larves L₅ nourries par des feuilles de chou témoins et traitées à l'extrait acétonique de *C. arabica*



B- Larves L₅ nourries par des feuilles de chou témoins et traitées à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*



C- Imagos nourries par des feuilles de chou témoins et traitées à l'extrait acétonique de *C. arabica*



D- Imagos nourries par des feuilles de chou témoins et traitées à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*

Figure 1_(A,B,C,D)- Cinétique de mortalité observée au niveau des lots des larves L₅ et les imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou témoins et traitées aux extraits de *C. arabica*

2.2. Effet sur la consommation

La figure 2 regroupe les valeurs moyennes des quantités quotidiennement ingérées par les larves du cinquième stade et par les imagos de *S. gregaria*. Il apparaît une différence très hautement significative dans la consommation des feuilles de chou entre les lots nourris par les feuilles de *Brassica oleracea* L. traitées aux extraits foliaires de *C. arabica* et les individus nourris par des feuilles de chou témoin. Sur les larves L₅, l'extrait alcaloïdique semble plus efficace, leur effet dissuasif est plus fort comparativement à l'extrait acétonique; la moyenne de la quantité ingérée étant de $0,62 \pm 0,12$ g/jour (F=154,0; P=0,000), et est de $0,94 \pm 0,2$ g/jour pour l'extrait acétonique (F=31,64; P=0,000).

Toutefois les imagos semblent plus sensibles à l'effet de l'extrait acétonique; la moyenne de consommation était de $0,59 \pm 0,27$ g/jour (F=220,75; P=0,000) et pour l'extrait alcaloïdique est de $0,92 \pm 0,19$ g/jour (F=122,41; P=0,000). Parallèlement, il apparaît une légère variation dans la consommation selon le sexe.

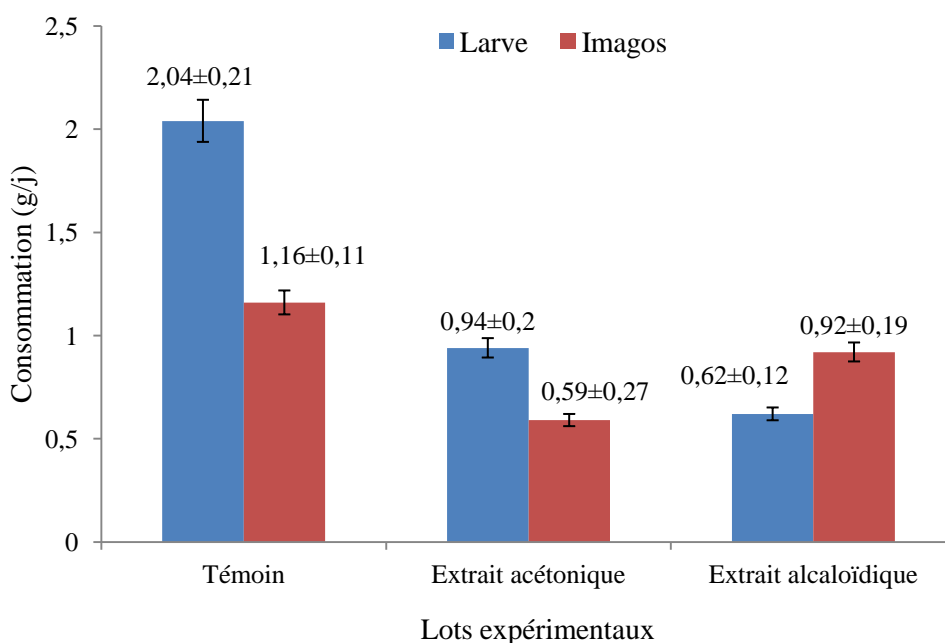


Figure 2.- Consommation journalière enregistrées pour les larves L₅ et les imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou témoins et traitées aux extraits foliaires de *C. arabica*

L'ingestion des feuilles traitées de chou par les extraits de *C. arabica* engendre chez *S. gregaria* des manifestations inhabituelles, dont la réduction de l'activité motrice, des diarrhées et l'incapacité de la jointure tarsique et blocage de la mue.

Généralement, chez les insectes phytophages, les besoins nutritionnels changent au long de leur développement. Ces changements se reflètent par des variations dans la croissance et dans le développement [37;38]. Dans les conditions naturelles, les insectes phytophages doivent traiter de grandes quantités de nourriture parce qu'ils ne sont capables d'assimiler qu'une petite partie de toute l'énergie qui se trouve dans les parties du végétal consommées [39]. Il est admis communément que les plantes ont développés la capacité de synthétiser et d'accumuler diverses substances pour se protéger des attaques des phytophages tels que les alcaloïdes, les furano coumarines, les glycosides, les terpènes, etc. [40]. La présence de ces toxines, constitue un système de défense efficace vis-à-vis de

leurs agresseurs phytophages. Cette toxicité est cependant relative; elle dépend non seulement de la nature de la toxine, de la dose ingérée et de la durée d'exposition mais également de l'espèce animale considérée et de leur stade de développement [41,42]. Les travaux de Ould El Hadj *et al.* (2006) rapportent que les extraits acétoniques du neem *Azadirachta indica* (Meliaceae) et *Melia azerdarach* L. (Meliaceae), n'engendrent aucune prise de nourriture chez les larves L₅ et les adultes de *S. gregaria*. Cela est dû à l'effet anti-péristaltique du neem et du milia au niveau du canal alimentaire des criquets inhibant la consommation des surfaces foliaires traitées à l'extrait du neem et du milia [18]. Cependant Kemassi (2008), note que l'imbibition des feuilles de chou par de l'extrait acétonique d'*Ephedra alata* (Stapf.) (Ephedraceae), *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), et de *Citrullus colocynthis* (Schard). (Cucurbitaceae), affectent efficacement la prise de nourriture chez les larves L₅ et les imagos du Criquet pèlerin [14]. BOUZIANE (2012) rapporte que pour des larves L₅ et des imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *Peganum harmala*, la moyenne de consommation notée est de 1,27±0,37g/jour (larves L₅) et de 0,99±0,17g/jour (imagos) du Criquet pèlerin. Elle est de 1,90±1,65g/jour et de 0,75±0,36g/jour pour des larves L₅ et des adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou aspergées par de l'extrait acétonique de *P. harmala* respectivement [43].

2.3. Effet sur la digestion

Les valeurs de CUDa et de ECD enregistrées montrent que les extraits testés affectent profondément la capacité de l'animal à digérer et à convertir l'aliment consommé en poids. Il est à noter également que chez les individus des lots nourris par des feuilles traitées de chou aux extraits foliaires, une prise de nourriture très faible qui s'accompagne par des fèces liquides. Ces manifestations se traduisent par des valeurs du coefficient d'utilisation digestif apparent très faibles comparativement aux valeurs rapportées pour les individus des lots témoins (tab. 3). L'extrait alcaloïdique semble exercer des actions nocives sur la digestion chez le Criquet pèlerin comparativement à l'extrait acétonique. Les valeurs de CUDa sont de l'ordre de 25,81±7,45% chez les larves L₅, alors que chez les imagos, elles sont de l'ordre de 32,41±7,87%. Quant aux individus nourris par des feuilles traitées de chou par les extraits acétoniques de *C. arabica*, les moyennes du CUDa, sont de 38,60±6,91% et 38,90±3,21% chez les larves L₅ et les imagos respectivement.

Tableau 3.- Moyennes du Coefficient d'Utilisation Digestif Apparent (CUDa) et de l'Efficienc de Conversion Digestive (ECD) estimées chez les larves L₅ et imagos de *S. gregaria* témoins et traités aux extraits foliaires de *C. arabica*

| | Coefficient d'utilisation digestif (CUDa%) | | Efficienc de conversion digestive (ECD%) | |
|-----------------------------|--|------------|--|-------------|
| | Larve L ₅ | Imago | Larve L ₅ | Imago |
| Témoin | 91,36±19,51 | 92,57±9,71 | 11,22±1,41 | 10,28±1,36 |
| Extrait acétonique | 38,60±6,91 | 38,90±3,21 | -6,14±1,21 | -5,15±0,087 |
| Extrait alcaloïdique | 25,81±7,45 | 32,41±7,87 | -15,17±±2,31 | -07,71±1,91 |

Les valeurs de ECD rapportées par les individus témoins sont supérieures comparativement à celles notées chez les individus des lots traités (tab. 3). Les résultats obtenus Ces résultats émanent de l'effet dissuasif des extraits sur le métabolisme chez le Criquet pèlerin. Il est noté des valeurs négatives du coefficient de conversion digestive (ECD). Les valeurs négatives enregistrées, sont dues aux pertes du poids constatées chez les larves L₅ et les imagos de *S. gregaria*. chez les individus du Criquet pèlerin alimentés par des feuilles traitées de chou par les extraits acétoniques

de *C. arabica*, les valeurs d'efficience de conversion digestif (ECD) enregistrées chez les individus nourris par des feuilles de chou traitée par les extraits acétoniques de *C. arabica* sont de $-6,14 \pm 1,21\%$ et de $-5,15 \pm 0,087\%$ chez les larves L_5 et les imagos de *S. gregaria* respectivement. L'extrait alcaloïdique est plus dissuasif et exerce un fort pouvoir perturbateur sur la digestion et sur la capacité de conversion digestive chez le Criquet pèlerin. La valeur de coefficient de conversion digestive (ECD) notée chez les individus nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*, est de $-15,17 \pm 2,31\%$ chez les larves L_5 et de $-7,71 \pm 1,91\%$ chez les imagos.

Les aliments consommés par les insectes phytophages sont constitués essentiellement de polymères de nature soit glucidique comme l'amidon, de la cellulose et de l'hémicellulose; protéique comme les holo- et hétéroprotéines dont glycolipo- ou métalloprotéines. La quantité d'énergie et des substances utiles extraites de la plante consommée, dépendent des caractéristiques de la plante (présence de cellulose ou bien de substances gênants la digestion tels que les tanins, et de la capacité du système digestif du phytophage [44,45]. Pour PHILLOGEN (1991), les effets des métabolites des plantes sur les insectes peuvent prendre trois aspects. La présence de substances indigestes capables de réduire la possibilité d'assimilation ce qui engendre des carences en nutriments nécessaires à un développement normal. La contenance des composés capables d'affecter directement l'intégrité des cellules et par conséquent la fonction digestive intrinsèque et rompre le développement et la croissance. La présence des composés à action mimétique ou antihormonale, peut provoquer de profondes perturbations endocriniennes toute en affectant diverses fonctions élémentaires chez les insectes dont l'exuviation, le développement, la diapause et la reproduction [46]. OULD AHMEDOU *et al.* (2001) rapportent que chez les larves du 4^e stade (L_4) exposées à un régime alimentaire mono-spécifique à base de *Citrillus colocynthis* Schard. (Cucurbitaceae), des ECD de l'ordre de 6,30%, et il est de 36,30% chez les larves nourries par des feuilles de *Triticum* sp. (Poaceae). Ils sont notés une valeur négative chez celles alimentées par des feuilles fraîches de *Glinus lotoïdes* L. (Molluginaceae). La valeur négative est due à une perte du poids constatée chez les larves testées [47]. OULD AHMEDOU *et al.* (2001), dans leurs études sur le comportement alimentaire du Criquet pèlerin, rapporte que sur un régime alimentaire mono-spécifique à base de *Glinus lotoïdes* L. (Aizoaceae) et *Citrillus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) des larves L_4 présentent un coefficient d'utilisation digestif apparent de l'ordre de $40,13 \pm 6,14\%$ pour *G. lotoïdes* et de $67,21 \pm 6,28\%$ pour *C. colocynthis* [47]. KEMASSI (2008) note que l'extrait foliaire à l'acétone d'*Euphorbia guyoniana*, présente une action appréciable sur la digestibilité chez les larves L_5 et les adultes de *S. gregaria*. Les valeurs de CUD_a rapportées sont de $23,43 \pm 22,99$ et $45,86 \pm 03,66$ respectivement [14]. Pour les larves L_5 et les adultes du Criquet pèlerin nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait foliaires de *Citrullus colocynthis*, est de $55,48 \pm 16,05\%$ pour les larves L_5 et de $68,24 \pm 03,10$ pour les adultes.

3.4.- Effet sur la croissance pondérale

Les résultats de l'évolution pondérale montrent que l'exposition des insectes à un régime alimentaire à base des feuilles traitées de chou par les extraits de *C. arabica*, affecte négativement le métabolisme des insectes étudiés (tableau 3). Pour les variations du poids chez les individus de différents lots expérimentaux montrent une chute du poids constatée chez les larves L_5 et chez les imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou aspergées des extraits foliaires (fig. 4). Il est à noter que, l'ingestion des feuilles traitées de chou par les extraits acétoniques de *C. arabica* engendre une faible amélioration du poids, elle est de $6,56 \pm 0,91\%$ chez les larves L_5 et de $4,49 \pm 1,01\%$ chez les imagos. Chez les imagos du Criquet pèlerin nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique, cette amélioration du poids notée est de $4,40 \pm 0,81\%$, par contre chez les larves L_5 , une perte notable du poids est rapportée ($-8,59 \pm 1,96\%$). Néanmoins, chez les individus des lots témoins, une amélioration du poids qui oscille entre $23,54 \pm 3,76\%$ (imagos) et $40,08 \pm 7,12\%$ (larves L_5) est notée (fig. 3).

Les extraits de *C. arabica* présentent un pouvoir répulsif qui à provoquer une perte

apparente du poids chez les larves L₅ et les imagos, et il bloque la mue imaginale.

Il est admis que le gain de poids chez un individu est relatif à leur état physique, physiologique, à la nature d'aliment ingéré, à leur composition chimique et la capacité d'assimilation chez l'individu [49]. La sou- alimentation ou leur inanition totale entraîne chez les insectes des profondes altérations et perturbations physiologiques et biochimiques [50]. WILPS *et al.* (1992) [51] et TAIL (1998) [13] rapportent que les composés actifs contenus dans les extraits de *Milia volkensii* Gürke (Meliaceae), ralentissent la croissance et le développement de *S. gregaria* en affectant, la prise alimentaire, la digestion, la fertilité et la fécondité des criquets traités.

Tableau III.- Évolution pondérale (g) chez les larves L₅ et imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou témoins et traitées aux extraits foliaires de *C. arabica*

| Temps (jour) | Témoins (acétone) | | Extrait acétonique | | Extrait alcaloïdique | |
|-----------------|----------------------|-------|-----------------------|-------|----------------------|-------|
| | Larve L ₅ | Imago | Larve L ₅ | Imago | Larve L ₅ | Imago |
| 1 | 1,18 | 2,02 | 1,14 | 1,49 | 0,99 | 1,66 |
| 2 | 1,35 | 2,08 | 0,89 | 1,54 | 0,90 | 1,57 |
| 3 | 1,57 | 2,18 | 1,21 | 1,37 | 1,05 | 1,56 |
| 4 | 1,89 | 2,24 | 1,26 | 1,42 | 0,93 | 1,53 |
| 5 | 2,32 | 2,19 | 1,23 | 1,71 | 0,97 | 1,49 |
| 6 | 1,92 | 2,28 | 1,35 | 1,74 | 1,02 | 1,49 |
| 7 | 1,80 | 2,30 | 1,34 | 1,74 | 0,97 | 1,49 |
| 8 | 1,97 | 2,36 | 1,44 | 1,71 | 1,12 | 1,40 |
| 9 | / | 2,39 | 1,37 | 1,64 | 1,15 | 1,61 |
| 10 | / | 2,56 | / | 1,78 | 1,09 | 1,91 |
| 11 | / | 2,47 | / | 1,69 | 0,88 | 1,75 |
| 12 | / | 2,47 | / | 1,86 | / | 1,68 |
| 13 | / | 2,52 | / | 1,84 | / | 1,65 |
| 14 | / | 2,46 | / | 1,76 | / | 1,75 |
| 15 | / | 2,55 | / | 1,90 | / | 1,88 |
| 16 | / | 2,52 | / | 1,93 | / | 1,74 |
| 17 | / | 2,49 | / | 1,92 | / | 1,59 |
| 18 | / | 2,50 | / | / | / | 1,78 |
| 19 | / | 2,51 | / | / | / | 1,81 |
| 20 | / | 2,50 | / | / | / | 1,91 |
| 21 | / | 2,49 | / | / | / | 1,83 |
| 22 | / | 2,49 | / | / | / | 1,69 |
| 23 | / | 2,49 | / | / | / | / |
| 24 | / | 2,58 | / | / | / | / |
| 25 | / | 2,58 | / | / | / | / |
| 26 | / | 2,57 | / | / | / | / |
| 27 | / | 2,51 | / | / | / | / |
| 28 | / | 2,44 | / | / | / | / |
| 29 | / | 2,61 | / | / | / | / |
| 30 | / | 2,66 | / | / | / | / |

MESBAHI (2011) note que chez les individus nourris par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae), un gain de poids de 17,017% est noté chez les larves L₅, alors que chez les adultes une perte de poids de l'ordre de -12,58% de leur poids initial [52]. Tail (1998), OULD AHMEDOU *et al.* (2001), ABBASSI *et al.* (2004) et OULD EL HADJ *et al.* (2006) rapportent que suite à l'exposition des larves L₅ et des adultes du Criquet

pèlerin à une plante nourricière aspergée d'extraits soit de *Milia azerdarach*, d'*Azeradarachta indica*, de *Nerium oleander* L. (Apocynaceae), d'*Inola viscosa*, d'*Eucalyptus occidentalis*, de *Calotropis procerea*, et de *Glinus litoides* L. (Molluginaceae), une baisse progressive du poids est constatée [13,16,18,47]. Au cours de l'expérimentation, un retard de croissance et une absence totale de la mue est observée chez les larves nourris par des feuilles traitées de chou aux extraits foliaires acétoniques et alcaloïdiques de *C. arabica*. Chez les individus des lots traités, les variations de l'évolution pondérale constatées révèlent la faculté phago-répulsive et l'anti-appétence de ces extraits et leurs effets sur la digestion qui se traduisent par une croissance pondérale restreinte.

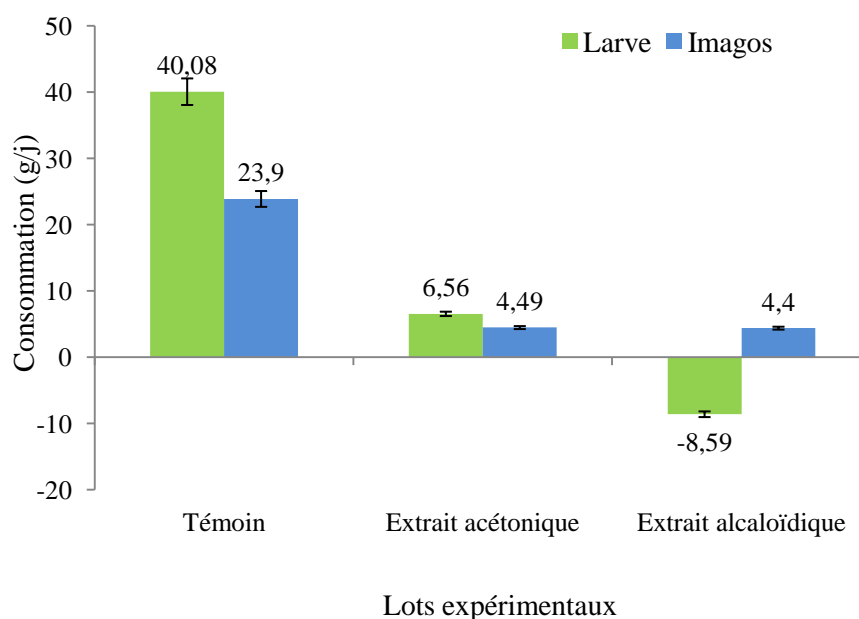


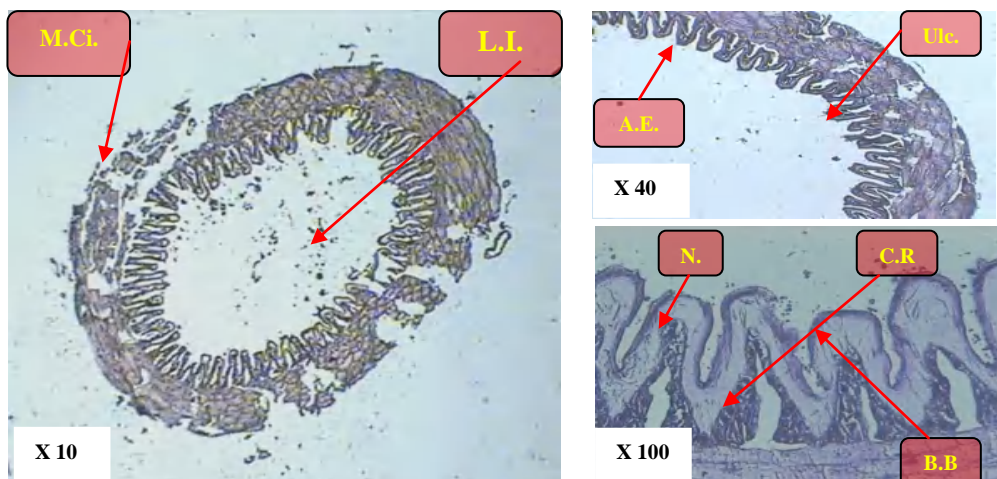
Figure 3.- Variation de poids par rapport au poids initial des larves L₅ et des imagos de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou témoins et traitées par les extraits alcaloïdiques des trois plantes acridifuges

3.5.- Effet sur le tube digestif

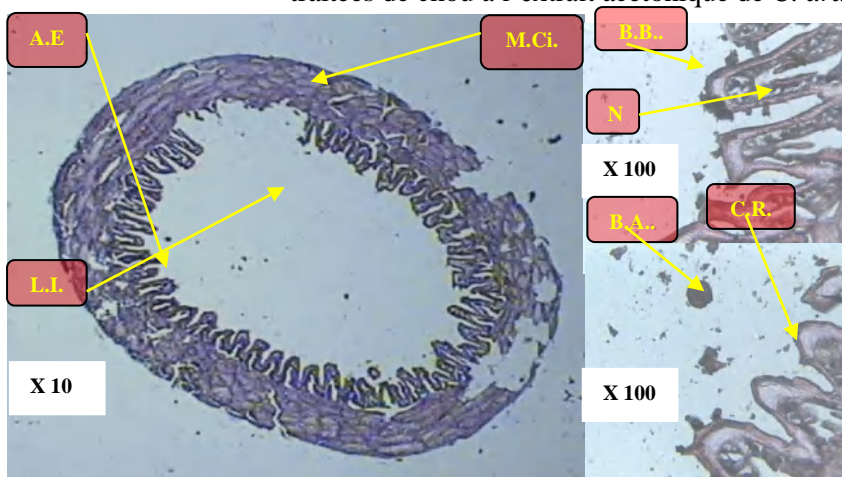
L'examen des sections du tube digestif prélevées des individus du Criquet pèlerin nourris par les feuilles de choux traitées aux extraits foliaires de *C. arabica* montre que les sections examinées ne contiennent guère de bols alimentaires. Il semble que c'est une conséquence d'un effet dissuasif entraînant l'inhibition de la prise de nourriture exercés par ces extraits vis-à-vis des larves L₅ et des imagos de *S. gregaria*. Il est noté que la membrane péritrophique est absente chez les individus nourris par les feuilles traitées de chou par ces extraits (photo 2). L'aspect général de l'intestin en particulier; son diamètre, chez les individus traités apparaît supérieur comparativement à celui noté chez les individus témoins. Cette modification du diamètre de l'intestin des individus traités, résulte probablement d'une atrophie et d'un relâchement des assises musculaires circulaires. Il est aussi observé une irrégularité des bordures de l'assise épithéliale et une réduction dans sa hauteur comparativement à celui observé chez les individus témoins. Des ulcérations au niveau de tissus épithélial sont observées, des cellules est d'aspect granuleux, les cellules basales de l'épithélium du mésentéron ont des gros noyaux et la chromatine est très visible, et se présente sous forme de granule très dense dans le nucléoplasme.

Pour IDRISSE-HASSANI et HERMAS (2008), l'ingestion de feuilles fraîches de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) par les larves L₄ et les imagos de Criquet pèlerin, engendre des

modifications profondes dans la structure de l'intestin moyen chez cet acridien; avec soit une augmentation dans le diamètre de l'intestin résultant ainsi du relâchement des assises musculaires externes, une atrophie et une distension de l'assise musculaire circulaire, un aspect granuleux et une hauteur réduite de l'épithélium mésentéral. La bordure en brosse est irrégulière ou bien dégradée et l'espace intercellulaire est anormalement important. En outre, les cellules épithéliales sont fortement vacuolisées et leurs noyaux s'hypertrophient. La chromatine est désorganisée et se condense en granules très visibles dans le nucléoplasme [20]. Ces symptômes sont typiques des dégénérescences cellulaires. Ils témoignent des dégénérescences cellulaires. Il est souvent observé des ulcérations chez les individus nourris par des feuilles de *P. harmala*. PREMEELA et MURALEEDHARAN (1995) rapportent que les extraits méthanoliques de feuilles de *Vitex negundo* L. (Asteraceae) et d'*Eupatorium odoratum* L. (Verbenaceae) engendrent des lésions profondes au niveau de l'épithélium intestinal de *Dysdercus cingulatus* Fabr. (Heteroptera-Pyrrhocridae) [54]. Dans leur étude sur la toxicité de suneem 1%; un insecticide larvicide à base de feuilles de Neem *Azadirachta indica* Juss. (Meliaceae) sur des larves de deux espèces de moustique, *Culex quinquefasciatus* L. et *Anopheles gambiae* M. (Diptera- Culicidae), Demba NDIONE *et al.* (2013), signalent des altérations au niveau du tube digestif des larves traitées. La membrane basale est altérée, la membrane péritrophique est démolie [55]. L'épithélium



a.- Coupes transversales de l'intestin moyen d'un imago de *S. gregaria* alimenté par des feuilles traitées de chou à l'extrait acétonique de *C. arabica*



b.- Coupes transversales de l'intestin moyen d'un imago de *S. gregaria* alimenté par des feuilles traitées de chou à l'extrait alcaloïdique de *C. arabica*

Photo 2(a,b).- Coupes transversales dans l'intestin moyen des individus de *S. gregaria* alimentés par des feuilles traitées de chou aux extraits foliaires de *C. arabica*

(A.E.: assise épithéliale, L.I.: lumière intestinale, M.C.I.: Muscle circulaire, N.: gros noyau, B.B.: bordure en brosse, C.R.: cellule de régénération, Ulc: ulcération)

intestinal est irrégulier et des nécroses cellulaires. Les cellules de l'épithéliales sont fortement vacuolisées. De même, l'extrait des polyphénols totaux extraits de feuilles d'olivier *Olea europea* L. (Oleaceae), chez le Criquet migrateur *Locusta migratoria*, engendre des lésions de l'épithélium intestinal au niveau de mésentéron [56]. Des modifications histopathologiques sont observées au niveau du canal alimentaire des larves L₅ et les imagos d'*Heteracris littoralis* Ram. (Orthoptera-Acrididae) alimentés par un substrat alimentaire de synthèse aspergées par les hiles essentielles de trois plantes dont *Allium sativum* L. (Liliaceae), *Eucalyptus globulus* Lab. (Myrtaceae) et *Mintha pipreta* L. (Lamiaceae); soit une désorganisation des cellules épithéliales du mésentéron, avec élargissement de la lumière centrale, une membrane péritrophique lysée, une destruction de la vacuolisation des cellules et une rupture de la paroi cellulaire, déformation des cellules basales et l'observation des nécroses cellulaires [57].

Conclusion

L'étude de la toxicité des extraits foliaires de *C. arabica* L. montre que la prise de nourriture est fortement affectée. L'effet inhibiteur de la prise de nourriture enregistré s'accompagne d'une inhibition du phénomène d'exuviation. L'ingestion des feuilles de chou traitées par ces extraits végétaux provoque de profondes perturbations digestives; elles se traduisent par de coefficients d'utilisation digestive apparents et de coefficients de conversion digestive faibles. Des signes d'intoxications (réduction de l'activité motrice, défécation intense, des pertes en eau importante sous forme des diarrhées) sont observés. L'ingestion des feuilles de choux traitées engendre des modifications dans l'anatomie du tube digestif de cet acridien, dont l'altération de la membrane péritrophique, l'épithélium de l'intestin moyen présente une hauteur faible, des hypertrophies et des ulcérations. Ces syndromes d'intoxication se traduisent par la mortalité des individus où des pourcentages de mortalité de 100% sont enregistrés chez les larves L₅ et chez les imagos de *S. gregaria*.

Références bibliographiques

- [1].- Symmons P. M. et Cressman K., 2001.- Directive sur le Criquet pèlerin 1. Biologie et comportement. Ed. FAO, Rome, 43 p.
- [2].- Lecoq M., 2004.- Vers une solution durable au problème du Criquet pèlerin. Sécheresse, vol. 15 (3): 217-224.
- [3].- Ramade F., 1991.- Caractères écotoxicologiques et impact environnemental potentiel des principaux insecticides utilisés dans la lutte anti-acridienne. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris, Pp 179-191.
- [4].- Thiam, 1991.- Problématique de l'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne au Sahel. Lu lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris Pp 193-206.
- [5].- Moumen K., 1995.- Méthodes et techniques des luttés contre les acridiens. Stage de formation en lutte antiacridienne. Ed. INPV/ OADA, Alger, Pp 137-148.
- [6].- Launois-Luong M. H., Launois M. and Rachidi T., 1988.- La lutte chimique contre le criquet du sahel. Collection Acridologie Opérationnelle, n°3, CIRAD/PRIFAS Montpellier, 43 p.

- [7].- Brader L. H. Djibo H., Faye F. G, Ghaout S., Lazar M., Luzietoso P. N. et Ould Babah M. A., 2006.- Evaluation multilatérale de la campagne 2003-2005 contre le Criquet pèlerin. Ed. FAO, Rome, 101 p.
- [8].- De Visscher M. N., 1991.- L'environnement de la lutte antiacridienne: les perspectives et les contraintes de la recherche. La lutte antiacridienne. Ed. AUPELUREF, John Libbey Eurotext, Paris, Pp 219-227.
- [9].- Abouzaid H., Bouchich L. et Foutlane A., 1991. - Effet des insecticides utilisés pour la lutte antiacridienne au Maroc sur les eaux utilisées pour l'alimentation en eau potable. La lutte antiacridienne. Ed. Aupel-Uref, John Libbey Eurotext, Paris: 229-238. Barton Browne et Raubenheimer, 2003)
- [10].- SAIZONOU N. J. 2000.- Lubilosa et la lutte contre les acridiens. Mini. Agriculture HS. n° 1, Paris, Pp 3-17.
- [11].- Peveling R., 2000.- Suivi environnemental des activités de la lutte antiacridienne à Malaimbandy, Madagascar. Projet d'appui à la gestion de l'environnement. International Ressources Group, n°839, Washington, 38 p.
- [12].- Mamadou A., Mazih A. et Inezdane A., 2005.- L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de *Pimelia* (Coleoptera, Tenebrionidae). La revue en sciences de l'environnement, vol. 6 (3): 1-8.
- [13].- Tail G., 1998.- Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), (Orthoptera-Acrididae) Efficacité entomologique de *Pseudomonas fluorescens* (*Pseudomonadales*) sur quelques aspects physiologiques du criquet pèlerin. Thèse Mag., INA, El Harrach, Alger, 190 p.
- [14].- Kemassi A., 2008.- Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de Magister en Agronomie Saharienne, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 168 p.
- [15].- Abbassi K., Atay-Kadiri Z. and Ghaout S., 2003a. - Biological effects of alkaloids extracted from three plants of Moroccan arid areas on the desert locust. The Royal Entomological Society, Physiological Entomology, vol. 28: 232-236.
- [16].- 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* (Forskål, 1775). Zool. Baetica, vol. 15: 153-166.
- [17].- Abbassi K., Mergaoui L., Atay-Kadiri Z., Ghaout S. et Stambouli A., 2005.- Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin. Zool. Baetica, vol. 16: 31-46.
- [18].- Ould El Hadj M. D., Tankari Dan-Badjo A., Halouane F. and Doumandji S., 2006.- 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). Sécheresse, vol. 17(3): 407-414.
- [19].- Zouiten, H., K. Abbassi, Z. Atay-Kadiri, M. Mzari, M. El Mahi and Essassi E. M., 2006.- Insecticidal activity of *Solanum sodomaeum* (Solonaceae) extracts on *Schistocerca gregaria* (Forskål) larvae. J. Orthop. Res., vol. 15 (2):171-173.
- [20].- Idrissi Hassani L. M., et Hermas J., 2008. -Effet de l'alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica, vol. 19: 71-84.
- [21].- Kemassi, A., Z. Boual, A. Ould El Hadj-Khelil, M. Dadi Bouhoun et Ould El Hadj M. D., 2010.- Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. et Reut.) (Euphorbiaceae) chez le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae). Ann. de Sci. et Technol., Uni. Kasdi Merbah-Ouargla, vol. 2 (1): 60-71.
- [22].- Kemassi A., Ould El Hadj-Khelil A., Boual Z., Hamid Oudjana A. et Ould El Hadj M. D., 2012a.- Activités biologiques des huiles essentielles brutes foliaires de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). PhytoChem & BioSub Journal, vol. 6 (2): 71-77.
- [23].- Kemassi, A., Z. Boual, A. Lebbouz I., Dadi Bouhoun M., Sakeur M. L., Ould El Hadj-Khelil A., and Ould El Hadj M.D., 2012b.- Étude de l'activité biologique des extraits foliaires de *C. arabica* L. (Capparidaceae). Lebanese Science Journal, vol. 13 (2): 81-97.
- [24].- Kemassi A., Boual Z., Bouziane N., Ould El Hadj-Khelil A. and Ould El Hadj M.D., 2013a. - Biological activity of essential oils leaves from one Sahara plant: *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) on the desert locust. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, vol. 2(8): 389-395.
- [25].- Kemassi A., Bouziane N., Boual Z., Mesbahi Z., Ghenabzia M., Kafi M., Benbrahim F., Hadjseyd A., Gharib T., Ould El Hadj-Khelil A. et Ould El Hadj M. D., 2013b.- Étude de la toxicité des extraits foliaires d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. Et Reut. (Euphorbiaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididea). PhytoChem & BioSub Journal, vol. 7 (1): 2-13.
- [26].- Kemassi A., Hellali N., Boual Z., Ould El Hadj-Khelil A., Hadjmahammed M. et Ould El Hadj M. D., 2013c.- Toxicité comparée des huiles essentielles foliaires de trois plantes spontanées récoltées au Sahara algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera- Cyrtacanthacridinae). Algerian journal of arid environment, vol. 2 (2): 34-42.
- [27].- Gubb A. S., 1913.- La flore Saharienne: Un aperçu photographique. Ed. Adolphe, Jourdan, Alger, 129 p.
- [28].- Maire R., 1933.- Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. Mission du Hoggar II, Alger, 361

p.

- [29].- Ozenda P., 1991.- Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, 3^{ème} édition augmentée, Paris, Pp 662 p.
- [30].- Øyvind M. A. and Kenneth R. M., 2006.- Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications. Ed. CRC Press, Taylor Francis Group- USA, 1212 p.
- [31].- Roberts M. F. and Wink M., 1998. - Alkaloids: Biochemistry, Ecology and Medicinal Applications. Plenum Press, New York and London, 486 p.
- [32].- Martoja R. et Martoja-Pierson M., 1967.- Initiation aux techniques de l'histologie animale. Ed. Masson et Cie éditeurs, Paris, 329 p.
- [33].- Young B., Lowe Js., Stevens A. and Heath JW., 2006.- Atlas d'histologie fonctionnelle de Weather. Ed. De Boeck- UK, United Kingdom, 28p.
- [34].- Bocquene G. et Miossec L., 1987.- Effets létaux et sublétaux à long terme d'un nonylphénol polyéthoxyle, le NP 5 sur la civelle. Rapport scientifique. Direction de l'Environnement et des Recherches Oceaniques. ARCHIMER. Ifermers' Institutional Repository- France, 53p.
- [35].- Ricklefs R. E., Schwarzbach A. E., and Renner S. S., 2006. - Rate of lineage origin explains the diversity anomaly in the world's mangrove vegetation. *American Naturalist*, vol. 168 (4): 805–810.
- [36].- Walbauer G.P., 1968. - The utilization and consumption of food by insects. *Journal of Insect physiology*, vol. 5: 229-288.
- [37].- Barton Browne L. et Raubenheimer D., 2003.- Ontogenetic changes in the rate of ingestion and estimates of food consumption in fourth and fifth instar *Helicoverpa armigera* caterpillars. *Journal of Insect Physiology*, vol. 49: 63-71.
- [38].- Simpson S. J., 1982. - Changes in the efficiency of utilisation of food throughout the fifth instar nymphs of *Locusta migratoria*. *Entomologia Experimentalis et applicata*, vol. 31: 265-275.
- [39].- Hemming J. D. C. and R. L. Lindroth. 1995. - Intraspecific variation in aspen phytochemistry: effects on performance of gypsy moths and forest tent caterpillars. *Oecologia*, vol. 103: 79-88.
- [40].- Harborne J. B., 1993. - Introduction to chemical ecology. Ed. Academic press London, 317 p.
- [41].- Haubruge E. et Amichot M., 1998.- Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Revue Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol. 2 (3): 161–174.
- [42].- Colasurdoa N., Dussutoura A. and Desplanda E., 2007. - Do food protein and carbohydrate content influence the pattern of feeding and the tendency to explore of

forest tent caterpillars? *Journal of Insect Physiology*, vol. 47: 63–71.

- [43].- Bouziane N., 2012.- Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) récoltés au Sahara Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques-Protection des Végétaux, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 74 p.
- [44].- Legal P., 1989.- Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). *Bull. Ecol. Ento.*, T. 20 (3): 245-261.
- [45].- Louis S., 2004.- Diversité structurale et d'activité biologique des albumines entomotoxiques de type 1b des graines des Légumineuses. Thèse de Doctorat, Institut national des sciences appliquées de Lyon, 260 p.
- [46].- Philogene B. J. R., 1991.- L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris, Pp 269-278.
- [47].- Ould Ahmedou M. L., Bouaichi A. and Idrissi Hassani L. M., 2001.- Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). *Zool. Baetica*, vol. 12: 109-117.
- [48].- Moreteau B., 1991.- Etude de certains aspects de la physio-toxicologie d'insecticides de synthèse chez le Criquet migrateur *Locusta migratoria* (R. et F.). La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris, Pp 167-178.
- [49].- Brennière J. Jover H. et De Malmann R., 1949.- Sur la nutrition de quelques Orthoptères. *Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France*, vol. 28 (3): 134-141.
- [50].- Chauvin R., 1956.- Physiologie des insectes. Le comportement, les grandes fonctions, écophysiologie. Ed. INRA., Paris, 917 p.
- [51].- Wilps H. Nasseh O. Krall S. et Salissou G. B., 1992.- Les effets inhibiteurs de croissance et de biocides végétaux sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Rev. Sahel, PV. Info*, n° 45: 5-19.
- [52].- Mesbahi Z., 2011.- Bioactivité des extraits foliaires de *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae). Mémoire d'ingénieur en protection des végétaux, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 105 p.
- [53].- Le Berre R., 1967.- Les membranes péritrophiques chez les arthropodes leur rôle dans la digestion et leur intervention dans l'évolution d'organismes parasites. *Cah. O.R.S.T.O.i, sér. Ent. Méd.*, vol. V (3): 149-204.
- [54].- Premeela M. et Muraleedharan D., 1995.- Inhibition of food digestion by certain phytochemicals in red cotton bug *Dysdercus cingulatus* Fabr. (Heteroptera-

Pyrrhocridae). Proc. Indian natn. Sci. Acad., vol. 61 (5): 389:394.

- [55].- Demba Ndione r., Ndiaye M., Faye O., Marie Afoutou J. et Dieye A., 2013.- Larvicidal and cytopathologic effects of Suneem 1% (neem: *Azadirachta indica*, A. Juss, Meliaceae) on mosquitoes vectors of diseases. Topclass Journal of Herbal Medicine, vol. 2(3): 43-58.
- [56].- Bendou, R. 2001.- Contribution à l'étude anatomique et histophysiologique de l'appareil digestif de *Locusta migratoria* (Linné, 1758). Action histopathologique des extraits de polyphénols totaux de feuilles d'olivier *Olea europea* sur le tractus digest du criquet migrateur. Mém. Magister Sci. Agro., Inst. Nati. Agro., El Harrach-Alger Algérie, 163p.
- [57].- Sharaby A., Montasser S., Mahmoud Y. et Ibrahim S., 2012.-Natural Plant Essential Oils for Controlling the Grasshopper (*Heteracris littoralis*) and their Pathological Effects on the Alimentary Canal. Ecologia Balkanica, vol. 4(1): 39-52.



- 2- Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (euphorbiaceae) récoltée dans oued sebseb (sahara algérien) sur le *Tribolium castaneum*. 2019. *Lebanese Science Journal*, Vol. 20, No. 1. <http://dx.doi.org/10.22453/LSJ.020.1.055-070>

EFFET INSECTICIDE DES EXTRAITS AQUEUX D'EUPHORBIA GUYONIANA (EUPHORBIACEAE) RECOLTEE DANS OUED SEBSEB (SAHARA ALGERIEN) SUR LE *TRIBOLIUM CASTANEUM*

A. Kemassi^{*1,2}, A. Herouini^{1,2}, S. A. Hadj³, R. Cherif¹, M. D. Ould Elhadj²

¹Laboratoire de Mathématique et Sciences Appliquées, Université de Ghardaïa, B.P 455, Ghardaïa, 47000, Algérie.

²Laboratoire de Protection des Écosystèmes en Zones Arides et Semi Arides Université Kasdi-Merbah, Ouargla., BP511 Ouargla 30000 Algérie.

³Département des hydrocarbures Université Kasdi-Merbah, Ouargla., BP511 Ouargla 30000 Algérie.

*Corresponding author: Abdellah Kemassi
akemassi@yahoo.fr

(Received September 2017– Accepted February 2019)

RESUME

A. Kemassi, A. Herouini, S. A. Hadj, R. Cherif, M. D. Ould Elhadj. 2019. Effet insecticide des extraits aqueux d'Euphorbia guyoniana (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) sur le Tribolium castaneum. *Journal Scientifique Libanais*. 20(1) : 55-70.

L'étude réalisée porte sur l'effet insecticide des extraits foliaires et racinaires d'Euphorbia guyoniana B. oiss. & Reut. (Euphorbiaceae), récoltées dans Oued Sebseb, Sahara septentrional Est Algérien sur les imagos de Tribolium castaneum (Herbst, 1797). (Coleoptera- Tenebrionidae). L'extrait aqueux d'Euphorbia guyoniana engendre une mortalité de 100% sur la population traitée. Ce pourcentage de mortalité est atteint au bout de moins 10 jours. L'estimation de la concentration d'efficacité 50 (CE50) et 90 (CE90) montre le fort effet insecticide de ces préparations vis-à-vis des imagos de Tribolium castaneum. Pour le lot d'insectes traités par l'extrait foliaire, les valeurs de CE50 et CE90 rapportées sont de l'ordre de 0,0158 mg/ml et 0,0322 mg/ml respectivement, et de 0,0186 mg/ml et 0,0394 mg/ml pour l'extrait racinaire, respectivement. L'évaluation des temps létaux 50 (TL₅₀) montre que les deux extraits

d'Euphorbia guyoniana ont une rapidité d'action particulière vis-à-vis des imagos de Tribolium castaneum.

Mots-clés : *Euphorbia guyoniana*, extrait aqueux, concentration d'efficacité, *Tribolium castaneum*, Sahara.

ABSTRACT

A. Kemassi, A. Herouini, S. A. Hadj, R. Cherif, M. D. Ould Elhadj. 2019. Insecticidal effect of *Euphorbia Guyoniana* (Euphorbiaceae) aqueous extracts harvested in Oued Sebseb (Algerian Sahara) on the *Tribolium Castaneum*. *Lebanese Science Journal*. 20(1): 55-70.

The study was conducted to evaluate the insecticidal effect of foliar and root extracts of Euphorbia guyoniana Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae), harvested from Oued Sebseb, northern Algerian Sahara on the adults of Tribolium castaneum (Coleoptera-Tenebrionidae). The aqueous extract of Euphorbia guyoniana caused 100% mortality of the treated population after 10 days. Determination of lethal concentrations (EC50 and EC90) showed strong insecticidal effect of Euphorbia aqueous preparations in adults of Tribolium castaneum. The values of EC50 and EC90 for leaf aqueous extracts were 0.0158 mg / ml and 0.0322 mg / ml, respectively; while those of root aqueous extracts were 0.0186 mg / ml and 0.0394 mg / ml respectively. The evaluation of the lethal times 50 (TL50) showed that both leaf and root extracts of Euphorbia guyoniana had rapid mortality action against adults of Tribolium castaneum.

Keywords: *Euphorbia guyoniana*, aqueous extract, efficiency concentration, *Tribolium castaneum*, Sahara.

INTRODUCTION

Les insectes phytophages sont considérés comme un fléau qui menace les ressources alimentaires de l'Homme. Dans les pays en voie de développement particulièrement en Asie et en Afrique, les dégâts causés par les insectes sont importants à cause des conditions climatiques adéquates à leur développement. En raison des fortes pullulations de ces insectes, la lutte à l'aide des pesticides chimiques de synthèse est le moyen le plus utilisé. Bien que les pesticides soient efficaces, leurs effets collatéraux sur l'environnement sont incontestablement inestimables et le devenir de ces produits chimiques dans les écosystèmes reste méconnu (Alzouma, 1990).

Suite à l'augmentation de l'attention de la collectivité scientifique nationale et internationale sur les risques relatifs aux usages des pesticides chimiques, il

y eut la nécessité de rechercher des méthodes alternatives moins toxiques pour lutter contre les organismes nuisibles, notamment l'utilisation des préparations à base de certaines plantes (Kemassi *et al.*, 2010, 2012, 2013, Idrissi et Hermas 2008, Ould El Hadj *et al.* 2006, Zouiten *et al.* 2006, Candan *et al.*, 2003).

Les plantes de la famille Euphorbiaceae ont des substances secondaires qui ont des effets antimicrobiaux, antifongiques et insecticides (Ould El Hadj *et al.* 2006, Zouiten *et al.* 2006). En effet, *Euphorbia guyoniana* est une plante toxique à effets divers ; elle est aussi utilisée en pharmacopée de nombreuses populations sahariennes contre les morsures de serpents et comme expectorante et diurétique. Elle est à éviter en pâturage (Gubb, 1913 ; Maire, 1933).

Dans ce contexte, la présente étude recherche le potentiel insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* Bois. & Reut. (Euphorbiaceae) récoltée dans le Sahara septentrional Est algérien.

METHODOLOGIE

Principe adopté

La présente étude porte sur les effets insecticides d'*Euphorbia guyoniana* sur quelques paramètres biologiques du *Tribolium castaneum* (Coleoptera-Tenebrionidae). Les critères d'appréciation sont non seulement le taux de mortalité, mais aussi les effets en termes de l'activité locomotrice et la prise de nourriture chez les individus traités.

Matériel biologique

Les plantes d'*Euphorbia guyoniana* ont été collectées d'Oued Sebseb durant le mois de mars 2014. Les parties aériennes et souterraines d'*Euphorbia guyoniana* (tiges et racines) ont été utilisées pour la préparation des extraits.

Euphorbia guyoniana B. & R.

Cette plante est souvent appelée Lebbina ou Oum-Ellebina chez les populations du Sahara septentrional Algérien. C'est une plante vivace de la famille des Euphorbiaceae à système racinaire très développé, pénétrant profondément dans le sol, d'environ 1 m de hauteur. Ses tiges, dressées, non charnues et très ramifiées, contiennent du latex. Les feuilles, petites, linéaires et alternées, se dessèchent rapidement. Elle présente des graines sans caroncule, noirâtres et munies d'un côté longitudinales gris. La floraison s'échelonne sur les saisons d'hiver et du printemps (Ozenda, 1991 ; Chehma, 2006).

Chez les populations du Sahara septentrional Algérien est souvent appelée Lebbina ou Oum-Ellebina. C'est une laticifère vivace de la famille des Euphorbiaceae, d'environ 1 m de hauteur. Ses tiges sont dressées, non charnues et très ramifiées. Les feuilles sont très petites, linéaires et alternés (souvent absentes sur les rameaux fleuris). Elle présente des graines sans caroncule, noirâtres et munies d'un côté longitudinales gris. La floraison s'échelonne sur les saisons d'hiver et du printemps (Ozenda, 1991 ; Chehma, 2006). Bien qu'elle soit toxique, *Euphorbia guyoniana* est utilisée en pharmacopée des populations sahariennes contre les morsures de serpents et comme expectorante et diurétique. (Gubb, 1913 ; Maire, 1933).

Insecte test

Tribolium castaneum est un ravageur des denrées alimentaires stockées, surtout connu dans les régions tropicales et subtropicales (Howe, 1956 ; 1965 ; Sokolof, 1972, 1974, 1977). Dans les pays du sahel africain, cet insecte cause des dégâts importants au niveau des stocks des céréales (Roorda et al., 1982). Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement environ 500 à 800 œufs qui éclosent au bout de cinq jours à 30°C. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphoses sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. La longévité de l'insecte varie de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques particulièrement thermiques. Le *Tribolium castaneum* est capable d'infester le blé, maïs, orge, sorgho, millet, manioc, arachide, coton, ricin, cacao (Delobel et Tran, 1993 ; Cruz et Col, 1988).

Élevage de l'insecte

L'élevage de l'insecte est maintenu dans les conditions naturelles de laboratoire pédagogique del'université de Ghardaïa-Algérie. Les échantillons de semoule infestés d'insectes sont prélevés à partir d'un entrepôt appartenant aux Coopératives des Céréales de Légumes Secs (CCLS) de Ghardaïa-Algérie. La souche échantillonnée était maintenue en élevage de masse dans des récipients cubiques en plastique contenant des semoules. Les individus de *Tribolium castaneum* sont maintenus dans des conditions de laboratoire suivantes : température de $32 \pm 2^\circ\text{C}$, une humidité relative de $67 \pm 3\%$ et une photopériode 12h/12h.

Préparation des extraits végétaux

L'extraction par reflux est utilisée pour l'extraction des principes actifs par l'utilisation d'un mélange du solvant (1/3eau + 2/3méthanol). Elle permet le traitement à chaud de solides (matériel végétal) à l'aide de solvant en phase liquide ou partiellement

vaporisés. Le corps du dispositif d'extraction, contient un ballon de 2000ml dans le quel 100g de poudre végétale des tiges ou de la racine d'*Euphorbia guyoniana* est déposée avec suffisamment de solution aqueuse de méthanol. Le ballon est surmonté par un réfrigérant et fixé à l'aide des pinces et d'un support. Le chauffage est assuré par une chauffe-ballon réglé à 50°C. Le solvant est vaporisé puis condensé tout en restant en contact avec le matériel végétal. Les pertes de solution utilisée pour l'extraction sont quasi-nulles (Øyvind et Kenneth, 2006 ; Fattorusso et Tagliatalata-Scafati, 2007 ; Kemassi, 2014) .

Après refroidissement, une filtration est réalisée à l'aide du papier filtre standard, le résidu sec est jeté et le filtrat est recueilli. Ensuite, ce dernier subit une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor-vapeur réglé à une température de 50 C°. L'extrait aqueux est récupéré et conservé à l'abri de la lumière dans des flacons hermétiquement fermés. D'après la littérature, le méthanol et l'eau ainsi que leur mélange à différents ratios sont beaucoup utilisés pour les extractions mixtes de plusieurs groupes chimiques (Bruneton, 1993)., pour cela, ce type d'extraction est maintenu pour notre étude.

Tests biologiques

Pour permettre cette étude, neuf (09) lots d'insectes sont constitués, dont un lot témoin et quatre lots traités par l'extrait de la partie aérienne et quatre autres lots traités par l'extrait racinaire. Chaque lot est constitué de 3 boîtes de Pétrie contenant chacune 20 individus de *Tribolium* de même âge. Chaque lot est traité par une concentration de l'extrait végétal d'*E. guyoniana* suivant les concentrations : 100%, 75%, 50% et 25%.

Le test biologique réalisé consiste à alimenter les individus de *Tribolium* par de la semoule traitée par les extraits végétaux à différentes doses. Pour cela, 10g de semoule par boîte de Pétrie est mélangée avec 2ml d'extrait végétal ou témoin (eau distillée).

Le suivi expérimental est fait durant 10 jours en notant quotidiennement le nombre des individus morts et toutes anomalies de comportement observées.

Exploitation des résultats

Taux de mortalité

La mortalité est le premier critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée chez les adultes témoins et traités par les extraits végétaux est estimé en appliquant la formule suivante (Ould Elhadj *et al.*, 2006):

Mortalité observée = [Nombre de morts/Nombre total des individus] × 100
Concentration d'efficacité CE50

Les lettres CE désignent la «concentration d'efficacité», la CE₅₀correspondre à la quantité d'une matière administrée en une seule fois qui cause la mort de 50% d'un groupe traité. LaCE₅₀ est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière (Tedonkeng Pamo et *al.*, 2002; Kemassi, 2014). Pour la présente étude, la méthode des Probits est suivie.

Temps de mortalité

Les temps létaux 50 et 90 (TL₅₀ et TL₉₀), correspondent au temps nécessaire pour que 50% ou 90% des individus d'une population morte suite à un traitement par une substance donnée. Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du temps de traitement. Il y est utilisé, la formule de SCHNEIDER et la table des Probits (Tedonkeng Pamo et *al.*, 2002; Kemassi, 2014).

Formule de SCHNEIDER : $MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$

MC : % de mortalité corrigée ;

M2 : % de mortalité dans la population traitée ;

M1 : % de mortalité dans la population témoin.

RESULTATS ET DISCUSSION

Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction varie en fonction de l'espèce végétale, l'organe utilisé pour l'extraction, le stade de la plante, les conditions de séchage et à la nature du solvant utilisé au cours de l'extraction ou du fractionnement. Les rendements d'extraction correspondent au pourcentage du principe actif dissout dans le solvant organique utilisé pour l'extraction par rapport au poids du végétal utilisée pour l'extraction (KEMASSI, 2014). Le tableau 1 regroupe les valeurs du rendement d'extraction en principes actifs dissouts de différentes parties du végétale.

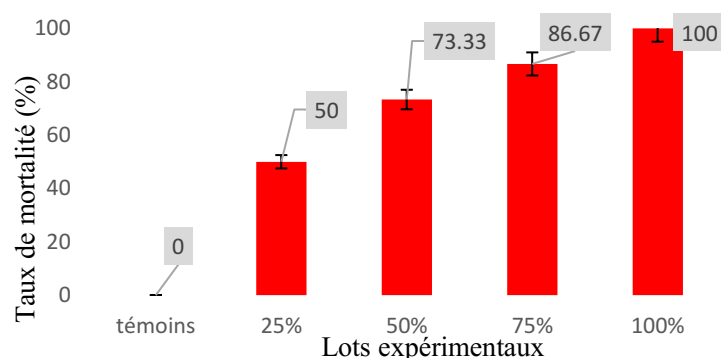
Tableau 1. Rendement d'extraction en métabolites secondaires d'*Euphorbia guyoniana*.

| | Organe | |
|----------------------------|----------------|--------|
| | Tige + Feuille | Racine |
| Rendement d'extraction (%) | 4,3% | 6,3% |

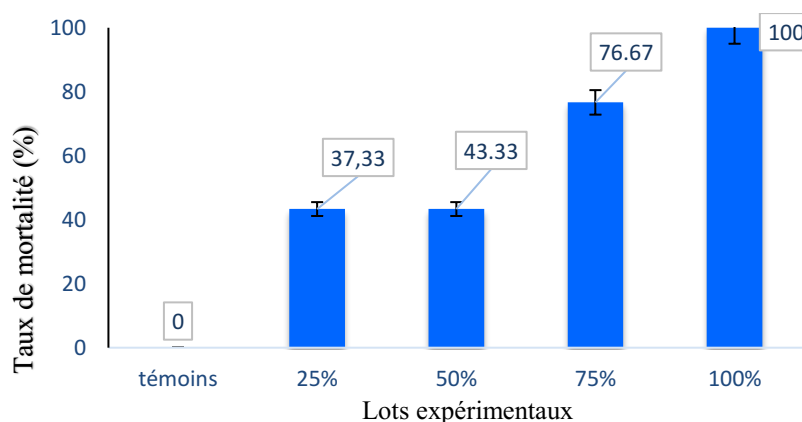
Il apparaît que les rendements d'extractions estimés à partir du poids sec de l'extrait par rapport au poids de la matière végétale sèche montrent qu'ils varient considérablement en fonction de la partie du végétal utilisée pour l'extraction. Pour les racines d'*Euphorbia guyoniana*, le rendement d'extraction est de 6,3%, cette valeur est supérieure à celle notée pour les tiges et les feuilles (4,3%). Ces valeurs du rendement d'extraction sont relativement élevées par rapport à d'autres plantes. Des travaux similaires ont rapporté la variabilité existante dans les valeurs du rendement d'extraction en métabolites secondaires en fonction de la partie du végétal utilisée au cours de l'extraction (Mogode, 2005). Dans ses travaux sur les feuilles d'*Euphorbia retusa* Forsk (Euphorbiaceae) récoltée au Sahara Algérien, Haba (2008) rapporte un rendement de 3% pour l'extrait méthanolique. Alors que Kemassi (2014) note des rendements d'extraction de 1,96% pour l'extrait hydro-méthanolique d'*Euphorbia guyoniana* obtenu par reflux.

Effet sur la mortalité

La figure 1 représente le taux de la mortalité cumulée de *Tribolium castaneum* témoins et traités par les extraits d'*E. guyoniana* (tableau 2). Il apparaît une variation dans les taux de mortalité cumulée entre les lots traités par les différentes concentrations soit 100%, 75%, 50%, 25% par rapport au témoin.



A. Taux de mortalité cumulée observé chez les imagos de *Tribolium castaneum* témoins et traités par des différentes concentrations (25-100%) de l'extrait aqueux des racines d'*Euphorbia guyoniana*



B. Taux de mortalité cumulée observé chez les imagos de *Tribolium castaneum* témoins et traités par l'extrait aqueux de la partie aérienne d'*Euphorbia guyoniana*

Figure 1(A,B). Pourcentage de la mortalité cumulée observé chez les imagos de *Tribolium castaneum* témoins et traités par les extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana*.

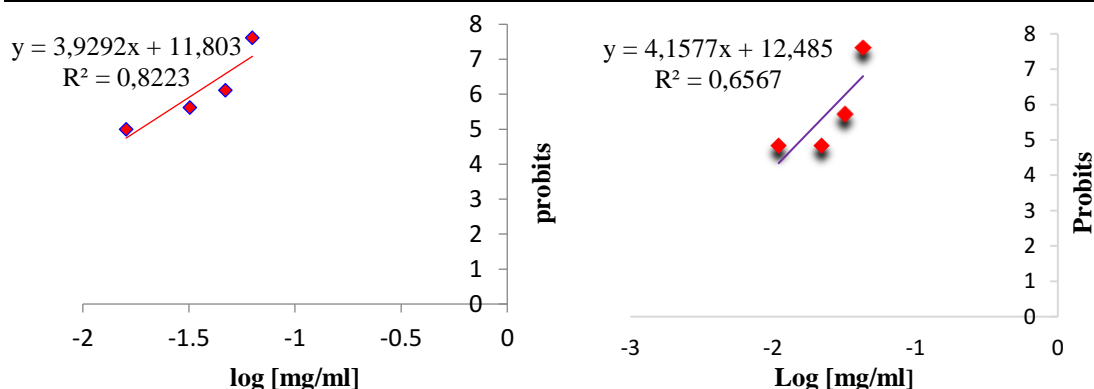
Au vu des résultats de la figure 1, il est noté que le taux de la mortalité varie selon les concentrations. Les valeurs rapportées pour le lot témoin sont plus faibles que celles notées pour les lots traitements. Aucune mortalité n'est notée au niveau du lot témoin. L'extrait aqueux pur d'*E. guyoniana* engendre une mortalité de 100% chez les imagos de *Tribolium castaneum* traités. Au niveau des lots traités par l'extrait aqueux pur des tiges et racines d'*E. guyoniana*, le taux de mortalité noté est de 100%. Bien que pour les autres lots traitements, les pourcentages de mortalité observés évoluent en fonction de la concentration en extraits appliquée ; un pourcentage de mortalité de 86,67% est noté au niveau du lot traité par l'extrait des racines à 75% de concentration. Alors que pour les deux autres concentrations soit 50% et 25%, il est de 73,33% et 50% respectivement. Pour l'extrait aqueux des tiges, un pourcentage de mortalité de 76,67% est noté au niveau des lots traités par l'extrait à 75% de concentration. Pour les deux autres concentrations soit 50% et 25%, le taux de mortalité enregistré est de 43,33% pour chacune. D'après Jacobson (1989), plus de 2000 espèces végétales possédant une activité insecticide. Dans l'ensemble, l'extrait aqueux d'*E. guyoniana* semble très toxique vis-à-vis de *Tribolium castaneum*. Kemassi, (2014), rapporte que, des syndromes d'intoxication sévères sont observés chez les individus du Criquet pèlerin nourris par des feuilles de chou traitées par les extraits aqueux d'*E. guyoniana* et de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae); des pertes en eau plus importantes sous forme de fèces liquides (diarrhée), une faible activité motrice, l'incapacité de jointure tarsique, difficultés et incapacités de muer sont observés.

Efficacité biocide de l'extrait aqueux de partie aérienne et souterraine d'*Euphorbia guyoniana* sur les imagos de *Tribolium castaneum*

Pour estimer la concentration létale 50 (CE50) à partir du-quelle on obtient 50% de la mortalité, il a été procédé à la transformation des pourcentages des mortalités corrigées en probits, et à la transformation en logarithme décimale des doses appliquées: Ces transformations nous permettent d'établir des équations des droites de régression de log de la dose en fonction des probits (Cavelier, 1976).

Tableau 2. Équation de régression, coefficient de régression et les valeurs de DL₅₀ et DL₉₀ pour l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana*.

| Organe | Equation de régressions | Coefficients de régressions | Dose létale [mg/ml] | |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|
| | | | DL ₅₀ | DL ₉₀ |
| Racine | Y= 4.1577+12.485 | R ² = 0.6567 | 0.0158 | 0.0322 |
| Partie aérienne | Y= 3.9292x+11.803 | R ² = 0.8223 | 0.0186 | 0.0394 |



A. Relation entre *T. castaneum* et la dose de l'extrait aqueux de la partie aérienne d'*E. guyoniana*.

B. Relation entre *T. castaneum* et la dose de l'extrait aqueux des racines de d'*E. guyoniana*.

Figure 2. (A, B). Relation entre *Tribolium castaneum* et la dose des extraits aqueux des tiges et des racines d'*Euphorbia guyoniana*.

Les tests de l'effet biocide des extraits d'*Euphorbia guyoniana* ont été effectués sur les imagos de *Tribolium castaneum*, afin d'estimer les doses entrainant une mortalité de 50% et 90% des imagos selon le modèle des Probits. Au vu des résultats de (tableau2) et la (figure 2), il est noté que les concentrations qui causent la mortalité de 50% et 90%

des imagos traités par l'extrait aqueux des tiges+feuilles sont de l'ordre de : $DL_{50} = 0.0186$ mg/ml et $DL_{90} = 0.0394$ mg/ml. Pour l'extrait des racines, il ressort que les doses létales qui causent la mortalité de 50% et 90% des imagos sont de l'ordre de 0.0158 mg/ml et 0.0322 mg/ml respectivement. En effet, les travaux de Bourgoïn (1981), Dagnogo et Coz (1982) ont noté ces mêmes variations, notamment la forte sensibilité de *Culex pipiens* L. (Diptera- Culicidae) à un grand nombre de souches bactériennes pathogènes dont *Bacillus sphaerique*. Les CL_{50} calculées par Aouinty et al. (2006) sur les larves du quatrième stade (L_4) de *Culex pipiens*, sont de l'ordre 530mg/l pour l'extrait aqueux de *Tetraclinis articulata* Vahl (Cupressaceae), et alors que pour l'extrait aqueux de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), il est de 600mg/l. Satymoorthy et al. (1997) ont montré l'activité larvicide des extraits aqueux de 16 plantes sur larves d'*Aedes aegypti* (Diptera- Culicidae). Ils ont obtenu une valeur de DL_{50} la plus faible de $2,40 \pm 0,31$ mg/l pour l'extrait de *Nocotia narustica* L. (Solanaceae). Kamel et al. (1970), In Mahmoudian et al., (2002), l'effet insecticide de feuilles de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur *Tribolium castaneum* est très marqué.

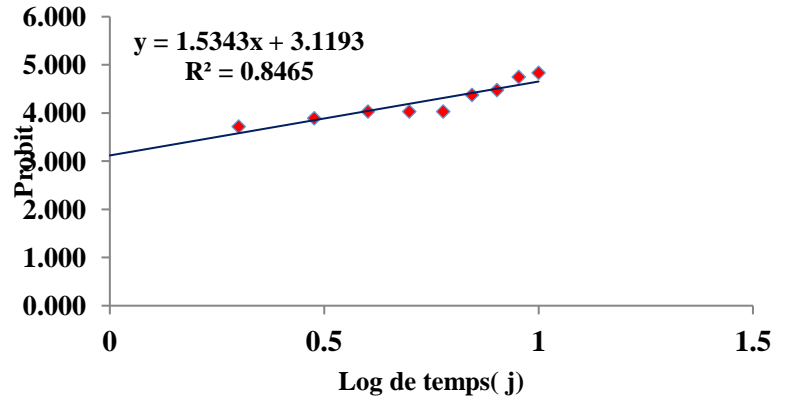
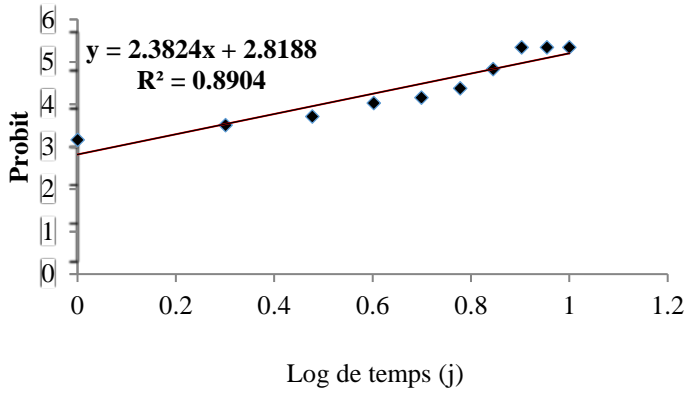
Temps létaux 50 de l'extrait aqueux de partie aérienne et souterraine d'*Euphorbia guyoniana* sur les imagos de *Tribolium castaneum*

Les calculs de temps létaux 50% (TL_{50}) ont été effectués en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités en fonction des logarithmes des temps de traitement. Les données sont groupées en classe de temps, dans cette étude en jour. Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la fréquence et le délai de survie de l'événement étudié qui est la mort des insectes. Le temps qui s'écoule entre le début du traitement et la date de la dernière observation est étudié. Au dernier jour du comptage le nombre de survivants, est noté. L'action dans le temps d'une substance vis-à-vis d'un organisme vivant, varie en fonction de la dose, la fréquence et le mode d'application, l'espèce test et son stade de développement (Sanchez-Bayo, 2009). La variabilité dans les valeurs de TL_{50} constatées entre les différentes parties de la plante dont la partie aérienne et des racines est probablement due aux variations dans la composition chimique entre les deux parties aériennes et souterraines, la nature des constituants chimiques de chaque partie de cette plante. Au vu des valeurs de la TL_{50} de chaque concentration en extrait végétal (tableau 3), il apparaît que l'extrait des racines d'*Euphorbia guyoniana* semblent toxiques que celui de la partie aérienne, et il montre une rapidité d'action particulière vis-à-vis des imagos de *Tribolium castaneum*.

Tableau 3. Équation des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de temps létaux 50 (TL₅₀) évaluées pour les 4 concentrations.

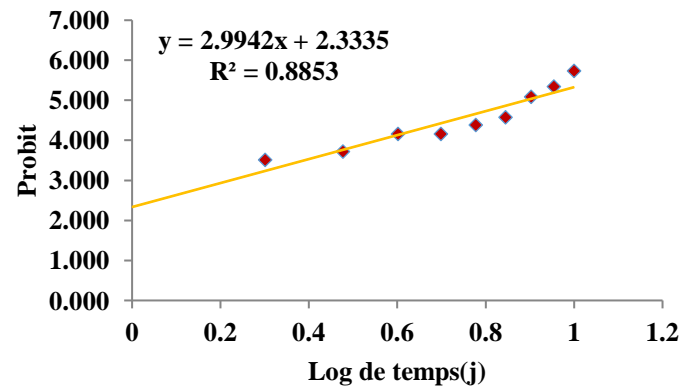
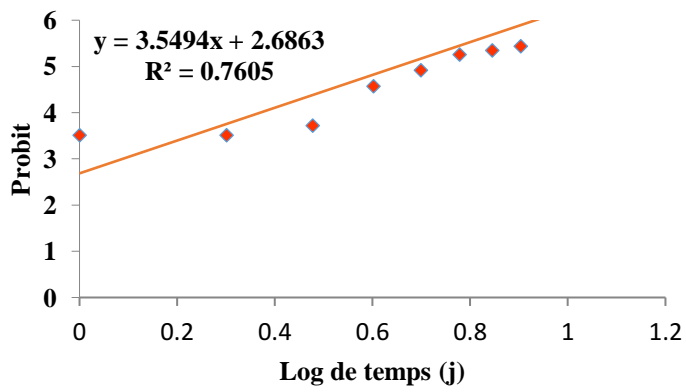
| Partie du végétal | Concentration (%) | Équation de régression | Coefficient de régression (R ²) | Temps létaux (en jours) TL ₅₀ |
|-------------------|-------------------|------------------------|---|--|
| Partie aérienne | 100 | Y=3.5494x+2.6863 | R ² =0.7605 | 4,4860 |
| | 75 | Y=2.9942x+2.3335 | R ² =0.8853 | 7,7724 |
| | 50 | Y= 2.3824x+2.8188 | R ² =0.8904 | 8,2328 |
| | 25 | Y=1.5343x+3.1193 | R ² =0.8465 | 16,8179 |
| Racines | 100 | Y=1.9957x+2.865 | R ² =0.7328 | 3,6881 |
| | 75 | Y=2.6171x+2.7217 | R ² =0.854 | 7,4224 |
| | 50 | Y= 2.3588x+2.2963 | R ² =0.9126 | 7,7049 |
| | 25 | Y=1.9957x+2.865 | R ² =0.7328 | 11,7436 |

Au vu des valeurs de la TL₅₀ de chaque concentration en extrait végétal des racines et la droite de régression des probits en fonction du logarithme des durées de traitement (Figure 3 A, B, C, D), il apparaît que l'extrait des racines d'*E. guyoniana* à 100% semble plus toxique que celui de la partie aérienne (tiges+feuilles) de cette même plante, les temps létaux rapportés sont de 3,89 jours et 4,49 jours pour les extraits aqueux purs des racines et de la partie aérienne respectivement. Quant aux autres concentrations soit 75%, 50% et 25 %, les TL₅₀ notés sont de l'ordre de 7,42, 7,71 et 11,74 jours pour l'extrait des racines respectivement, et sont de l'ordre de 7,77 jours, 8,23 jours et 16,81 jours pour l'extrait de la partie aérienne à 75%, 50% et 25% de concentration respectivement. Bounechada (2011) note chez les larves L₅ de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera-Tenebrionidae), des TL₅₀ plus court : soit 3,9 jours, pour *Melia azedarach* L. (Meliaceae) et de 6,8 jours pour *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae). Alors que chez les adultes de la même espèce, il est de l'ordre de 5,5 jours et 12,6 jours pour *Melia azedarach* et *Peganum harmala* respectivement. Asgar et Mohaddese (2011) dans leurs étude sur les huiles essentiels de *Azilia eryngioides* Hedge et Lamond (Apiaceae), notent un TL₅₀ plus court de l'ordre de 15,31h chez les adultes de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera-Tenebrionidae), alors que chez les adultes de *Sitophilus granarius* (L.) (Curculionidae), il est de l'ordre de 10,38h.



(A). Action de l'extrait à concentration de 50% dans le temps

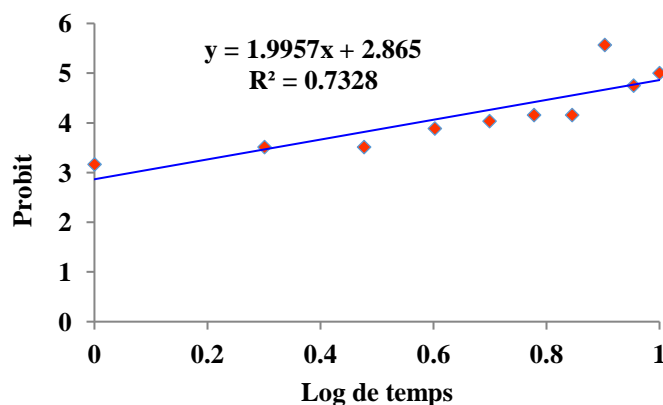
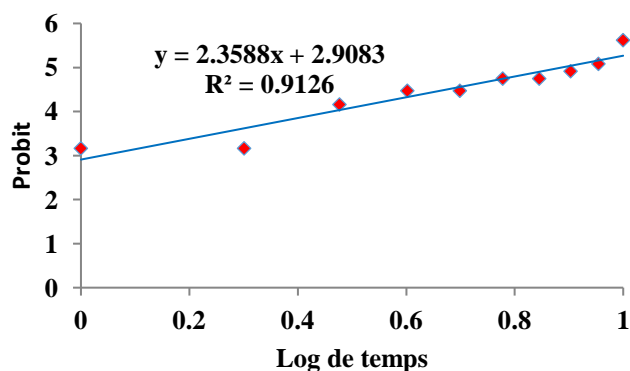
(B). Action de l'extrait à concentration de 25% dans le temps



(D). Action de l'extrait à concentration de 100 % dans le temps

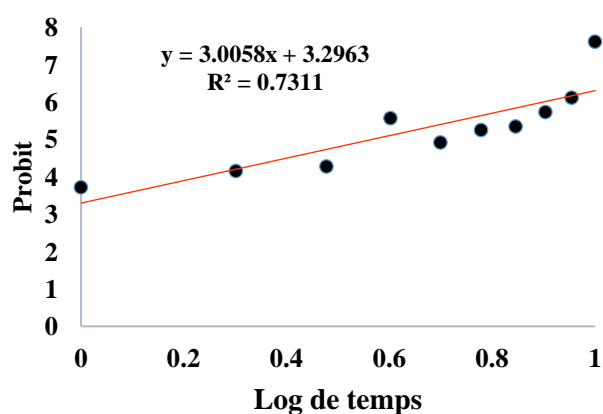
(C). Action de l'extrait à concentration de 75% dans le temps

Figure 3. (A ; B ; C ; D). Action de l'extrait de la partie aérienne d'*Euphorbia guyoniana* dans le temps sur les adultes de *Tribolium castaneum*

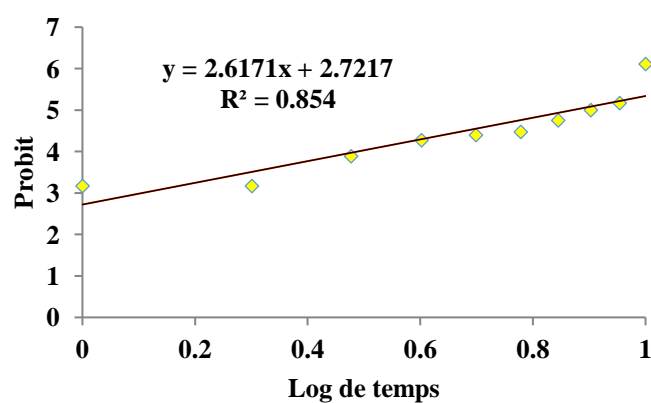


(E). Action de l'extrait à concentration de 50% dans le temps

(F). Action de l'extrait à concentration de 25% dans le temps



(G). Action de l'extrait à concentration de 100% dans le temps



(H). Action de l'extrait à concentration de 75% dans le temps

Figure 4. (E ; F ; G ; H). Action de l'extrait des racines d'*Euphorbia guyoniana* dans le temps sur les adultes de *Tribolium castaneum*.

CONCLUSION

L'étude de la toxicité des extraits des racines et de la partie aérienne d'*Euphorbia guyoniana*, récoltée au Sahara septentrional Est algérien, sur les adultes de *Tribolium castaneum* montre que ces extraits ont une toxicité particulière vis-à-vis des imagos de *Tribolium castaneum* ; un pourcentage de mortalité de 100% est rapporté chez les individus traités par les extraits purs. L'évaluation des doses létales (DL) montre le fort pouvoir insecticide de l'extrait racinaire d'*Euphorbia guyoniana* par rapport à l'extrait de la partie aérienne des racines.

REFERENCES

- Alzouma I., 1990.-Les problèmes de la post-récolte en Afrique sahélienne. *In*: Fouabi K. and Philogene J. (eds.). Actes du Séminaire International de la post-récolte en Afrique. Abidjan, Côte d'Ivoire. 29 jan. - 02 fev. pp. 22-27.
- 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.
- Asgar E. and Mohaddese M., 2011.- Insecticidal activity of the essential oil isolated from *Azilia eryngioides* (PAU) hedge et lamond against two beetle pests. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(3): 406-411.
- Bourgouin C., 1981. - *Bacillus sphaericus* : Etude de l'activité larvicide vis à vis d'*Anopheles stephensi*. Essai d'isolement et de caractérisation d'un facteur toxique. Mém. Thèse de 3ème cycle. Univers. Paris-Sud Orsay.
- Bounechada M. et Arab R., 2011.- Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera- tenebrionidae). *Agronomie*. 1: 1-6.
- Bruneton J. 1993.- *Pharmacognosie, phytochimie : Plantes médicinales (2e édition)*. Ed. Lavoisier, Paris, 915 p.
- Candan, F., Unlu, M., Tepe, B., Daferera, D., Polissiou, M., Sokmen, A. et Akpulat, H.A., 2003.-"Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *Millefolium* Afan. (Asteraceae)." *Journal of Ethnopharmacology*, 87: 215-220.
- Cavelier A. ,1976.- Cours phytopharmacie. Ed. Institut National Agronomique d'ELHarrach..T.1, 514p.
- Chehema A., 2005. Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien cas des régions de Ouargla et Ghardaïa.. Thèse de doctorat. Univ. Badji Mokhtar Annaba. 178 pages.
- Chehema A., 2006.- Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien Laboratoire de protection des écosystèmes en zone arides et semi arides, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 140 p.
- Dagnogo M. et Coz, J., 1982.- Un insecticide biologique : *Bacillus sphaericus*. 1 Activité larvicide de *Bacillus sphaericus* sur quelques espèces et souches de moustiques. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. et Parasitol.* 20(2) : 133-138.
- Fattorusso E. and Tagliatela-Scafati O., 2007. - *Modern Alkaloids. Structure, Isolation, Synthesis and Biology*. Ed. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, République Fédérale d'Allemagne, 691p.

- Gubb A. S., 1913.- La flore Saharienne : Un aperçu photographique. Ed. Adolphe, Jourdan, Alger, 129 p.
- Haba H., 2008.- Etude phytochimique de deux Euphorbiaceae sahariennes : *Euphorbiaguyoniana* Boiss. & Reut. et *Euphorbiaretusa* Forsk. Thèse de doctorat en sciences, université de Batna, 305 p.
- Idrissi Hassani L. M., and Hermas J., 2008. Effet de l'alimentation en *Peganumharmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocercagregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica, 19: 71-84.
- Jacobson M., 1989.- Botanical pesticides, past present and future In Arnason JT. et al. (Ed.). *Insecticides of plant origin*. Washington, D.C. American Chemical Society Symposium, series 387, p. 1-10.
- Kemassi A., 2008.- Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional EST algérien sur les larves du cinquième stade ET les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de Magister en Agronomie Saharienne, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 168 p.
- Kemassi A., Boual Z., Ould El Hadj- Khelil A., Dadi Bouhoun M. et Ould El Hadj M. D., 2010.- Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbiaguyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae) . Université Kasdi Merbah-Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 Algérie.
- Kemassi A., Z. Boual, I. Lebbouz, M. Daddi Bouhoun, M.L. Saker, A. Ould El Hadj- Khelil et M.D. Ould El Hadj., 2012.- Étude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* (Capparidaceae). Lebanese Science Journal, vol. 13(2): 81-97.
- Kemassi A., Bouziane N., Boual Z., Mesbahi Z., Ghenabzia M., Kafi M., Benbrahim F., Hadjseyd A., Gharib T., Ould El Hadj khelil A. et Ould Elhadj M. D., 2013.- Étude de la toxicité des extraits foliaires d'*Euphorbiaguyoniana* Boiss. et Reut. (Euphorbiaceae) chez *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididea). PhytoChem&BioSub Journal, vol. 7 (1): 2-13.
- Kemassi, 2014.- Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae) thèse de doctorat en Écologie Saharienne et Environnement, université de Kasdi Merbah-Ouargla, 264 p.
- Mahmoudian M., Jalilpour H. And Salehian P. 2002. Toxicity of *Peganumharmala*: Review and a Case Report". Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics. IJPT, 1- 4.
- Maire R., 1933.- Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.

- Mogode D. J., 2005. -Etude phytochimique et pharmacologique de *CassianigricansVahl* utilisé dans le traitement des dermatoses au Tchad. Thèse de doctorat de pharmacie, Université de Bamako, 235 p.
- Ould El Hadj M. D., Tankari Dan-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 *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Sécheresse, 17(3): 407-414.
- Øyvind M. A. and Kenneth R. M., 2006.-Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications. Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group- USA, 1212 p.
- Ozenda P., 1991.- Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, 3ème édition augmentée, Paris : 662 p.
- Sanchez-Bayo F., 2009.- De modèles toxicologiques simples à la prédiction d'effets toxiques dans le temps. *Ecotoxicology*, 18:343–354.
- Satiyamoorthy P., Lugasi , Evgi H., Van Damme P., Aburabra Gopas J., et GOLAN-Goldhirsh A., 1997.-Larvicidal Activity in Desert Plants of Negev and Bedowin Market, Plant Products. *International journal of Pharmacogony*, 265 - 273p.
- Tedonkeng Pamo E., Tapondjou L., Tenekeu G. and Tendonkeng F., 2002.- Bioactivité de l'huile essentielle des feuilles de l'*Ageratum houstonianum* Mill sur les tiques (*Rhipicephalus appendiculatus*) de la chèvre naine de Guinée dans l'ouest Cameroun. *Tropicultura*, 20(3) : 109-112.
- Zouiten, H., K. Abbassi, Z. Atay-Kadiri, M. Mzari, M. El Mahi and Essassi E. M., 2006. Insecticidal activity of *Solanum sodomaeum* (Solonaceae) extracts on *Schistocercagregaria* (Forskål) larvae. *J. Orthop. Res.*, 15(2): 171-173.



- 3- STUDY OF SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND INSECTICIDAL ACTIVITY OF SEED OIL OF *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) ON *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). 2020. Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie <http://www.bioresearch.ro/revistaen.html>

STUDY OF SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND INSECTICIDAL ACTIVITY OF SEED OIL OF *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) ON *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)

Amel HEROUINI*, Abdellah KEMASSI***, Zakaria TAIBAOU*, Ahmed AITOU DIA*, Rekia CHERIF*, Mohamed Didi OULD EL HADJ*

*Laboratoire de Mathématiques et Sciences Appliquées, Université de Ghardaia, BP 455 Ghardaia- Algeria

**Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides, Université KasdiMerbah-Ouargla, BP 511 Ouargla-Algérie

Correspondence author: Abdellah Kemassi, Université de Ghardaia Laboratoire de Mathématiques et Sciences Appliquées, Université de Ghardaia, BP. 455 Ghardaia- Algeria, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, BP. 455 Ghardaia- Algeria, Phone number: (213) 0698443935, Fax number: (213) (0) 29716571, e-mai: akemassi@yahoo.fr

Abstract. *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) seed oil extract insecticidal activity was evaluated by direct spraying method on adults of *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Citrullus colocynthis* was collected from *Oued Larneb* which is located in the Algerian Septentrional Sahara. The results showed notable mortality rates that varied from 28.89% to 100% and varied considerably depending on the applied dose and the duration of exposure. The lethal effect of this oil was comparable to that of the insecticide Decis® 50EC. The estimation of the lethal doses 50 and 90 allowed us to verify the toxicity of this oil which were of the order of 0.002 mL and 0.030 mL respectively after 18 hours of observation.

Keywords: Seed oil; *Citrullus colocynthis*; *Tribolium castaneum*; insecticide; lethal dose; Algerian Sahara

INTRODUCTION

In several African and Asian countries, food security is one of the issues and a challenge for any reliable and sustainable development policy [10]. The definition of a strategy that ensures food sovereignty is both an issue and a necessity. In these countries, particularly subject to climatic constraints including drought, biological disasters (invasion of insect pests) and political disturbances and conflicts, food security represents a major concern of populations and scientific communities [10, 11].

To cope with the demographic growth recorded in these countries, it is necessary to put in place a strategy that aims to increase agricultural production. The agricultural sector provides most of the human food is often subjected to different environmental constraints and also to pests which can have serious consequences on the quality and quantity of crops [10, 38].

Population growth and market economy are pushing the authorities to step up their efforts to increase the area cultivated and to diversify production systems to produce quality food [11, 12].

Both in fields and stores, agricultural products are under severe attack by pests and pathogenic agents. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations [8], losses due to insect pests correspond to 35% of world agricultural production. Facing this critical situation, the usage of chemical insecticides is the most used technique to control these pests [5].

The losses caused by these different pests are estimated at 300 million US dollars per year [32], which justifies the implementation of several means of control among which chemical control remains the oldest and the most effective. However, the problems of environmental pollution, the negative interference of pesticides on human health and the pressure exerted by the consumer for healthy organic farming practices have led to an increase in efforts to develop alternative

control methods with better harmony with the environment [37].

For some African localities, the high cost of synthetic chemical insecticides makes them inaccessible to farmers. Therefore, the enhancement of the insecticidal potential of many plants including Neem (*Azadirachta indica* Juss. (Meliaceae)), Castor (*Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae)) and *Hyptis suaveolens* L. Poit. (Lamiaceae) are of capital interest [31].

Herbal preparations have been used successfully in the managing crop pests and are categorized as spectrum insect repellents and an obvious alternative to chemical pesticides [18, 22, 31].

In Algeria, few studies have been carried out on the insecticidal activities of plants even though several plants have been recognized to have insecticidal properties. Kemassi (2014) and Kemassi *et al.* (2015; 2019) [18, 22, 23], showed the insecticidal possibilities of some endogenous plants from the Algerian Sahara.

This study relates to evaluate of insecticidal effects of seed oil of Coloquint *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) against the imago of *Tribolium castaneum* L. (Coleoptera: Tenebrionidae).

MATERIALS AND METHODS

Insect test. *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae), is a pest of stored foodstuff that is best known in tropical and subtropical regions. This insect is considered as a severe secondary pest which causes major damages to beaten stocked millet throughout the entire Sahel region [14, 33].

The pest is maintained under semi-controlled conditions at the Pedagogical Laboratory/ University of Ghardaia (Algeria). The adults of *Tribolium castaneum* maintained in mass breeding came from a stock of contaminated semolina. The breeding was kept in plastic boxes (L=50cm, W=35cm and H=20cm) under

semi-controlled conditions (temperature $32 \pm 2^\circ\text{C}$, humidity $60 \pm 4\%$ and illumination 8h/16h).

Plant material. The plant specimen was *Citrullus colocynthis* seeds which is a perennial plant of the Cucurbitaceae family. It is a native plant of tropical Asia and Africa and is now widely distributed in the Saharo-Arab regions of Africa and in the Mediterranean region [13]. It is thus cultivated in tropical countries as a medicinal plant for the pulp of its fruits [35]. The Coloquint grows in sandy-clay soils of the Saharan regions [6, 7]. The fruits of the Coloquint are often used as deadly poison [39].

In high doses, this plant is highly toxic to animals and humans. In case of intoxication, syndromes of metabolic disorders are observed; gastrointestinal pain followed by diarrhea, vomiting, urinary retention, fatigue, hypothermia, disorder of cardiac functions and cerebral congestion producing a fatal collapse [8].

The seeds used for the experiments were collected in the region of *Oum Larneb* ($32^\circ14'39.1''\text{N}$ and $3^\circ47'50.3''\text{E}$) located in the municipality of Metlili in the district of Ghardaïa (Algerian northern Sahara).

***Citrullus colocynthis* seed oil preparation.** The seeds of *Citrullus colocynthis* were collected from ripe fruits which rinsed well and then dried in the oven that was set at 50°C for 24 h. Once dried, the seeds were crushed using a laboratory mixer with double tank to heat and cool this type of Mill. This mill has a capacity of 50 mL and an inlet of up to 7 mm.

For the extraction of oil from the seeds powder of the Coliquant, a 2.5 L capacity soxhlet was used. A quantity of 250 mL of hexane was used in the flask. In the cellulose cartridge, 70 g of seeds powder was deposited and the heating was ensured by a balloon heater set at a temperature of 50°C .

The extraction procedure took around 6 h. The oil separated from the solvent was carried out in a Hei-VAP Heidolph type rotary evaporator fitted with a water bath overheating protection system that was set at a temperature of 50°C and a rotation speed of 100 rotations/min.

Physico-chemical characterization of *Citrullus colocynthis* seed oil. Various indexes characterizing the obtained vegetable oil such as density, refractive index, hydrogen potential (pH), acidity index, saponification index, peroxide index and the esterification index were studied for *Citrullus colocynthis* seed oil.

Biological tests. The mode of application adopted for this study is the application by direct contact. It consisted of direct spraying of seed oil on 15 adults of *Tribolium castaneum* placed in a Petri dish lined with a filter paper. Each Petri dish receives 0.93 mL of the tested product at different doses. For each chosen dose, three repetitions were performed. To find the lethal doses 50 and 90, six concentrations of *Citrullus colocynthis* seed oil were chosen, designated 50%, 40%, 30%, 20%, 10% and 5%. The applied doses were prepared by mixing the seed oil of *C. colocynthis* with a mixture of DMSO and distilled water (v/v). After 4 h

of the treatment application, 5 g of semolina per Petrie dish was deposited. For this study, an insecticide of the synthetic Pyritrinoides group (Decis[®]EC50) was used as a positive control.

The Kinetic monitoring of the mortality was carried out in regular periods of time for 18 consecutive hours (2, 4, 6, 8, 12, ²18 h). The insects of the different treated and control groups were maintained under the same conditions as those described for the breeding of insects.

Mortality rate. Mortality is the first criterion for judging the effectiveness of chemical or biological treatment. The percentage of mortality observed in control and treated adults is estimated by applying the following formula:

Observed mortality = [Number of deaths/Total number of individuals] \times 100 [30].

The lethal dose (LD). The letters LD denote the "Lethal Dose", the LD₅₀ is the quantity of a material administered in a single dose, which causes the death of 50% (half) of a treated group. The LD₅₀ is a way of measuring the short-term toxic potential (acute toxicity) of a material. It is calculated from the regression line of the probits corresponding to the percentage of mortality corrected as a function of the logarithms of the applied concentrations. The formula of Schneider and the table of probits are used.

Schneider formula:

$$MC = [(M2-M1)/(100-M1)] \times 100$$

where:

- MC: rate of corrected mortality;
- M2: rate of mortality in the treated population;
- M1: rate of mortality in the control population [18, 19, 25, 27].

Statistical analysis. The obtained results from the various experimental tests were interpreted statistically using the software "XLSTAT Version 2012". A multiple comparison analysis of variance of means which involved comparing the average of one group with the average of another. Fisher's Least Significant Difference (LSD) test was also performed. The ANOVA analysis of variance aims to compare the means of the results after the normality test. This statistical test monitors the level of significance and determine the influence of the studied factors or interferences between factors.

RESULTS

Extraction yield of *Citrullus colocynthis* seed oil. Despite its toxicity, in Saharan medicine, different parts of Coloquinte are used by local population. The extraction yield corresponds to the percentage of the weight of the extracted pure oil relative to the weight of the raw plant material used for the extraction. The mature seeds of *Citrullus colocynthis* contained about 19.93 % of oil. This yield value shows that the seeds of this Saharan plant have relatively medium oil content.

Physico-chemical analysis of *Citrullus colocynthis* seed oil. Coloquint seed oil are pale yellow

in color and viscous in appearance. The physico-chemical properties of Coloquint seed oil are listed in table 1.

Table 1. Physico-chemical properties of Coloquint seed oil

| Coloquint seed oil properties | |
|--|-------------|
| Color | Pale yellow |
| pH | 5.0 |
| Density at 20 °C | 0.386 |
| Refractive index (I.R) | 1.474 |
| Saponification index (mg KOH / g) | 171.105 |
| Acidity index | 8.415 |
| Peroxyde index (meqO ₂ /kg) | 0.4 |
| Ester index (mg KOH/g) | 162.69 |

Given the results of Table 1, the characteristics of edible oils are similar to those reported for coloquint seed oil, but it is rather essential to complete the study by their toxicity test. Coloquint seed oil had a density of 0.39 at 20 °C. For the refractive index measured, it was 1.474 at 20 °C. This oil had an acid pH with a pH value of 5.0. The saponification index was of 171.105 which shows that this oil is of good industrial quality. The value of the peroxide index of this oil was 0.4 meq O₂ / kg. The ester index is the difference between the saponification index and that of acid, we conclude that as much the saponification index is high and less the acid index is thus, that of ester is important. According to the obtained results, it was noted that the oil of the seeds of *Citrullus colocynthis* had a low value of the esterification index compared to other oils. This is logical because the obtained acid and saponification indexes from our oil were lower, which confirms the good industrial quality of the studied oil. The ester index of coloquint seed oil was 162.69 mg KOH/g.

Effect of *Citrullus colocynthis* oil on the mortality of *Tribolium castaneum*. The direct spraying of Coloquint seed oil on the imagos of *Tribolium castaneum*, caused different signs of intoxication. Exposure to this oil in doses ranging from 0.05 to 1 mL/mL caused the death of the treated individuals; the mortality rate increased by the increase of the applied dose. Analysis of the obtained results showed a non-significant difference between the values of the observed mortality rates in the group of treated insects with Coloquint seed oil and the individuals in the positive control group and a significant difference between the results was reported for individuals in the negative control group and individuals in the treated group with the oil of this Saharan plant at different concentrations (Fig. 1).

Coloquint seed oil applied at high concentrations cause appreciable mortality rates, close to those noted in the groups treated with the insecticide Decis® 50 EC. Their effectiveness against the imagos of *Tribolium castaneum* was particularly noted after 12 hours of exposure showing a comparable effect to that noted for the insecticide Decis® 50 EC, even at the low concentration of 0.25 mL/mL, where the oil seems effective. The exposure of the *Tribolium castaneum* for 18 hours to Coloquint seed oil at the low concentrations of 0.05 mL/mL and 0.11 mL/mL,

generated 80% and 100% of mortality, respectively. For the negative control, no mortality was recorded for the duration of the biological tests. As it is useful to point out that the used insecticide (Decis® 50 EC) as positive control is one of the most toxic formulations that is characterized by its shocking effects and the rapidity of its action with mortality occurs after only 2 hours of exposure. The comparison of the insecticidal power of Coloquint seed oil with an approved and effective insecticide against insects of different groups allowed us to judge the insecticidal potential of this oil against the imagos of *Tribolium castaneum*. After 2 hours of exposure to *Citrullus colocynthis* seed oil, mortality percentages of 82.22%, 80% and 77.78% were noted for those treated with concentrations of 1 mL/mL; 0.67 mL/mL and 0.43 mL/mL respectively. Although at low concentrations of 0.25 mL/mL, 0.11 mL/mL and 0.05 mL/mL, the reported mortality rates are around 68.89%, 77.78% and 28.89% respectively. These values of mortality rates increased according to the duration of exposure (4 h, 6 h and 12 h), and they reached 100% mortality even for low concentrations after 18 hours of exposure, except for the concentration of 0.05 mL/mL where an 80% mortality rate was observed.

Biocidal efficacy of *Citrullus colocynthis* seed oil on *Tribolium castaneum*. The efficiency concentration 50% (EC₅₀) is estimated by drawing the probit regression line corresponding to the percentages of the corrected mortalities as a function of the logarithms of the concentrations (mg) in the applied extracts. The toxicological parameter calculations are reported in (table 2).

The graphical representations of the linear regression curves of the effects of the applied Coloquint seed oil doses on the mortality of the *Tribolium castaneum* imagos (Fig. 2 A-E), allowed the estimation of the lethal doses 50 and 90 (LD₅₀ and DL₉₀) of this oil extract. The results grouped in Table 2 showed low lethal dose values, which is explained by the high contact toxicity of this oil extract with the imagos of *Tribolium castaneum*. The lethal doses 50 reported for the different exposure durations of 2 h, 4 h, 6 h, 12 h and 18 hours were of the order of 0.10 mL/mL, 0.048 mL/mL, 0.010 mL/mL, 0.009 mL/mL and 0.002 mL/mL, respectively and for the estimated lethal doses 90 (LD₉₀) were 1.64 mL/mL, 1.28 mL/mL, 1.02 mL/mL, 0.20 mL/mL and 0.030 mL/mL, respectively.

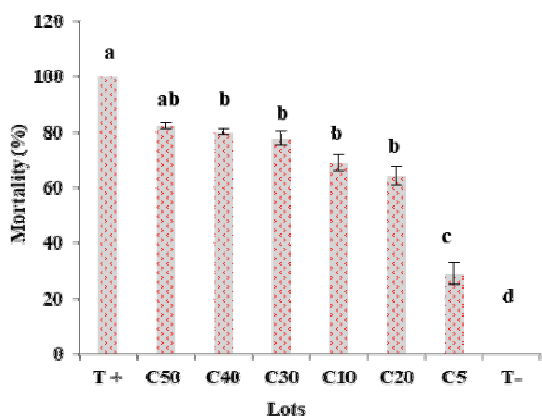
DISCUSSION

Extraction yield of *Citrullus colocynthis* seed oil.

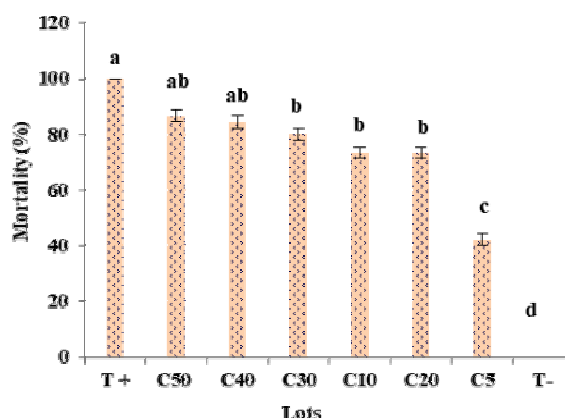
The values of the extraction yield of *Citrullus colocynthis* seed oils are generally average. This is close to that noted for *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) harvested in the northern Algerian Sahara which content in seed oil of 22.37% [2]. Yanif *et al.* (1999) noted that the Coloquint oil yield of the seeds collected in the Negev desert and the Arava

valley (border of Jordan and in the Sinai desert (Egypt), were between 17% and 19% [39]. These variations are maybe due to the changes in the environmental conditions which influence the degree of ripeness of the fruits. Also, Salvador *et al.* (2001),

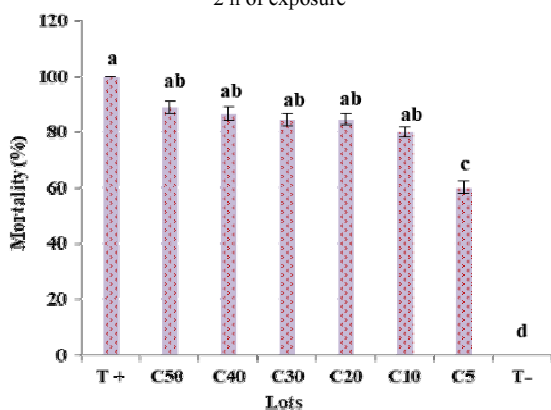
reported that the content of a dense oil in fruit varies considerably depending on the period of maturity; it is high at the beginning of the ripening stage and it drops slightly when the fruit exceeds maturity [34].



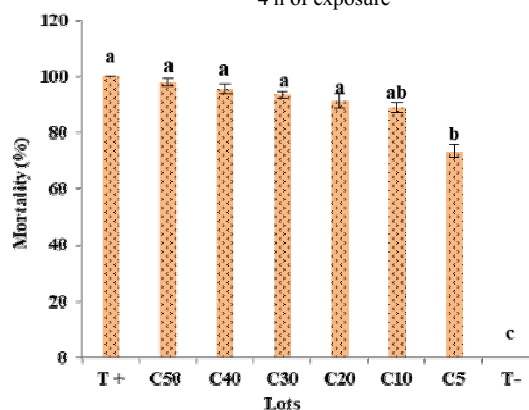
A: Mortality rates observed in different control and treated groups after 2 h of exposure



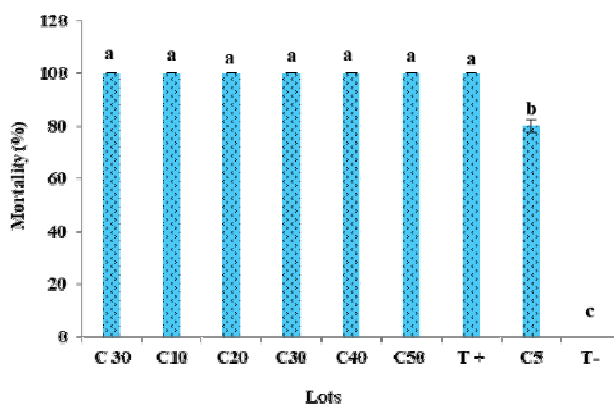
B: Mortality rates observed in different control and treated groups after 4 h of exposure



C: Mortality rates observed in different control and treated groups after 6 h of exposure



D: Mortality rates observed in different control and treated groups after 12 h of exposure



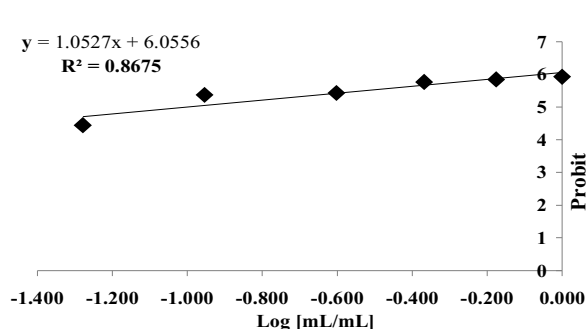
E: Mortality rates observed in different control and treated groups after 18 h of exposure

Figure 1. Variation in mortality rates of *Tribolium castaneum* in control and treated groups with *Citrullus colocynthis* seed oil.

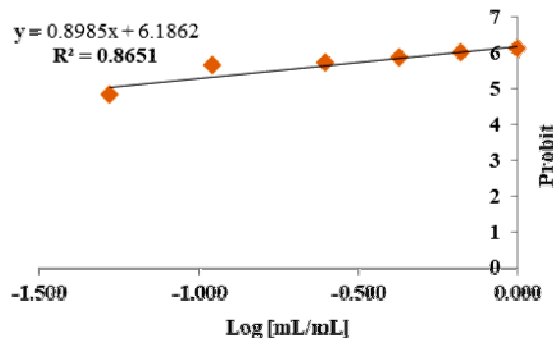
(C50=[1 mL/mL]; C40=[0.67mL/mL]; C30=[0.43 mL/mL]; C20=[0.25mL/mL]; C10=[0.11 mL/mL]; C5=[0.05 mL/mL]; T+= Decis®EC50; T-= Water +DMSO (v/v).

Table 2. Estimated lethal doses for *Citrullus colocynthis* seed oils based on exposure time (h: time hour)

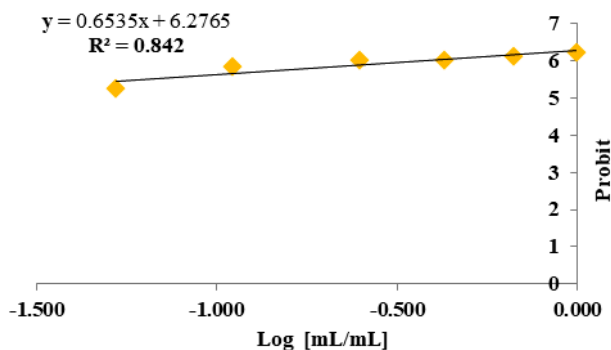
| Exposure time (hours) | Regression equation | Regression coefficients | Lethal doses (LD) [mL/mL] | |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------|
| | | | LD50 | LD90 |
| 2 h | $y = 1.0527x + 6.0556$ | $R^2 = 0.8675$ | 0.100 | 1.64 |
| 4 h | $y = 0.8985x + 6.1862$ | $R^2 = 0.8651$ | 0.048 | 1.28 |
| 6 h | $y = 0.6535x + 6.2765$ | $R^2 = 0.8420$ | 0.010 | 1.02 |
| 12 h | $y = 0.9478x + 6.9351$ | $R^2 = 0.9412$ | 0.009 | 0.20 |
| 18 h | $y = 1.0823x + 7.9282$ | $R^2 = 0.5244$ | 0.002 | 0.030 |



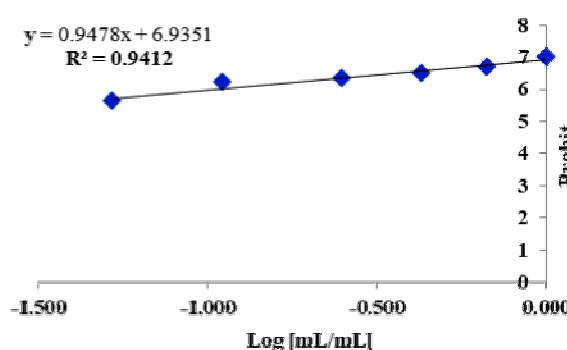
A. Effect of the concentration of *Citrullus colocynthis* seed oil on the mortality of *T. castaneum* imagos after 2 h of exposure



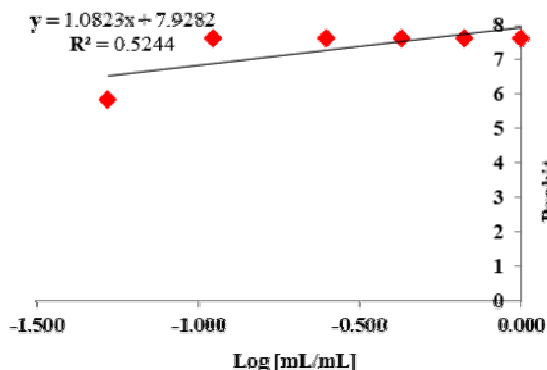
B. Effect of the concentration of *Citrullus colocynthis* seed oil on the mortality of *T. castaneum* imagos after 4 h of exposure



C. Effect of the concentration of *Citrullus colocynthis* seed oil on the mortality of *T. castaneum* imagos after 6 h of exposure



D. Effect of the concentration of *Citrullus colocynthis* seed oil on the mortality of *T. castaneum* imagos after 12 h of exposure



E. Effect of the concentration of *Citrullus colocynthis* seed oil on the mortality of *T. castaneum* imagos after 18 h of exposure

Figure 2. Effect of the variation in the concentration of *Citrullus colocynthis* seed oil and the duration of exposure on the mortality of *Tribolium castaneum* imagos

Physico-chemical analysis of *Citrullus colocynthis* seed oil. The values obtained in the study of the physico-chemical properties of Colocynth seed oils are comparable to those of oil seeds cited in other studies. The refractive index is considered as a criterion of the purity of oil; it varies depending on the wavelength of the incident light as well as the temperature at which the analysis is carried out. This index is proportional to the molecular weight of the fatty acids as well as to their degree of unsaturation. The refractive index of Colocynth seed oil is within the range established by *Codex Alimentarius* [9]. These values were similar to the results of vegetable oils that are rich in linolenic acids, where $R = 1.468$ to 1.490 [29]. The obtained acidity index values were similar to those cited in the literature; we recorded a value of 8.415 compared to 8.02 noted by Akpambang *et al.* (2008) for *Citrullus colocynthis* seed oil which were

purchased from the local market in Akure, Ondo State (Nigeria) [4]. Hassimi *et al.* (2007) [17] reported an acid index of around 4.06 for seed oil of *Citrullus colocynthis* obtained from the Sahara of Niger. The oil of Coloquint seeds harvested in Sudan had a saponification index of the order of 206 [28]. Giwa *et al.* (2010) [15] had declared a saponification index near the latter of the order of 204.44 mg KOH/g.

It has been shown that fresh oil has a peroxide index of fewer than 10 meq O_2 /kg and they become rancid when the peroxide index is found in the range of 20 to 40 meq O_2 /kg [29]. The peroxide index of this oil was approximately similar to the results obtained by Akpambang (2008) [4], with a peroxidation index of 1.72 meq O_2 /kg for Coloquint oil from Ondo State (Nigeria). It has been shown that fresh oil has a peroxide index of fewer than 10 meq O_2 /kg and they

become rancid when the peroxide index is found in the range of 20 to 40 meq O₂/kg [29].

Effect of *Citrullus colocynthis* oil on the mortality of *Tribolium castaneum*. The evaluation of the percentage of mortality in the *Tribolium castaneum* imagos treated with *Citrullus colocynthis* seed oils makes it possible to verify the insecticidal effects of this oil. The use of products of natural origins for the control of crop pests emanates from the sensitivity of these pests to extracts or derivatives of certain plants, where many well-known studies have shown the insecticidal possibilities of herbal preparations [16, 18-24]. According to Merabti et al. (2015), the aqueous extracts of *Citrullus colocynthis* fruits have larvicidal effects on L₄ larvae of *Culex pipiens* L. and *Culisetolon giareolata* L. (*Diptera: Culicidae*) [26]. Other studies on insecticidal activity against *Tribolium castaneum* like Ons Majdoub et al. (2014) showed that adults of *Tribolium castaneum* were more sensitive to the essential oil of *Ruta chalepensis* L. (Rutaceae) which 14% of treated individuals die after 24 hours of treatment [25]. The insecticidal activity of these oil was screened against the mentioned pests and have been proved to be more active on adults of this insect (LC₅₀ = 176.075 µL/L air and LC₉₀ = 291.9 µL/L air) than the larvae (LC₅₀ = 415.348 µL/L air and LC₉₀ = 685.907 µL/L air) [25]. Abdul Rahuman et al. (2008) found an insecticidal activity against larvae of mosquitoes (*Aedes aegypti*, *A. stephensi* and *Culex quinquefasciatus*) of oleic and linoleic acids extracted from *Citrullus colocynthis* [1].

Biocidal efficacy of *Citrullus colocynthis* seed oil on *Tribolium castaneum*. The lethal dose 50% (LD₅₀) and 90 (LD₉₀) are estimated to measure the degree of insecticidal efficacy of this seed oil. According to the literature, *Citrullus colocynthis* seed oil seems to be toxic to harmful insects. Soufi (2016) [36] reported the insecticidal effect of the seed oil of this plant on the white scale of the date palm plants where she noted a lethal dose 50 of 30.41 µL/cm² and 0.0643 mg/cm² for the seed oil and the aqueous pulp extract of the same plant after a 24 hours follow-up period. In Acheuk et al. (2018) [3] study on the insecticidal activity of the raw ethanolic extract of *Halocnemum strobilaceum* (Chenopodiaceae) against adults of the red flour beetle *Tribolium castaneum* they showed a calculated lethal dose 50 of around 225.4 µg/insect after 24 hour of exposure. Mostafa et al. (2012) [27] marked probits analysis for the estimation of LC₅₀ values, the 95% confidence limits and the regression equation at 24, 48 and 72 hour for the mortality of *Tribolium castaneum*. The LC₅₀ values of hexane extracts from *Cucumis sativus*, *Azadirachta indica*, *Tamarindus indica* and *Psidium guajava* after 24 hours of treatment were 20.64 µg/cm², 234.57 µg/cm², 732, 53 µg/cm² and 1944.40 µg/cm², after 48 hour of treatment were 24.43 µg/cm², 91.80 µg/cm², 178.74 µg/cm² and 1944.40 µg/cm² and after 78 hour of treatment were 10.74 µg/cm², 155.13 µg/cm², 58.36 µg/cm² and 774.22 µg/cm² respectivel [27]. The values of the lethal doses

50 and 90 reported by Kemassi et al. (2019) [23] are in the order of 0.0158 mg/mL and 0.0322 mg/mL for aqueous leaf extract of *Euphorbia guyoniana* B. & R. (Euphorbiaceae) respectively, and 0.0186 mg/mL and 0.0394 mg/mL for aqueous root extract of *Euphorbia guyoniana* respectively in his study on the *Tribolium castaneum*.

The study of the toxicity of *Citrullus colocynthis* Schrad. seed oil, allowed us to highlight the insecticidal potential even at low concentrations again the imagos of *Tribolium castaneum*. Similarly, it should be noted that the observation of signs of poisoning in insects exposed to the oil of this plant after 2, 4 and 6 hours of exposure including movement disorders implies the neurotoxic effect of this seed oil this extract. Therefore, this vegetable oil can constitute a source for a new natural isecticidal product.

Acknowledgments. This work is a part of the thesis work of the first author. It is part of a university training research project (PRFU/DGRSDT/MESRS) sponsored by the Directorate General of Scientific Research and Technological Development Minister of Higher Education and Scientific Research of Algeria.

REFERENCES

- [1] Abdul Rahuman, A., Venkatesan, P., (2008): Larvicidal efficacy of five Cucurbitaceous plant leaf extracts against mosquito species. Parasitology research, 103: 133-139.
- [2] Abi-Smail, L., (2018): Effet insecticide des huiles de graines de *Citrullus colocynthis* Schrad. (Cucurbitaceae) et *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) sur les pucerons. Mémoire de master, Université de Ghardaia, Ghardaia-Algérie, 80 p.
- [3] Acheuk, F., Lakhdari, W., Dahliz, A., Abdellaoui, K., Moukadem, M., Allili, S., (2018): Etude phytochimique et effet bioinsecticide de l'extrait éthanolique brut de la plante algérienne *Artemisia judaica* L. (Asteraceae) contre le puceron du haricot noir, *Aphis fabae* scop. Agriculture et foresterie, 63: 95-104.
- [4] Akpambang, V.O.E., Amoo, I.A., Izuagie, A.A., (2008): Analyse comparative de la composition de deux variétés de melon (*Colocynthis citrullus*) et d'une variété d'amande (*Prunus amygdalus*). Journal de recherche de l'agriculture et des sciences biologiques, 4 (6): 639-642.
- [5] Alzouma, I., (1990): Les problèmes de la post-récolte en Afrique Sahélienne Philogène, B.JR., (éds): La post-récolte en Afrique. Actes du Séminaire International de la post-récolte en Afrique, Abidjan, Côte-d'Ivoire, pp. 22-27.
- [6] Batanouny, K.H., AbouTabl, S., Shabana, M., Soliman, F., (1999): Wild medicinal plants in Egypt: An inventory to support conservation and sustainable use. Ed. Academy of Scientific Research and Technology (Cairo-Egypt), International Union for Conservation (Switzerland), 207 p.
- [7] Bruneton, J., (1996): Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. Ed. Technique et Documentation/ Lavoisier. Paris, France, 529 p.
- [8] Charnot, A., (1945): La toxicology au Maroc. Mémoire de la société des Sciences naturelles du Maroc, Rabat; n°8: 826 p.
- [9] FAOUN., OMSUN., (2009): Normes alimentaires internationales pour les huiles végétales portant un nom spécifique. Codex alimentarius. Codex stan 210-1999.

- Adoptée en 1999. Amendement: 2005, 2011, 2013, 2015. Révision: 2001, 2003, 2009. Ed. FAOUN et OMSUN., Rome, Italie, 12 p.
- [10] FAOUN., OMSUN., (2014): Document final de la Conférence Cadre d'action. Deuxième Conférence internationale sur la nutrition. Rome, Italie, 276 p.
- [11] FAOUN., (2019): La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Aller plus loin dans la réduction des pertes et gaspillages de denrées alimentaires. Ed. FAOUN, Rome, Italie, 179 p.
- [12] FIDA., (2019): Rapport sur le développement rural. Encourager une transformation inclusive du monde rural. Fonds International de Développement Agricole (FIDA/FAOUN), Rome, Italie, 44 p.
- [13] Feinbrun-Dothan, N., (1978): Flora Palaestina - Partie III. L'académie israélienne des sciences et des sciences humaines, Jérusalem, 67 p.
- [14] Gahukar, R.T., (1976): Incidence économique des principaux insectes ravageurs des denrées stockées en Inde. Bulletin Technique d'Information no. 36. Ed. Institut National de Recherche Agronomique (INRA), France, pp. 35-39.
- [15] Giwa, S., Abdullah, L.C., Adam, N.M., (2010): Enquête sur l'huile de graine «Egusi» (*Citrullus colocynthis* L.) en tant que matière première potentielle pour le biodiesel. Énergies, 3: 607-618.
- [16] Habbachi, W., Benhissen, S., Ouakid, M.L., (2013): Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera - Drosophilidae). Algerian journal of arid environment, 3(1): 82-88.
- [17] Hassimi, S., Haoua, S., Mousbahou, M.A., Mahamane, S., Claude, L.L., (2007): Chemical content of the seeds and physico-chemical characteristic of the seed oils from *Citrullus colocynthis*, *Coccinia grandis*, *Cucumis metuliferus* and *Cucumis prophetarum* of Niger. Bulletin of the chemical society of Ethiopia, 21(3): 323-330.
- [18] Kemassi, A., Boukhari, K., Cherif, R., Ghada, K., Bendaken, N., Bouziane, N., Boual, Z., Bouras, N., Ould Elhadj-Khelil, A., OuldElhadj, M.D., (2015): Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae). Revue El Wahat pour les Recherches et les Etudes, 8(1): 44-61.
- [19] Kemassi, A., Bouziane, N., Boual, Z., Ould El Hadj, M.D., 2014: Activité biologique des huiles essentielles de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Phytothérapie, 12(6): 348-353.
- [20] Kemassi, A., Boual, Z., Hadjseyd, A., Bouziane, N., Herouini, A., Mensouri, K., Bouras, N., Ould El Hadj-Kelil, A., Ould El Hadj, M.D., (2018): Effets biotoxiques des extraits de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). Algerian journal of arid environment, 8(2): 79-98.
- [21] Kemassi, A., (2008): Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de Magister en Agronomie Saharienne, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 168 p.
- [22] Kemassi, A., (2014): Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (Euphorbiaceae), *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) et de *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera- Cyrtacanthacridinae). Thèse de doctorat en Écologie Saharienne et Environnement, Université de Kasdi Merbah-Ouargla, 230 p.
- [23] Kemassi, A., Herouini, A., Hadjseyd, A., Cherif, R., Ould El Hadj, M.D., (2019): Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) sur le *Tribolium castaneum*. Lebanese Science Journal, 20(1): 55-70.
- [24] Lebouz, I., (2010): Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera: Acrididae). Mémoire de Magister en Écologie Saharienne et Environnement, Université de Mohamed Kheider-Biskra, 165 p.
- [25] Majdoub, O., Dhen, N., Souguir, S., Haouas, D., Baouandi, M., Laarif, A., Chaieb, I., (2014): Chemical composition of *Ruta chalepensis* essential oils and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum*. Tunisian Journal of Plant Protection, 9: 83-90.
- [26] Merabti, B., Lebouz, I., Adamou, A., Ouakid, M.L., (2015): Effet toxique de l'extrait aqueux des fruits de *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad sur les larves des *Culicidae*. Revue des BioRessources, 5(2): 120-130.
- [27] Mostafa, M., Hossain, H., Anwar Hossain, M., Kanti Biswas, P., Zahurul Haque, M., (2012): Activité insecticide des extraits de plantes contre *Tribolium castaneum* Herbst. Journal de la Recherche Scientifique avancée, 3(3): 80-84.
- [28] Obeid, M., (1996): Propriétés physico-chimiques et utilisations industrielles de l'huile de graine de *Citrullus colocynthis*. Thèse, Institut national de recherche sur le traitement des graines oléagineuses, Université de Gezira, Soudan, 378 p.
- [29] Onyeike, E.N., Acheru, G.N., (2002): Chemical composition of selected Nigerian oil seeds and physicochemical properties of the oil extracts. Food Chemistry, 77: 431-437.
- [30] Ould El Hadj, M.D., Tankari Dan-Badjo, A., Halouane, F., Doumandji, S., (2006): 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). Sécheresse, 17(3): 407-414.
- [31] Philogene, B.J.R., (1991): L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: Problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris, pp. 269-278.
- [32] PAN, (2006): Utilisation et gestion des pesticides dans la lutte antiacridienne de 2004-2005 au Sénégal. Rapport n°10, Pesticide Action Network (PAN Africa), Sénégal, 62 p.
- [33] Roorda, F.A., (1982): Observations en laboratoire sur le développement du *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) sur mil à différentes températures et humidités relatives. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 93: 446-452.
- [34] Salvador, M.D., Aranda, F., Fregapane, G., (2001): Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality A study of four successive crop seasons. Food chemistry, 73(1): 45-53.
- [35] Louhaichi, M., Tastad, A. (2010): The Syrian steppe: past trends, current status, and future priorities. Rangelands, 32(2): 2-7.
- [36] Soufi, H., (2016): Evaluation du pouvoir coccide des extraits *Citrullus colocynthis* Shard.(Cucurbitaceae).

- Mémoire de master, Université de Ghardaia, Ghardaia-Algérie, 77 p.
- [37] Thiam, A., (1991): Problématique de l'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne au Sahel. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John LibbeyEurotext, Paris, pp. 193-206.
- [38] FAO, (2019): L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Se prémunir contre les

- ralentissements et les fléchissements économiques. Ed. FAO, Rome, 253 p.
- [39] Yanif, Z., Shabelsky, E., Schafferman, D., (1999): Colocynth: Graines oléagineuses arides potentielles d'un ancien Cucurbitacées. Perspectives on new crops and new uses. Ed. American Society for Horticultural Science (ASHS) press, Alexandria, VA, USA, pp. 257-261.

Received: April 26, 2020

Accepted: October 20, 2020

Published online: October 22, 2020

Analele Universității din Oradea, Fascicula Biologie

<http://www.bioresearch.ro/revistaen.html>

Print-ISSN: 1224-5119

e-ISSN: 1844-7589

CD-ISSN: 1842-6433

University of Oradea Publishing House



Publications nationales



Publications nationales

| Titre de l'article | Position de l'auteur | Titre de la revue ou nom du journal | Année | Adresse URL |
|---|----------------------|--|-------|---|
| 1- Étude de l'activité biologique des extraits aqueux d' <i>Euphorbia guyoniana</i> (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) | 1 ^{ère} | Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes | 2015 | http://elwahat.univ-ghardaia.dz |
| 2- Recherche des plantes à caractère hypotenseur utilisées dans la pharmacopée des populations de la vallée du M'Zab (Sahara Algérien) | 4 ^{ème} | Journal of Advanced Research in Science and Technology | 2019 | https://www.asjp.cerist.dz/en |



- 1- Étude de l'activité biologique des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien). 2015. Revue ElWahat pour les Recherches et les Études. <http://elwahat.univ-ghardaia.dz>



Etude de l'activité biologique des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien)

Herouini A¹, Kemassi A^{1,2} et Ould El Hadj M.D.²

1.- Département de Biologie Université de Ghardaïa, BP 455 Ghardaïa 47000

Algérie. Email: amelmiral@hotmail.fr

2.- Laboratoire de Protection des Écosystèmes en Zones Arides et Semi Arides,
Université Kasdi Merbah, Ouergla., BP511 Ouargla 30000 Algérie.

Résumé-

L'étude réalisée porte sur la toxicité des extraits foliaires d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut (Euphorbiaceae), récoltées dans Oued Sebseb, Sahara septentrional Est Algérien sur quelques souches bactérienne et fongiques. L'extrait brut d'*Euphorbia guyoniana* présent une faible activité antibactérienne, pour *Staphylococcus aureus* avec une zone de 8.5 mm, et pour *Escherichia coli* est de 7.67 mm; pour *Protus mirabilis* 7mm ; et *Microcoques lutus* et *Bacillus subtilis* par une zone d'inhibition de 6mm, et donc pour les autres dilutions on a marqué aussi une faible activité antimicrobienne inférieurs de 8mm, sauf pour *Staphylococcus aureus* qui donne une zone d'inhibition 9,33 mm avec la dilution 10⁻⁶ et 8.33 avec la dilution 10⁻⁴. L'étude de l'activité antimicrobienne des extraits aqueux d'*E. guyoniana* révèle une faibles activités antimicrobienne.

Mots-clés: *Euphorbia guyoniana*, extrait aqueux, activité antimicrobienne, Sahara.

Study of the biological activity of extracts of *Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) harvested in Oued sebseb (Algerian Sahara)

Abstract-

The study focuses on the toxicity of leaf extracts of *Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut (Euphorbiaceae), harvested in Oued sebseb, northern Sahara eastern Algeria on some bacterial and fungal strains. The crude extract of

Euphorbia guyoniana has low antibacterial activity for *Staphylococcus aureus* with an area of 8.5 mm, and *Escherichia coli* is 7.67 mm; *Protus mirabilis* for 7mm; and *Micrococci lutus* and *Bacillus subtilis* by 6mm inhibition zone, and therefore also for the other dilutions were labeled low less antimicrobial activity of 8mm, except for *Staphylococcus aureus* resulting in a 9.33 mm zone of inhibition with the 10^{-6} and 10^{-4} with 8.33 dilution. The study of the antimicrobial activity of aqueous extracts of *E. guyoniana* reveals weak antimicrobial activities.

Keywords: *Euphorbia guyoniana*, aqueous extract, antimicrobial activity, Sahara.

1.-Introduction

L'industrie pharmaceutique moderne elle-même s'appuie encore largement sur la diversité des métabolites secondaires végétaux pour trouver de nouvelles molécules aux propriétés biologiques inédites. Cette source semble Inépuisable puisque seule une petite partie des 400'000 espèces végétales connues ont été investiguées sur les plans phytochimiques, biologiques et pharmacologique, et que chaque espèce peut contenir jusqu'à plusieurs milliers de constituants différents (Hostettmann, 1982 ; Abdollahi, 2003).

Les Euphorbiaceae renferment diverses familles de composés chimiques tels que les alcaloïdes (De Nazare et *al.*, 2005), les flavonoïdes, les 18 composés Cyanogénétiques (Hunsa et *al.*, 1995), l'acide ellagique (Mavar et *al.*, 2004), les saponines (Tripathi et Tiwari, 1980) et les terpènes (Mazoir et *al.*, 2008). En pharmacopée, le genre *Euphorbia* présente une importance particulière. D'après (Haba et *al.*, 2007), *Euphorbia guyoniana* est très riche en métabolites secondaires dont les triterpènes, les diterpènes, les stéroïdes et en composés aromatiques.

Le test de l'activité antibactérienne a été réalisé sur les extraits des racines et les feuilles d'*Euphorbia guyoniana* en utilisant la méthode de diffusion sur la gélose contre six espèces bactériennes pathogènes dont *Staphylococcus aureus* (Staphylococcaceae) (Gram positif) et *Proteus vulgaris* (Enterobacteriaceae), *Klebsiella pneumoniae* (Enterobacteriaceae), *Pseudomona saeruginosa* (pseudomonadaceae), *Enterobacter spp.* (Enterobacteriaceae) et *Escherichia coli* (Enterobacteriaceae) (Gram négatives) (Zellagui et *al.*, 2012).

Les plantes sont également utilisées pour leur propriété antibactérienne et antifongique. Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale. Il est noté que la plupart des antibiotiques prescrits dérivent des microorganismes. Aujourd'hui, le potentiel thérapeutique des produits végétaux est reconsidéré et montre une efficacité particulière. Un grand nombre des composés végétaux sont de très bons agents antifongiques. Les études *in vitro* ont démontré que les substances bioactives provenant de diverses espèces végétales présentent un spectre large d'activité sur la flore fongique dont inclus les champignons toxigènes (Mohammedi, 2013).

2.- Méthodologie

2.1.- Matériel biologique

Il est constitué de la plantes *Euphorbia guyoniana* collectée d'oued Sebseb durant le mois de mars 2014. La partie aérienne et souterraine d'*Euphorbia guyoniana* (Tiges et racines) sont utilisées pour la préparation des extraits.

2.2.- Préparation de l'extrait végétal aqueux

L'extraction par reflux est utilisée pour l'extraction des principes actifs par l'utilisation d'un mélange du solvant (1/3eau + 2/3 solvant organique). Elle permet le traitement à chaud de solides (matériel végétal) à l'aide de solvants en phase liquide ou partiellement vaporisés. Le corps du dispositif d'extraction, contient un ballon de 2000ml dans le quel 100g de poudre végétale des tiges ou de la racine d'*Euphorbia guyoniana* est déposée avec suffisamment de solution aqueuse de méthanol. Le ballon est surmonté d'un réfrigérant et fixé à l'aide de pinces et d'un support. Le chauffage est assuré par une chauffe ballon réglé à 45°C. Le solvant est vaporisé puis condensé tout en restant en contact avec le matériel végétal, les pertes de solution utilisée pour l'extraction, sont quasi-nulles. (Kemassi, 2014).

Après refroidissement, une filtration est réalisée, le résidu sec est jeté. Pour éliminer le méthanol, le filtrat est recueilli et subit une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor vapeur dont la température est 50 C° (Øyvind et Kenneth, 2006 ; Fattorusso et Taglialatela-Scafati, 2007). L'extrait aqueux est récupéré et conservé à l'abri de la lumière dans des flacons hermétiquement fermés, servira aux tests biologiques.

2.3.- Micro-organismes étudiés : L'activité antibactérienne et antifongique été évalué sur différents microorganismes. Les quatre souches bactériennes

utilisées sont (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* et *Staphylococcus aureus*) choisies au cours de cette étude sont à l'origine de plusieurs infections (urinaire, intestinale, respiratoire, etc.). Ces souches bactériennes ont été fournies par l'ATCC (American Type Culture Collection). Elles sont entretenues par repiquage sur gélose nutritive favorable à leur croissance pendant 24h, à l'obscurité et à 37°C. Alors que les souches de champignons testées sont *Mucor ramannianus*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium culmorum* et *Aspergillus niger* (tableau 1).

Tableau 1- Liste des espèces microbiennes utilisées pour l'expérimentation

| Nom scientifique des souches | Référence | Code (au LBSM) |
|---------------------------------|---------------|------------------|
| <i>Escherichia coli</i> | ATCC 25922 | / |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | ATCC 25923 | / |
| <i>Bacillus subtilis</i> | ATCC 49452 | / |
| <i>Micrococcus Lutus</i> | ATCC 25928 | / |
| <i>Mucor ramannianus</i> | (NRRL 1829) | Mr |
| <i>Botrytis cinerea</i> (vigne) | Isolat (LBSM) | Bc (v) ou (B cv) |
| <i>Fusarium culmorum</i> | Isolat (LBSM) | Fc |
| <i>Aspergillus niger</i> | Isolat (LBSM) | An |

2.3.- Méthodes de détermination de l'activité

2.3.1.- Antibiogramme

L'aromatogramme est basée sur une technique utilisée en bactériologie médicale, appelée antibiogramme ou méthode par diffusion en milieu gélosé ou encore méthode des disques. Cette méthode a l'avantage d'être d'une grande souplesse dans le choix des antibiotiques testés, de s'appliquer à un très grand nombre d'espèces bactériennes, et d'avoir été largement évaluée par 50 ans d'utilisation mondiale (Pibiri, 2005).

Plus le diamètre de cette zone est grand, plus la souche est sensible à l'antibiotique, plus il est petit, plus la bactérie est résistante. Cette méthode utilisée par certains auteurs (Belaiche, 1979 ; Garbonnelle *et al*, 1987; Joffin et Leyral, 2001; Koba *et al*, 2004) est la technique que nous avons utilisée

pour évaluer dans un premier temps l'activité antimicrobienne de nos extraits aqueux sélectionnées dans la littérature.

3.- Résultats et Discussions

3.1.- Rendement d'extraction en métabolites secondaires

Pour les racines d'*Euphorbia guyoniana*, le rendement d'extraction est de 6,3% et de 4,3% pour la partie aérienne. Ce rendement d'extraction est important par rapport à d'autres plantes ; des travaux similaires ont rapportés la variabilité existante dans les valeurs du rendement d'extraction en métabolites secondaires en fonction de la procédure suivie au cours de l'extraction. Dans ses travaux sur les feuilles d'*Euphorbia retusa* Forsk. (Euphorbiaceae) récoltée au Sahara Algérien, Haba (2008) rapporte un rendement de 3% pour l'extrait méthanolique. Alors que Kemassi (2014) note des rendements d'extraction de 0,956% pour l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana* obtenu par reflux.

3. 2.- Activité antibactérienne de l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana*

Généralement, l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* a été effectuée via l'estimation de la surface de la zone d'inhibition. Les résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait des racines d'*Euphorbia guyoniaia*, montre une faible activité en comparaison avec celle notée pour l'extrait foliaire de cette plante. Les zones d'inhibition observées au niveau des lots traités par l'extrait aqueux des racines ont un diamètre inférieur à celui rapportée au niveau des lots traités par l'extrait aqueux de la partie aérienne. Les résultats révèlent des réponses variables en fonction des souches, de la concentration, type de l'extrait testé (tige ou racine). L'extrait aqueux brut des tiges d'*Euphorbia guyoniana* a une faible activité antibactérienne, pour *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 8.5mm, puis *Escherichia coli* par 7.67 mm ; ensuite *Protus mirabilis* avec 7mm ; et de *Microcoques lutus* et *Bacillus subtilis* par une zone d'inhibition de 6mm de diamètre. Pour les autres dilutions, il est rapporté une faible activité antimicrobienne ; le diamètre de la zone d'inhibition est inférieur à 8mm, sauf pour *Staphylococcus aureus*, où une zone d'inhibition de 9,33 mm avec la dilution 10^{-6} et 8,33 avec la dilution 10^{-4} sont notées. Ces résultats montrent que les extraits aqueux des tiges et racines d'*Euphorbia guyoniana*; n'inhibe pas la croissance des souches testées.

L'extrait brut des racines (SM) d'*Euphorbia guyoniana* présente une faible activité antimicrobienne. Le témoin positive (antibiotique Gentamicine) montre des zones d'inhibition claires ; pour *Escherichia coli*

est de 32mm, *Protus mirabilis* (29mm), *Staphylococcus aureus* (28mm), et *Bacillus subtilis* (28mm) et de 25mm pour *Microcoques lutus*. Pour l'extrait dilué, aucune zones d'inhibition autour des disques n'été observée, sauf pour les lots traités par l'extrait pur. Pour *Staphylococcus aureus*, le diamètre de la zone d'inhibition noté est de 8.83 mm, *Escherichia coli* et *Protus mirabilis* avec une zone d'inhibition de 7.67mm; pour la dilution 10^{-5} on note une zone d'inhibition de 8.33mm pour la souche *Protus mirabilis*.

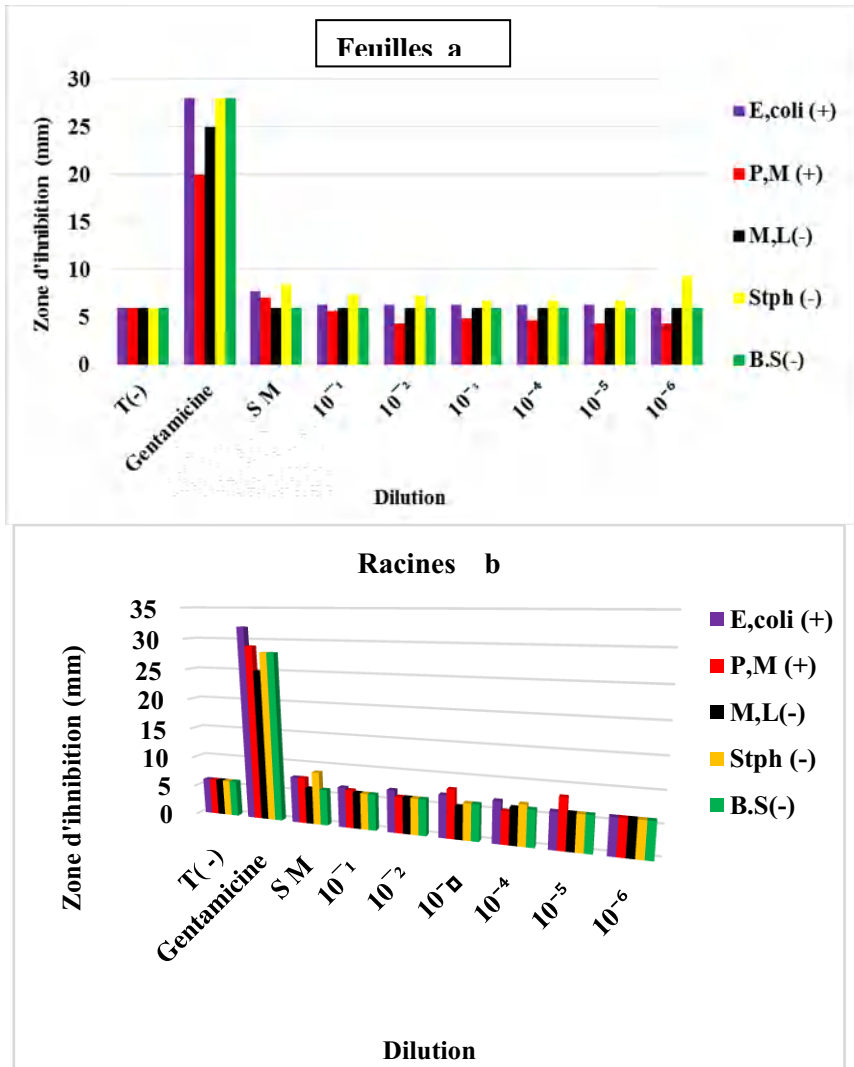
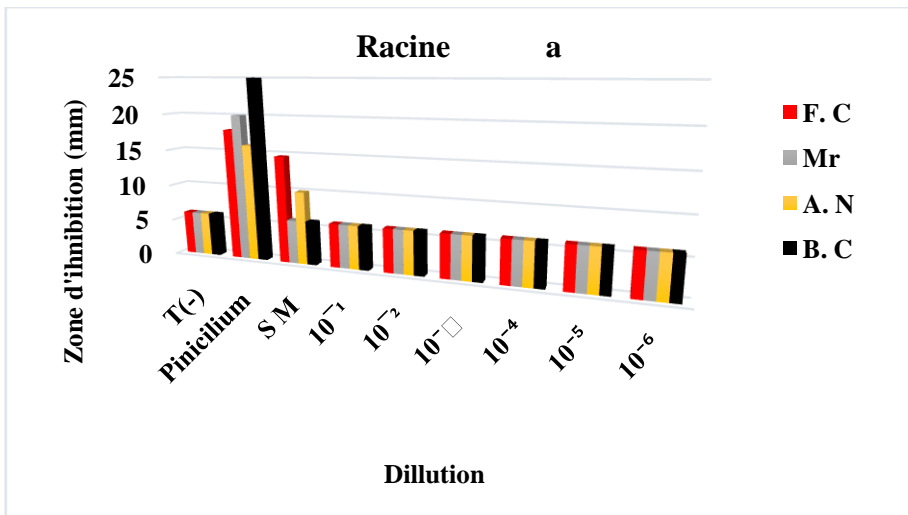


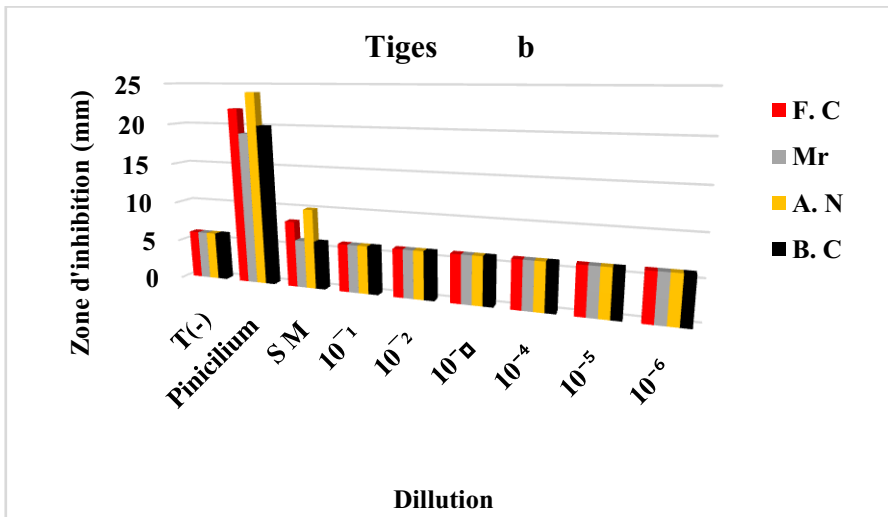
Figure 1(a,b)- Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibition (mm) des tiges et racines

3.3.- Activité antifongique

Les résultats illustrés dans les figures (2), aucune zone d'inhibition n'a été constatée autour des disques imprégnés dans les extraits aqueux d'*Euphorbia gyoniana*. *Fusarium culmorum* semble sensible à l'effet de l'extrait racinaire de cette plante, une zone d'inhibition de 14.67mm est observée, suivi par *Aspergillus niger* avec 10mm, ensuite *Botrytis cinerea* (*vigne*) et *Mucor ramannianus* avec une zone d'inhibition de 6mm chacune. Pour le témoin négatif aucune zone d'inhibition n'été constatée, par contre dans le témoin positif, des zones d'inhibition bien claire sont observées. pour *Botrytis cinerea* (*vigne*), une zone d'inhibition de 25mm, *Mucor ramannianus* (20mm), *Fusarium culmorum* (18mm) et *Aspergillus niger* (16mm).

La figure (2) laisse apparaitre qu'aucune zone d'inhibition n'a été constatée autour des disques imprégnés dans l'extrait aqueux des tiges d'*Euphorbia gyoniana* à faible concentration. Par contre, sur *Aspergillus niger*, une zone d'inhibition de 10 mm notée, et pour *Fusarium culmorum* est de 8.33mm, En revanche le témoin positif a montré des zones d'inhibition bien déterminée et clair ; le diamètre de la zone d'inhibition observé pour les lots d'*Aspergillus niger* est de 24mm, pour *Fusarium culmorum* (22mm), de 20mm pour *Botrytis cinerea* (*vigne*), et de 19mm pour *Mucor ramannianus*.





Figures 2 (a,b) - Représentation graphique des diamètres des zones d'inhibition (mm) des tiges et racines

L'efficacité d'un extrait dépend de sa concentration, de la méthode d'extraction, de la plante et de la partie utilisée pour l'extraction (Klervi, 2005). La méthode utilisée pour l'évaluation de l'activité antibactérienne influe aussi sur les résultats (Natarajan et al., 2005 ; Fazeli et al., 2007). Il est constaté que la méthode de diffusion sur la gélose est plus adapté pour étudier l'activité antimicrobienne des extraits aqueux et organiques d'*Euphorbia fusiformis* et Hydro-ethanoliques de *Rhus coriaria* et *Zataria multiflora*. Les différences trouvées peuvent être attribuées aux plusieurs facteurs tels que les facteurs inhérents (variété, conditions ambiantes, facteurs écologiques, variations saisonnières), les méthodes d'extraction (Moreira et al., 2005 ; Sagdic et Ozcan 2003; Celiktas et al., 2007, Turkmen et al., 2007), préparation de l'extrait, solvant utilisé, la sensibilité des bactéries (Loziene et al., 2007), et finalement l'organe de la plante utilisé (Natarajan et al., 2005).

Il est important, de préciser qu'un résultat observé lors de l'évaluation d'un extrait brut ou d'une fraction enrichie est la composante de deux paramètres: l'activité intrinsèque des produits actifs et leur quantité relative dans l'extrait. Par exemple, une activité avérée d'un extrait peut aussi bien être le reflet d'une faible quantité de constituants très actifs que d'une grande quantité de constituants peu actifs (Ferrari, 2002), ou à certains constituants tels que les hydrocarbures et les alcools qui démontrent un synergisme (Chaibi et al., 1997). Il ne faut pas oublier que le produit actif qui se présente dans la plante peut être : soit actif sans être métabolisé et aura ainsi une activité in vitro et in vivo ; soit actif après métabolisation et dans ce

cas il sera inactif *in vitro* et actif *in vivo* (Balansard, 2007). Pour de nombreuses plantes, en fonction de la date de la récolte il aura des variations très importantes dans la composition chimique et de l'activité. L'exemple du latex obtenu par incision du tronc d'*Alafia multiflora* utilisé pour le traitement des plaies en Afrique tropicale. Selon la période de récolte le taux d'acide vanillique varie de 5 % à 16 % et l'activité parallèlement d'un facteur (Balansard, 2007). Il a été rapporté que les composés responsables de l'action antibactérienne semblent vraisemblablement être les diterpénoïdes phénoliques, qui sont les composés principaux de la fraction apolaire des extraits des plantes (Fernandez-Lopez et *al.*, 2005), Ceci pourrait expliquer la modeste activité de nos extraits polaires. (Mann et *al.*, 2000). Note que les souches de *Pseudomonas* se révèlent les plus résistantes, cela est liée à sa grande capacité de développer des résistances vis-à-vis de nombreux agents antimicrobiens, d'où son implication fréquente dans les infections hospitalières .

Conclusion

L'étude de la toxicité comparée des extraits foliaires et racinaire d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) récoltée au Sahara septentrional Est algérien sur quelques souches bactériennes et fongiques est réalisée. L'activité antimicrobienne a été évaluée sur 5 souches bactériennes et 4 souches fongiques, par la méthode de diffusion sur milieu gélosé. Les résultats obtenus ont montré que : les extraits d'*Euphorbia guyoniana* ont présenté une activité antibactérienne plus faible vis-à-vis d'un certain nombre de bactéries et nulle pour les souches fongiques, alors qu'il est noté que la plus part des souches sont non vulnérables aux extraits testés.

Références bibliographiques

- Abdollahi M., Karimpour H. Et Monsef-Esfehani Hr. 2003. - Antinociceptive effects of *Teucrium polium* L. total extract and essential oil in mouse writhing test. Pharmacological Research, Vol. 48:31–35.
- Balansard G., 2007. -Analyse critique des protocoles pharmacologiques utilisés pour larecherche d'extraits et de substances pures d'origine végétale à propriétés Antibactérienneou antiparasitaire. Revue ethnopharmacologie.42
- Belaiche, P. 1979- "L'aromatogramme". Traité de phytothérapie etd'aromathérapie. M. S. A. Editeur. Paris. Tome 1: 204.
- De Nazaré D. M. M., Sebastião F. Palmeira J., Conserva L. M. And Lyra Lemos R. P., 2005. Quinoline alkaloids from *Sebastiania corniculata* (Euphorbiaceae). Biochemical Systematics and Ecology, vol. 33 (5): 555-558.
- Fattorusso E. and Taglialatela-Scafati O., 2007. - Modern Alkaloids. Structure, Isolation, Synthesis and Biology. Ed. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, République Fédérale d'Allemagne, 691p.

- Fazeli, M. R., Amin, G., Ahmadian-Attari, M. M., Ashtiani, H., Jamalifar, H., Samadi, N. 2007.- Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. *Food Control* 18: 646-649.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J.A., Kuri, V. 2005.- Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Science*. 69: 371-380.
- Ferrari, J. 2002.- Contribution à la connaissance du métabolisme secondaire des Thymelaeaceae et investigation phytochimique de l'une d'elles: *Gnidia involucrata* Steud. ex A. Rich. Thèse de doctorat. Lausanne.
- Garbannelle., Dens F., Marmonier A., Pinon G., Et Vargues R., 1987- Bactériologie médicale Techniques usuelles. SIMEP, Paris. France.
- Haba H., Lavaud C., Harkat H., Alabdul Magid A., Marcourt L., Benkhaled M., 2007. Diterpenoids and triterpenoids from *Euphorbia guyoniana*. *Phytochemistry*, vol. 68: 1255-1260.
- Haba H., 2008. Etude phytochimique de deux Euphorbiaceae sahariennes: *Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. et *Euphorbia retusa* Forsk. Thèse de doctorat en sciences, université de Batna, p.160.305.
- Hostettmann K 1982.- Tout savoir sur le pouvoir des plantes. Ed. Favre. S.A Lausanne. Suisse.
- Hunsa P., Chulabhorn M., Ruchirawat S., Prawat U., Tuntiwachwuttikul P., Tooptakong U., Taylor W. C., Pakawatchai C., Brian W., Skelton and Allen H., 1995. White Cyanogenic and non-cyanogenic glycosides from *Manihot esculenta*. *Phytochemistry*, vol.40 (4): 1167-1173.
- Joffin N. et Leyral G., 2001- Microbiologie Technique, Dictionnaire des techniques. 3^{ème} Ed, Bordeaux : 320.
- Koba K., Sanda K., Raynaud C., Nenonene Y.A., Millet J. & Chaumont Loziene, K., Venskutonis, P. R., Sipailiene, A., Labokas, J. 2007.- Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes *Food chem.* 103: 546-559.
- Mavar M. H., Brick D., Marie D. E. P. And Quetin-Leclercq J., 2004. In vivo anti-inflammatory activity of *Alchornea cordifolia* (Schumacher & Thonn.) (Euphorbiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 92 (2-3): 209-214.
- Mazoir N., Benharref A., Bailén M., Reina M., and Onzálezcoloma A., 2008. Bioactive triterpene derivatives from latex of two *Euphorbia* species. *Phytochemistry*, vol. 69: 1328-1338. from *Euphorbia geniculata*. *Phytochemistry*, vol. 19 (10): 2163-2166.
- Mohammed Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de magister. Option: Produits naturels, activité biologique et synthèse. Faculté des Sciences. Université ABB. Tlemcen. Algérie.

Moreira, M.R., Ponce, A.G., Del Valle, C.E., Roura, S.I. 2005.- Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. LWT. 38: 565 - 570.

Øyvind M. A. and Kenneth R. M., 2006. - Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications. Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group- USA, 1212 p.

Pibiri M. C., 2005.- Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 160 p.

Tripathi R. D. and Tiwari K. P., 1980. - Geniculatin, a triterpenoid saponin
Zellagui Amar., Said Noamane Labib., Gherraf Noureddine. and Rhouati Salah., 2012.-Phytochemical screening of five Algerian plants and the assessment of the antibacterial activity of two *Euphorbia guyoniana* extracts 4 (5):1438-1444.

J.P. (2004). Activities antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon* sp. Vis-à-vis des germes pathogènes d'animaux de compagnie. Annales de Médecine Vétérinaire, 148, 202-206.



2- Recherche des plantes à caractère hypotenseur utilisées dans la pharmacopée des populations de la vallée du M'Zab (Sahara Algérien). 2019. Journal of Advanced Research in Science and Technology. <https://www.asjp.cerist.dz/en>

Recherche des plantes à caractère hypotenseur utilisées dans la pharmacopée des populations de la vallée du *M'Zab* (Sahara Algérien)

KEMASSI Abdellah^{1,2*}, SMAÏL Zineb¹, MOULAY OMAR Halima¹, HEROUINI Amel¹, BENDEKKEN Zineb¹, BOURAS Nouredine³ et OULD EL HADJ Mohamed Didi²

¹ Laboratoire de Mathématique et Sciences Appliquées, Université de Ghardaïa, B.P 455, Ghardaïa, 47000, Algérie

² Laboratoire de Protection des Écosystèmes en Zones Arides et Semi Arides, Université Kasdi Merbah, Ouargla., BP511 Ouargla 30000, Algérie.

³ Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre, Université de Ghardaïa, BP 455, Ghardaïa 47000, Algérie.

(Received 24 June 2019 - Accepted 12 July 2019 – Published 30 July 2019)

Abstract. The purpose of this study is to carry out an ethnobotanical survey among herbalists, traditional healers, botanists, pharmacists and doctors of the *M'Zab* valley populations for the research of the plants used in traditional medicine for the treatment of hypertension. The survey conducted revealed a total of 39 vegetal species used in therapeutic recipes for the treatment of arterial hypertension. The majority of these species belong to the Dicotyledonous plants (81.58%) and 18.42% to Monocotyledonous plants. The 39 listed species are distributed among 25 families, of which the Asteraceae family is the most represented by 32%. For the preparation of remedies, different parts of plants are used, the fruits are the most used (26.92%), followed by the leaves (23.08%) while the other parts of plants are rarely used. Of the 39 species used, 17 are spontaneous species and the others are cultivated and some of which are used as condiments. For the preparation of therapeutic recipes, the infusion is the main mode used, (39.39%), followed by the decoction (27.27%). Other modes including oil, powder, and dye are used with lower frequencies.

Key words: *Pharmacopoeia, ethnobotany, hypotensive, M'Zab valley, Sahara.*

Résumé. La présente étude porte sur une enquête ethnobotanique auprès des herboristes, tradipraticiens, botanistes, pharmaciens et médecins des populations de la vallée du *M'Zab* pour la recherche des plantes utilisées dans la médecine traditionnelle locale pour le soin ou le soulagement de l'hypertension artérielle. L'enquête réalisée a permis d'inventorier un total de 39 espèces végétales utilisées dans les recettes thérapeutiques de traitement de l'hypertension artérielle; dont la majorité de ces espèces appartenant au groupe de Dicotylédone (81,58%) et 18,42% aux Monocotylédones. Les 39 espèces recensées sont distribuées sur 25 familles, dont la famille des Asteraceae est la plus représentées (32%). Pour la préparation des remèdes, différentes parties de plantes sont utilisées, les fruits sont les plus utilisés (26,92%), suivis par les feuilles (23,08%), alors que les autres parties de plantes sont guères utilisées. Sur les 39 espèces utilisées, 17 sont des espèces spontanées et les autres sont des cultivées dont certaines sont utilisées comme condiments. Pour la préparation des recettes thérapeutiques, l'infusion est le principal mode utilisé, (39,39%), suivi par la décoction (27,27%). Les autres modes dont huile, poudre et teinture sont utilisés avec des fréquences moindres.

Mots clés : Pharmacopée, Ethnobotanique, hypotenseur, vallée du *M'Zab*, Sahara.

* Corresponding author.

E-mail: Akemassi@yahoo.fr (Kemassi A.).

Address: ECOSYS- Univ.Ouargla 30000

1. Introduction

Depuis fort longtemps, l'homme a utilisé les plantes pour la consommation, pour se soigner, et comme abri. Il semble qu'avant quelque 60000 ans, les Néandertaliens jouissaient des vertus thérapeutiques des plantes (Solecki et Shanidar, 1975). L'usage des plantes comme remèdes fait partie de l'histoire de toutes les civilisations anciennes: Arabe, Egyptienne, Persique, Romaine, Grecque, Maya, Sumérienne, Chinoise, Indienne, Zoulou, etc. A travers les siècles, le savoir concernant les plantes s'est regroupé et documenté et a été transmis entre de générations.

A l'échelle mondiale, un adulte sur trois est atteint d'hypertension artérielle (sévère ou passagère). Cette proportion augmente à plus 40% dans les pays en développement notamment en Afrique où près de 50% des adultes sont hypertendus dont la majorité ne subit aucun traitement ou soin médical. En Afrique, l'hypertension artérielle est une affection responsable de près de 50% des cas de décès par accident vasculaire cérébral et cardiaque (OMS, 2015).

Dans certaines localités, d'année en année le recours à la médecine traditionnelle ne cesse d'augmenter et ce transformé à une pratique quotidienne courante, et la demande en matière de plantes médicinales est en accroissement continu.

Comme de nombreuses populations africaines, le recours à la médecine traditionnelle par les populations algériennes connu une croissance considérable, du fait qu'elle réponde bien à la demande de soins des populations, particulièrement les populations bédouine (nomades), rurales et sahariennes, où les populations possèdent un certain savoir concernant les plantes et leurs vertus thérapeutiques.

Au Sahara, l'usage des plantes comme remède constitue une partie importante de la culture locale, et est une partie intégrante dans la vie de ces populations. Dans les régions sahariennes, bien que le couvert végétal est peu diversifié, quelques plus de 500 taxons spontanés recensés, dont la quasi-totalité sont médicinales (Mair, 1939; Ozenda, 1991). Cette flore, en partie endémique de ces régions, est très peu ou pas étudiée et les recherches sur la connaissance et leur usage ancestral sont faibles.

Suite à l'augmentation de la demande mondiale aux produits pharmaceutiques de synthèse, et vu leurs effets collatéraux sur la santé humaine et leur couts élevés, l'Homme cherche des moyens alternatifs pour se soigner dont l'usage des plantes médicinales (Duke, 1993, Cox et Balick, 1994). La recherche des matières premières végétales constitue actuellement une préoccupation majeure de la collectivité scientifique et les travaux dans ce contexte connaissent un regain d'intérêt. Dans certaines populations, l'utilisation des produits d'herboristerie et les recettes des tradipraticiens, comme remède ou suppléments alimentaires, ont été présentés comme un système de santé nouveau, rentable et sans innocuité sanitaire (Small et Catling, 2000).

Dans ce contexte, la présente étude est une enquête ethnobotanique visant la recherche des plantes utilisées par les populations locales de la vallée du *M'Zab* pour le traitement et le soulagement des perturbations de la tension artérielle.

2.- Méthodologie de travail

2.1.- Présentation de la région d'étude

La vallée du *M'Zab* est située dans la région de Ghardaïa qui présente une des principales oasis du Sahara septentrional Algérien. Elle est située au Sud-Est du pays, couvrant une superficie de 86560 Km²; la vallée du *M'Zab* est située au fond de Oued *M'Zab*, aux coordonnées géographiques 32°30' de latitude Nord et à 3°45' Est de longitude. Le climat est de saharien à hiver doux, caractérisé par une période sèche qui s'étale sur toute l'année. Les pluies sont rares et irrégulières entre les mois et les années, le cumul moyen est de 91,81 ± 04,12 mm, la température moyenne annuelle est de 22,59 ± 02,17 °C. L'air à Ghardaïa est sec, l'humidité moyenne annuelle est de 38,7 ± 02,21%. Les vents sont fréquents durant toute l'année, et dans des directions différentes, les vents dominants sont de direction Nord à Nord-Ouest et de Sud à Nord. L'évaporation est très importante, la moyenne annuelle est de l'ordre de 2691,40 mm/an, d'autant que les radiations solaires, la durée moyenne annuelle d'insolation est de l'ordre de 282,60 heures/mois (ONM, 2011).

Cette région est connue par une architecture spécifique des Ksour (noyaux historiques) situés dans la vallée du *M'Zab*, tels constructions classées monuments mondiaux par l'UNESCO depuis 1982, ainsi que pour ces modèles traditionnels ingénieux, dont les systèmes de partage d'eau des crues pour l'irrigation des jardins phœnicicoles et les oasis. La population de la vallée du *M'Zab* est un mélange entre deux groupes sociolinguistiques soit les Arabes et les Mozabites (Berbères).

2.2.- Enquête ethnobotanique

L'enquête ethnobotanique réalisée est définie selon les objectifs visés, elle consiste en effet, a des interviews individuelles auprès des herboristes, tradipraticiens, tradithérapeutes, pharmaciens, médecins, botanistes et les vieux guérisseurs et toute personne ressource reconnues par les populations qui permet de dresser une liste des plantes médicinales utilisés par les locaux pour le traitement et le soulagement des perturbations des tensions artérielles.

Le questionnaire établi est structuré en cinq parties;

1^e partie : Est consacrée à la présentation des ressources des données recueillies soit les personnes interviewées individuellement (âge, sexe, localité, niveau scolaire);

2^e partie : S'intéresse à la plante utilisée, les parties utilisées, les ingrédients, le lieu de la récolte, stade de récolte, saison idéale pour la récolte, moment du jour idéal pour la récolte;

3^e partie : Est consacrée au mode de préparation du remède (infusion, macération, décoction, poudre, teinture, etc.), et à la composition et la description du mode de la préparation des recettes thérapeutiques;

4^e partie : Est conçue pour la présentation du mode d'administration et les fréquences d'utilisation des remèdes selon l'âge, le sexe et l'état du patient ou l'utilisateur.

5^e partie : Est consacrée à la description des effets indésirables liés à l'utilisation conventionnelle ou surdosage des recettes, conseils aux usagers et à la définition des cas où il faut éviter l'usage de ces plantes.

2.3.- Exploitation des résultats

Pour évaluer la place des plantes du Sahara dans la pharmacopée des populations de la vallée du *M'Zab* et leurs importances socioculturelles, nombreux paramètres ont été estimés.

En prologue, tenant en compte des classes d'âges des personnes interviewées, leurs sexes et niveau scolaire, les personnes interrogées sont classées.

En outre, la physionomie et le type biologique (vivace, herbacée, éphémère) des espèces végétales utilisées dans la préparation des recettes thérapeutique sont comptées afin de vérifier la disponibilité des espèces selon leurs importances dans les recettes thérapeutiques.

Les données recueillies ont été analysées en estimant certains indices dont la fréquence relative de citation (FRC), la valeur d'usage (VUe) et la valeur d'importance (VI).

1- Fréquence relative de citation (FRC): elle mesure le nombre d'enquêtés qui utilisent un taxon donné et la manière que ce savoir est distribué entre les questionnaires. Il correspond au nombre d'utilisation d'une plante (S) par questionnaire par rapport au nombre total d'utilisation (N) (nombre total des questionnaires). Il est estimé en appliquant la formule suivante : $FRC=(S/N)*100$ (Dossou et al., 2012; Houmenou et al., 2017).

2- Valeur d'usage (VUe): est le nombre de fois où une espèce quelconque est citée dans les recettes (Dossou et al., 2012; Houmenou et al., 2017).

3- Valeur d'importance (VI) : c'est le rapport de la valeur d'usage par espèce (VUe) et le nombre total d'espèces (N). Il est estimé par la formule suivante : $VI = VUe/N$ dont N: le nombre total d'espèces (Dossou et al., 2012).

3.- Résultats et discussion

3.1.- Caractéristiques socioculturelles des personnes interviewées

Les enquêtes réalisées auprès des praticiens des plantes médicinales de la vallée du *M'Zab*, ont permis de mettre en exergue les plantes utilisées pour le soin et le soulagement de l'hypertension artérielle. Environ 157 personnes ressources interviewées dont 76 hommes et 81 femmes. 53,50% des personnes enquêtées sont des adultes de la classe (30-60 ans), et 43,31% de la classe des vieux (plus de 61 ans), alors que la classe des jeunes (20-30 ans) présente 3,18% des personnes interrogées (Tableau 1).

Quant à leur niveau d'instructions, la majorité des personnes enquêtées sont de niveau le primaire (37,58%), secondaire (23,57%), lycée (19,75%), universitaire (10,83%) et les analphabètes (08,28%). Il est à noter que la quasi-totalité des personnes formant la classe des analphabètes ont subies des formations dans les écoles coraniques très répandues dans cette société, où ces institutions ont jouées un grand rôle dans l'instruction des populations pendant la période coloniale. La classe des analphabètes est constituée d'individus dont leur âge dépasse les 65 ans, ceux-ci montre que ces individus ont vécu une partie de leur vie durant la période coloniale.

Tableau 1 : Caractéristiques socioculturelles des personnes enquêtées.

| Paramètres | | Proportions (%) |
|--------------|----------|-----------------|
| Sexe | Masculin | 48,41 |
| | Féminin | 51,59 |
| Classe d'âge | 20-30 | 3,18 |
| | 31-60 | 53,50 |
| | +60 | 43,31 |

| | | |
|-----------------------------|----------------------|-------|
| Niveau d'instruction | Analphabète | 8,28 |
| | Primaire | 37,58 |
| | Secondaire | 23,57 |
| | Lycée | 19,75 |
| | Universitaire | 10,83 |
| Groupes ethniques | Arabe | 49,31 |
| | Mozabite | 50,69 |

En outre, la composante ethnique des populations de la vallée du *M'Zab* contribue dans les échanges culturels et au brassage du savoir-faire ancestral relatif aux plantes médicinales. 49,31% des praticiens interviewés sont des Arabes tandis que les 50,69% restants sont des Mozabites (Amazigh ou Berbère).

Au Sahara algérien, différents groupes ethniques ou sociolinguistiques vivent en bonne harmonie, ces interactions et synergies entre populations contribuent dans l'enrichissement culturel et au développement de ces sociétés; chaque localité apporte des connaissances qui sont généralement des pratiques ancestrales et des parties intégrantes dans leurs patrimoines culturels.

3.2.- Analyse des questionnaires ethnobotaniques

D'après l'enquête menée auprès des herboristes, pharmaciens, tradipraticiens, tradithérapeutes et botanistes de la vallée du *M'Zab*, un total de 40 espèces végétales utilisées dans le traitement et le soulagement des tensions artérielles sont identifiées (Tableau 2). Celles-ci sont réparties sur les deux divisions des végétaux dont les Gymnospermes et Angiospermes, soit 92% pour la première et 08% pour la seconde. Les 39 espèces inventoriées sont distribuées sur 25 familles botaniques dont 18 familles appartiennent au groupe des Dicotylédones (62,5%) et 5 au Monocotylédones (12,5%) (Figure 1). En outre, 17 espèces sont des plantes spontanées du Sahara (42,5%), alors que les autres sont des espèces cultivées soit 23 espèces (57,5%).

Il ressort que un total de 17 espèces spontanées sont sauvages utilisées dans la pharmacopée des populations du Sahara septentrional. Ces espèces, ce distribuées sur 11 familles botaniques dont la plus représentée est la famille de des Asteraceae par 5 espèces soit une proportion de 29,41%, suivie par les Poaceae et les Malvaceae par 2 espèces chacune (11,76%). Alors que les espèces des autres familles botaniques telles que les Asclepiadaceae, les Rosaceae, les Apiaceae, les Ranunculaceae, les Rhamnaceae, les Rutaceae et les Cucurbitaceae, sont guère utilisées, sont représentées par une seule espèce chacune (5,88%).

Différentes parties de ces plantes sont utilisées pour la préparation des remèdes (Figure 2), les fleurs sont la partie la plus utilisée dans les recettes thérapeutiques (28%), suivie par les feuilles (20%), les fruits (16%), les graines (12%) alors que les racines, la plante entière et les rameaux ou tige sont utilisés par une proportion de l'ordre de 8%.

D'après l'analyse des fiches d'enquêtes, il est apparu que l'infusion est le mode de préparation du remède le plus fréquemment utilisés dans les recettes thérapeutiques avec une proportion de 65% (Figure 3), cela pourrait être justifié par le fait que les fleurs et les feuilles sont les organes les plus fréquents dans les recettes. Il est suivi par la décoction 20%, la poudre et la teinture par 5% des recettes utilisées. Comme il est à citer que dans 5% des recettes, il est conseillé de consommer la plante entière soit à l'état frais ou sec.

Tableau 1- Liste des plantes à usage médicinal utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle dans la vallée du *M'Zab*

| Groupe | Famille | Noms scientifique | Noms vernaculaire | Partie utilisée | Mode de préparation de remède |
|-----------------|----------------|---|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Monocotylédones | Poaceae | <i>Oryza sativa</i> L.* | Riz cultivé asiatique | Graines | Telles qu'il est |
| | | <i>Secale cereale</i> L. | Seigle "chaylame selet" | Graines | Poudre |
| | | <i>Cymbopogon schoenanthus</i> L. | "Lemmad" | Graines | Infusion |
| | Asclepiadaceae | <i>Periploca angustifolia</i> Labill. | "Hallab" | Racines | Infusion, décoction |
| | Liliaceae | <i>Allium sativum</i> L. | Ail | Bulbe | décoction |
| | Palmaceae | <i>Phoenix dactylifera</i> L. | Palmier-dattier | Fruits | Telles qu'il est |
| | Zingiberaceae | <i>Zingiber officinale</i> <u>Roscoe</u> * | Gingembre | Racine | Infusion |
| Dicotylédones | Rosaceae | <i>Fragaria vesca</i> L.* | Fraisier sauvage | Fruits | Infusion |
| | | <i>Filipendula ulmaria</i> L.* | Reine des prés | Plante entière | Infusion |
| | | <i>Crataegus oxyacantha</i> L.** | "Zaarour lbari" | Fruits, fleurs | Infusion |
| | | <i>Malus communis</i> Poir | Pommier | Fruits | décoction |
| | Asteraceae | <i>Helianthus annuus</i> L. * | Tournesol | Graines | Huile |
| | | <i>Artemisia campestris</i> L. | "Alala" | Fleurs, rameaux et feuilles | Infusion, décoction |
| | | <i>Artemisia herba alba</i> Asso | "Chih" | Feuilles, fleurs | Infusion |
| | | <i>Achillea millefolium</i> L., <u>1753</u> * | Achillée | Feuilles, fleurs | Infusion |
| | | <i>Bellis perennis</i> L.* | "Zahrte rabi3" | Fleurs, feuilles | Infusion |
| | | <i>Hieracium Pilosella</i> L.* | Piloselle "Tafra" | Feuilles | Infusion |
| | | <i>Calendula arvensis</i> L.* | Souci officinal "koko" | Fleurs | Infusion |
| | | <i>Cynara cardunculus</i> L. | Artichaut sauvages | Fleurs, rameaux et feuilles, graines | Infusion |
| | Malvaceae | <u><i>Tilia cordata</i> Mill.</u> , 1768 * | Tilleuls z"izafoune" | Feuilles | Infusion |
| | | <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.* | Rosa de Jamaica | Fleurs | décoction |
| | Apiaceae | <i>Heracleum sphondylium</i> L.* | berce "sfandaliune" | Racines+ feuilles | Infusion |
| | | <i>Ammodaucus leucotrichus</i> Cos. et Dur. | "oum drayga | Fleure | Infusion |
| | Ranunculaceae | <i>Nigella arvensis</i> L. | Nigelle | Graines | Infusion |
| | Rhamnaceae | <i>Zizyphus lotus</i> L. | Jujub commun | Feuilles, Fruits | Infusion |
| | Rutaceae | <i>Ruta tuberculata</i> forsk | "Fajjel" | Feuilles | Infusion, décoction |
| | Berbéridaceae | <i>Berberis vulgaris</i> L.* | Epine vinette | Racine | décoction |

| | | | | | |
|---------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------|------------------|
| | Oleaceae | <i>Olea europaea</i> L.* | Olivier | Feuilles | décoction |
| | Cupressaceae | <i>Juniperus communis</i> L., 1753* | Genévrier commun | Fruits | décoction |
| | Saxifragaceae | <i>Ribes nigrum</i> L.* | Cassis | Feuilles | Infusion |
| | Apocynaceae | <i>Vinca minor</i> L.* | Pervenche "waneka" | Feuilles | Infusion |
| | Loranthaceae | <i>Viscum Album</i> L. | Gui "dabk" | Plante entière | Teinture |
| | Araliaceae | <i>Hedera Helix</i> L. | Lierre grimpant " | Bois frais | Teinture |
| | Vitaceae | <i>Vitis vinifera</i> L. | Vigne "karma" | Feuilles, Fruits | Telles qu'il est |
| | Cucurbitaceae | <i>Momordica elaterium</i> L. | Concombre d'âne | Fruits | Telles qu'il est |
| | | <i>Bryonia dioica</i> L. | "Karma bida" | Racines | Teintures |
| | Chenopodiaceae | <i>Chenopodium bonus-henricus</i> L. | Chénopode Bon-henri | Feuilles | Telle qu'il est |
| | Labiaceae | <i>Rosmarinus officinalis</i> L. | Romarin | Feuilles+fleures | Tenture |
| Gymnos permes | Lauraceae | <i>Laurus nobilis</i> L., 1753* | Laurier (Rand) | Feuilles+fruits | Infusion |

* : Espèces végétales allochtones (Asiatiques ou Européennes); ** : Espèces végétales méditerranéennes non sahariennes.

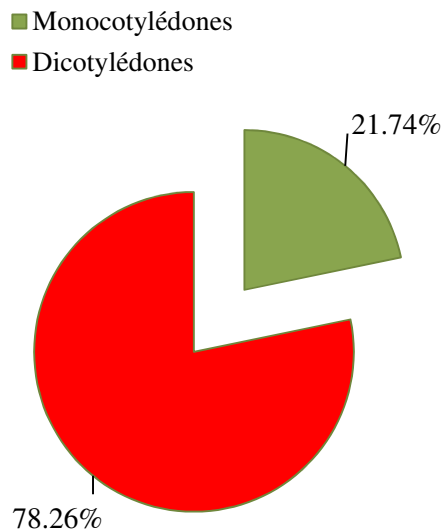


Figure 1: Proportion des familles de différents groupes de végétaux.

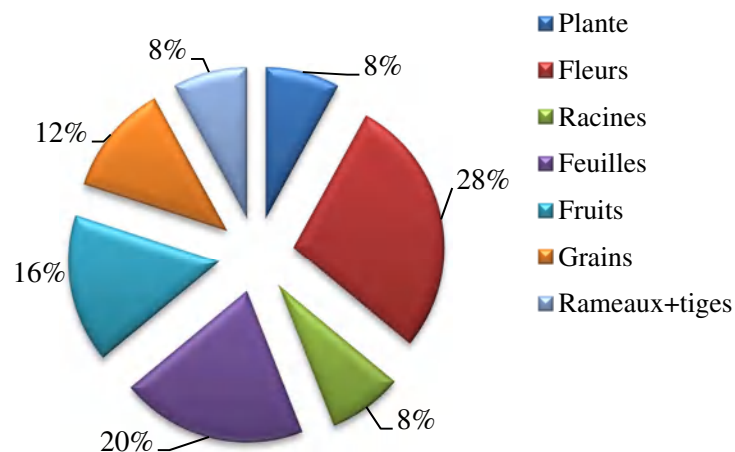


Figure 2- Fréquence d'utilisation de différentes parties de plante spontanées dans les recettes thérapeutiques.

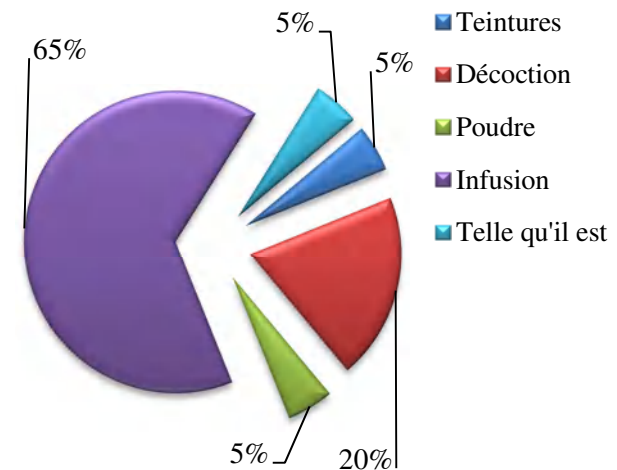


Figure 3- Fréquence de différents modes de préparation des recettes thérapeutiques hypotensives.

3.3.- Analyse des indices ethnobotaniques

Au vu des résultats regroupés dans le Tableau 3, il est apparu que certaines espèces végétales recensées présentent des fréquences relatives de citation (FRC) élevées qui arrivent pour certaines 100%, alors que pour d'autres sont modestes et avoisines ou inférieures à 10%.

Tableau 3- Indices ethnobotaniques des plantes à caractère hypotenseur de la pharmacopée des populations de Oued M'Zab.

| Groupe | Famille | Noms scientifique | Types | Indices estimés | | | |
|------------------------|------------------------|---|---|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | FRC | VUe | VI) | |
| <u>Monocotylédones</u> | <u>Poaceae</u> | <i>Oryza sativa</i> L. | Herbacée | 3.90 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Secale cereale</i> L. | Herbacée | 25.98 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Cymbopogon schoenanthus</i> L. | Herbacée | 25.98 | 1 | 0.026 | |
| | Asclepiadaceae | <i>Periploca angustifolia</i> Labill. | Herbacée | 42.86 | 1 | 0.026 | |
| | Liliaceae | <i>Allium sativum</i> L. | Herbacée | 100 | 2 | 0.051 | |
| | Palmaceae | <i>Phoenix dactylifera</i> L. | Ligneuse | 15.59 | 1 | 0.026 | |
| | <u>Zingiberaceae</u> | <i>Zingiber officinale</i> <u>Roscoe</u> | Ligneuse | 54.55 | 2 | 0.051 | |
| <u>Dicotylédones</u> | <u>Rosaceae</u> | <i>Fragaria vesca</i> L. | Herbacée | 2.6 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Filipendula Ulmaria</i> L. | Herbacée | 12.99 | 2 | 0.051 | |
| | | <i>Crataegus oxyacantha</i> L. | Ligneuse | 19.48 | 3 | 0.077 | |
| | | <i>Malus communis</i> Poir | Ligneuse | 54.55 | 1 | 0.026 | |
| | <u>Asteraceae</u> | <i>Helianthus annuus</i> L. | Herbacée | 14.29 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Artemisia campestris</i> L. | Herbacée | 32.47 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Artemisia herba alba</i> Asso | Herbacée | 100 | 2 | 0.051 | |
| | | <i>Achillea millefolium</i> L., <u>1753</u> | Herbacée | 3.9 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Bellis perennis</i> L. | Herbacée | 6.5 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Hieracium Pilosella</i> L. | Ligneuse | 44.16 | 2 | 0.051 | |
| | | <i>Calendula arvensis</i> L. | Herbacée | 2.6 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Ononis antiquorum</i> L. | Herbacée | 18.19 | 1 | 0.026 | |
| | | <u>Malvaceae</u> | <i>Tilia cordata</i> <u>Mill., 1768</u> | Herbacée | 57.15 | 1 | 0.026 |
| | | | <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. | Ligneuse | 79.22 | 3 | 0.077 |
| | Apiaceae | <i>Heracleum sphondylium</i> L. | Herbacée | 6.5 | 1 | 0.026 | |
| | | <i>Ammodaucus leucotrichus</i> Cos. et Dur. | Herbacée | 77.93 | 1 | 0.026 | |
| | Ranunculaceae | <i>Nigella arvensis</i> L. | Herbacée | 74.03 | 1 | 0.026 | |
| | <u>Rhamnaceae</u> | <i>Zizyphus lotus</i> L. | Ligneuse | 79.22 | 1 | 0.026 | |
| | Rutaceae | <i>Ruta tuberculata</i> forsk | Herbacée | 53.25 | 1 | 0.026 | |
| | Berbéridaceae | <i>Berberis vulgaris</i> L. | Herbacée | 12.99 | 1 | 0.026 | |
| | Oleaceae | <i>Olea europaea</i> L. | Ligneuse | 100 | 6 | 0.15 | |
| | <u>Cupressaceae</u> | <i>Juniperus communis</i> L., <u>1753</u> | Ligneuse | 92.21 | 1 | 0.026 | |
| Saxifragaceae | <i>Ribes nigrum</i> L. | Herbacée | 22.08 | 1 | 0.026 | | |
| Apocynaceae | <i>Vinca minor</i> L. | Herbacée | 6.5 | 1 | 0.026 | | |
| Loranthaceae | <i>Viscum Album</i> L. | Herbacée | 22.08 | 2 | 0.051 | | |
| Araliaceae | <i>Hedera Helix</i> L. | Herbacée | 14.29 | 1 | 0.026 | | |

| | | | | | | |
|--------------|---------------------------|--|----------|--------------|---|-------|
| | Vitaceae | <i>Vitis vinifera</i> L. | Ligneuse | 90.91 | 1 | 0.026 |
| | Cucurbitaceae | <i>Momordica elaterium</i> L. | Herbacée | 9.09 | 1 | 0.026 |
| | | <i>Bryonia dioica</i> L. | Herbacée | 16.89 | 1 | 0.026 |
| | Chenopodiaceae | <i>Chenopodium bonus-henricus</i> L. | Herbacée | 19.48 | 1 | 0.026 |
| | Labiaceae | <i>Rosmarinus officinalis</i> L. | Herbacée | 61.04 | 1 | 0.026 |
| Gymnospermes | Lauraceae | <i>Laurus nobilis</i> L., 1753 | Ligneuse | 51.95 | 1 | 0.026 |

Une troisième catégorie est constituée dans plantes qui présentent des FRC moyennes oscillant entre 10% < FRC < 80%. Trois espèces végétales présentent une FRC de 100%, il s'agit de l'Ail *Allium sativum* L. (Liliaceae), l'Olivier *Olea europaea* L. (Oleaceae), Armoise blanc *Artemisia herba alba* (Asteraceae). Il est à noter que 2/3 espèces citées sont cultivées et 1/3 est spontanées soit l'Armoise blanc. Cette dernière est bien disponible et fréquente dans les oueds et les airs avoisinants la vallée du M'Zab. Le Genévrier commun *Juniperus communis* L. et la vigne *Vitis vinifera* L. (Vitaceae) sont des espèces fréquentes dans les recettes thérapeutiques, Les FRC estimées sont de l'ordre de 92,21% et 90,91%, respectivement. D'autres espèces végétales sont moyennement fréquentes dans les recettes thérapeutiques que les précédentes; les valeurs de FRC estimées sont de 51,95% pour *Laurus nobilis* L. et 79,22% pour *Zizyphus lotus* L., *Ammodaucus leucotrichus* Cos. et Dur. (77,93%), *Nigella arvensis* L. (74,03%), *Ruta tuberculata* Forsk. (53,25%), *Zingiber officinale* Roscoe (54,55%), *Malus communis* L. (54,55%), *Rosmarinus officinalis* L. (61,04%), *Periploca angustifolia* Labill. (42,86%), *Artemisia campestris* L. (32,47%). Bien que les autres présentent des fréquences relatives de citation (FRC) relativement faibles (FRC > 10%).

La Valeur d'Usage (VUe) correspond au nombre de fois où une espèce végétale citée dans les recettes. L'olivier *Olea europaea* L. est l'espèce qui présente la valeur d'usage la plus élevée (6), suivie par *Hibiscus sabdariffa* L. et *Crataegus oxyacantha* L. avec une VUe de 3. Une valeur d'usage de 2 est estimée pour *Zingiber officinale* Roscoe, *Hieracium pilosella* L., *Artemisia herba alba* Asso, *Viscum album* L., *Allium sativum* L., et *Filipendula ulmaria* L. Pour les autres espèces identifiées, la valeur d'usage rapportée est de 1.

Il est important de signaler que les feuilles d'olivier *Olea europaea* L. sont largement citées dans les recettes thérapeutiques utilisées pour le soulagement de l'hypertension artérielle. De même, les personnes enquêtées témoignent l'efficacité de l'administration de la tisane de feuilles d'olivier (infusion) pour le soulagement de l'hypertension artérielle.

La Valeur d'importance (VI), est un indice varie en fonction de la Valeur d'Usage (VUe), il est estimé en calculant le rapport entre la valeur d'usage et la nombre total d'espèces identifiées, de ce fait, les espèces qui présentent une valeur d'usage élevée vont avoir des valeurs d'importance élevées (Tableau 3); l'olivier *Olea europaea* L. est l'espèce qui présente la valeur d'importance la plus élevée (0,15), 0,77 pour *Hibiscus sabdariffa* L. et *Crataegus oxyacantha* L. et de 0,051 pour *Zingiber officinale* Roscoe, *Hieracium pilosella* L., *Artemisia herba alba* Asso, *Viscum album* L., *Allium sativum* L., et *Filipendula ulmaria* L.; alors qu'elle est de 0,026 pour les autres espèces citées.

En outre, il est important de signaler que de 18 espèces de total de 39 espèces utilisées dans la pharmacopée locale des populations de la vallée du *M'Zab* sont allochtones d'origine multiples (particulièrement d'Asie ou d'Europe) (Tableau 3). Ces résultats prouvent l'inspiration des nouvelles espèces utilisées dans la médecine populaire asiatique et européenne et leur introduction dans la médecine populaire de la vallée. Certes, le brassage des connaissances entre les civilisations présente un intérêt capital, mais souvent, il aboutit à la disparition de quelques parties jugées par les ancêtres comme secondaires ou moins importantes.

Dans cette étude ethnobotanique, les personnes interviewées sont presque équitablement distribuées en fonction du sexe (48,41% des hommes et 51,59% des femmes), ceux-ci est probablement liée aux traditions communes dans les populations locales sahariennes, où les coutumes, traditions et la religion empêchent souvent les femmes d'être examinées par un homme; les femmes sont souvent examinées par une tradipraticienne et les hommes sont ainsi examinés par un tradipraticien. Ces raisons permettent un bon partage du savoir-faire médicinal entre les hommes et les femmes.

Les présents résultats sont concomitants avec ceux obtenus par Kemassi et al. (2014), où ils sont recensés dans cette même région les plantes de la pharmacopée locale à caractère hypoglycémiant; le savoir-faire est partagé entre les deux sexes, l'infusion et la décoction sont les modes les plus adoptés pour la confection des recettes thérapeutiques, les feuilles sont plus utilisées dans les recettes. Certains tradipraticiens préconisent l'administration des différentes tisanes en ajoutant du miel pur. Hadjseyd et al. (2016) dans leur travail sur les plantes utilisées dans la médecine traditionnelle de la région de Ghardaïa, mentionnent que le miel est l'ingrédient le plus utilisé pour la confection des recettes et est additionné dans presque toutes les recettes.

Parallèlement, dans cette étude la majorité des recettes sont monospécifiques, les adjuvants utilisés soit le miel, vinaigre blanc, ou bien certains organes de plantes sont utilisés à des très petites quantités comme des ingrédients auxiliaires permettant de renforcer l'action thérapeutique des principaux constituants des recettes, de traiter les symptômes secondaires de la maladie, ou bien de protéger l'estomac de l'action agressive de certains composants majoritaires de la recette.

4.- Conclusion

L'étude ethnobotanique réalisée auprès des herboristes, tradithérapeutes et les personnes ressources de la vallée du *M'Zab* a permis de recenser 39 espèces végétales utilisées dans la pharmacopée locale comme remède de l'hypertension artérielle. Des espèces spontanées et cultivées, sahariennes ou d'origines variables sont fréquentes dans la recette thérapeutique. Il est constaté que 46,15% des espèces végétales recensées sont d'origine non saharienne, ce qui montre que le savoir-faire local et ancestral relatif aux plantes sahariennes médicinales est en péril aux raisons de l'intrusion des plantes de différentes origines dans la médecine locale, ce qui implique la multiplication des efforts pour sauvegarder ce savoir-faire local et ce patrimoine culturel.

5.- Références bibliographiques

A.N.A.R.H., 2007.- Agence Nationale de Ressources Hydrique Ghardaïa- Algérie 78p.

Bellakhdar J., 1997.- La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. France.

Caron S. et Hamelin S., 2003.- Guide des plantes sauvages; chantier nature 16 place Cormontaigne 59000 LILLE.

Cox, P.A., and Balick, M.J., 1994.- The ethno botanical approach to drug discovery. Sci. Am. 270(6): 82-87.

Dossou M.E., Houessou G.L., Lougbégnon O.T., Tenté A.HB., Codjia J.TC., 2012.- Étude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, 30(1): 41-48.

Duck J.A., 1993.- Medicinal plants and the pharmaceutical industry. In New Corps. Edited by J. Janick and J.E. Simon. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY. Pp.664-669.

Fattourusso V. et Ritter O., 1961.- Vademécum clinique du médecin pratique du symptôme à l'ordonnance; 5^{ème} édition augmentée et mise à jour. Masson et ces editeurs.1616p.

Hadj-Seyd A., Kemassi A., Hadj Kouider Y. et Harma A., 2016.- traitement de l'infertilité : plantes spontanées du Sahara septentrional. *Phytothérapie*, 14 (4): 241-245.

Houmenou V. Adjatin A., Tossou M.G., Yedomonhan H., Dansi A., Gbenou J. et Akoegninou A., 2017.- Etude ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement de la stérilité féminine dans les départements de l'Ouémé et du plateau au Sud Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(4): 1851-1871.

Kemassi A., Darem S., Cherif R., Boual Z., Hadj Seyd A., Benbrahim F., Gharib T., Saadine S.E., Aggoune M. S., Ould El Hadj-Khelil A., & Ould Elhadj M.D.- Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien). *Journal of Advanced research in Sciences and Technology*. Vol 1 (1): 1-5.

MAIRE R., 1933.- Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.

ONM, 2011.- Office National de Métrologie Algérie, 56p.

OZENDA P., 1991.- Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, 3ème édition augmentée, Paris: 662 p.

Small E. et Catling P.M., 2000. Les cultures médicinales canadiennes, centre de recherche de l'Est sur les céréales et oléagineux. Programme des ressources biologiques. Direction générales de la recherche Agriculture et Agroalimentaire. Canada Ottawa (Ontario) Canada K1A 0C6, Les Presses scientifiques du CNRC.

Solecki, R.S., et Shanidar, I.V. 1975.- A Neanderthal flower burial in northern Iraq. *Science* 190:880-881.



Communications internationales



Communications internationales

| Titre de la communication | Position de l'auteur | Intitulé de la manifestation et lieu | Année |
|---|----------------------|---|--|
| Herouini A. , NAAOUMA F. Z, Kemassi A and OULD EL HADJ Mohamed Didi.- Search allelopathic activities of the aqueous extract of <i>Euphorbia guyoniana</i> (Euphorbiaceae) | 1 ^{ère} | (AIAC- 2016) 2sd Africa-International Allelopathy Congress | 16-19, 2016 Sousse -Tunisia |
| Herouini Amel , Kemassi Abdellah , KADICI Meriem et OULD EL HADJ Mohamed Didi. - Evaluation of the antimicrobial activity of aqueous extracts of <i>Pergularia tomentosa</i> L. (Asclepiadaceae) and L. (Solanaceae) harvested in the region of Ghardaïa. | 1 ^{ère} | Journées Internationales de Biotechnologie (Association Tunisienne de Biotechnologie) | 18-22 Décembre 2017 Yasmine Hammamet - Tunisie |
| Herouini Amel . , Kemassi abdellah. , Abismail leila.,Taibaoui zakaria.,Aitoudia Ahmed., Chérif rekia .,Baoual Zakaria. Évaluation du pouvoir aphicide des huiles de graines de <i>Pergularia tomentosa</i> | 1 ^{ère} | 30ème Congrès International des sciences biologiques et de biotechnologie de l'ATSB | 25 au 28 Mars 2019 Sousse- Tunisie |



Tunisian Association for
Sustainable Agriculture

AIAC-2016
2nd Africa-International Allelopathy Congress
« *Allelopathy for Sustainability* »



Higher Agronomic Institute
of Chott-Mariem

CERTIFICATE

The organizing committee certifies that

Mss. Amel HEROUINI

has participated with a poster presentation entitled

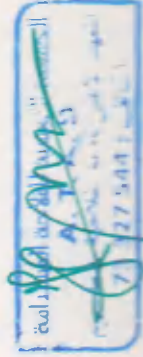
Search allelopathic activities of the aqueous extract of *Euphorbia guyoniana*
(Euphorbiaceae)

authored by

Amel HEROUINI, Fatima Zohra NAAOUMA, Abdellah KEMASSI,
and Mohamed Didi OULD EL HADJ

in The 2nd Africa-International Allelopathy Congress

For the organizing committee
Prof. Rabiaa Haouala





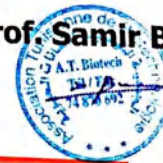
Participation Certificate

The organizers of the 16th International Days of Biotechnology (IDB2017) certify that Mr. /Mrs. /Miss. **HEROUINI Amel** participated in this scientific event with poster communication entitled «*Evaluation of the antimicrobial activity of aqueous extracts of Pergularia tomentosa L. (Asclepiadaceae) and Datura stramonium L. (Solanaceae) harvested in the region of Ghardaïa*».

Number :129

Chairman

Prof. **Samir BEJAR**



Yasmine Hammamet, Tunisia, 18-22 December 2017

| | | |
|---|--|---|
| <p>Association Tunisienne des Sciences Biologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membre de l'ITBMB • Membre de la FASBMB • Membre de l'ITSB • Membre de la FEBS | <p>الجمعية التونسية للعلوم البيولوجية</p>  | <p>Tunisian Association of Biological Sciences</p> <ul style="list-style-type: none"> • Member of the ITBMB • Member of the FASBMB • Member of the ITSB • Member of the FEBS |
|---|--|---|

CERTIFICATE OF ATTENDANCE

This is to certify that

Name : HEROUNINI

Surname : Amel

Participated and presented the communication:

Entitled : Evaluation du pouvoir aphicide des huiles de graines de *Pergularia tomentosa*

Authors : Herouini amel, Kemassi abdellah, Abismail leila, Taibaoui zakaria, Aitoudia ahmed, Cherif rekia, Boual zakaria, Ouldelhadj mohamed didi

Type : Oral

at the 30th international congress of the Tunisian Society of Biological Sciences (ATSB) held in Sousse, Tunisia on 25-28 march 2019.



Communications nationales



Communications nationales

| Titre de la communication | Position de l'auteur | Intitulé de la manifestation et lieu | Année |
|--|----------------------|---|---|
| Herouini A., Kemassi Abdellah Activité biologique des extraits d' <i>Euphorbia guyoniana</i> (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien). | 1 ^{ère} | Séminaire nationale sur l'agriculture en zones arides (SNAZA 2015) | 17 et 18 Novembre 2015 Université de Ghardaia- Algérie |
| Herouini A., Kemassi Abdellah ; Ouled Haddar Amina.- La femme enceinte entre les vertus thérapeutiques des plantes et leurs toxicités : Enquêtes ethnobotanique. | 1 ^{ère} | Journée d'étude sur l'environnement aride. (JEEA 2016) | 19 Avril 2016 Université de Ghardaia- Algérie |
| Herouini A. -Evaluation du pouvoir biocide des huiles de graines de <i>Citrullus colocynthis</i> Schard. (Cucurbitaceae), <i>Pergularia tomentosa</i> L. (Asclepiadaceae) et <i>Datura stramonium</i> L. (Solanaceae) récoltées dans la région de Ghardaia. | 1 ^{ère} | Les portes ouvertes sur la recherche scientifique et les études supérieures | 01 et 02 Mars 2017 Université de Ghardaia- Algérie |
| Herouini A., Kemassi Abdellah ; Ouled Haddar Amina. -Enquête ethnobotanique sur les effets indésirables de la consommation des plantes médicinales par les femmes enceintes. | 1 ^{ère} | Séminaire nationale sur les plantes spontanées | 15 Novembre 2017 Université de Ghardaia- Algérie |
| Kemassi Abdellah.; Herouini A. -Action de l'extrait foliaire aqueux de <i>Cleome arabica</i> L. sur les Larves et imagos du Criquet pèlerin | 1 ^{ère} | Séminaire nationale sur les plantes spontanées (SNPS 2017) | 15 Novembre 2017 Université de Ghardaia- Algérie |
| SMAIL Zineb.; KEMASSI Abdellah.; MOULAY OMAR H.; HEROUINI A ; BENDEKKEN Z et OULD EL HADJ Mohamed Didi. -Inventaire des plantes spontanées utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) | 4 ^{ème} | 1 ^{ère} journée d'étude en biochimie .Le Stress Oxydatif et les Maladies Chroniques : Quelle Relation et Quelle Solution ? (SOMC 2019) | 29 Janvier 2018 Université de Ghardaia- Algérie Janvier 2019 |



République Algérienne Démocratique et Populaire
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
 Université de Ghardaïa
 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre



SNAZA 2015

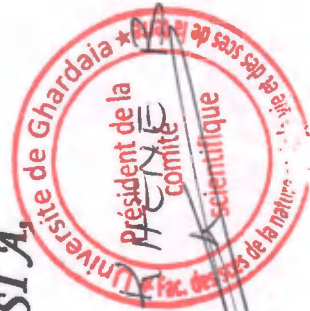
ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le président du comité d'organisation du Séminaire National sur l'Agriculture en Zones Arides
 (SNAZA-2015), organisé les 17 et 18 Novembre 2015 à l'Université de Ghardaïa, atteste que :

M^{me}. HEROUVINI Amel.

A présenté (e) une communication intitulée: *Activité biologique des extraits d'Euphorbia
 guyoniana (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien).*

Co-auteurs : **KEMASSI A.**



DR



Fait à Ghardaïa le 17/11/2015

Président du Comité
 D'organisation
ALIOUA Youcef





République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DE GHARDAÏA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE



1^{ère} Journée d'Etude sur l'Environnement Aride (JEEA 2016)
(19 avril 2016)

Attestation de Participation

Le président du comité d'organisation de la 1^{ère} Journée d'Etude sur l'Environnement Aride (JEEA 2016) atteste que : M^{elle}. HEROUINI Amel a présenté une communication Affichée.

Intitulée : La femme en ceinte entre les vertus thérapeutiques des plantes et leurs toxicités : Enquête ethnobotanique

Co-auteurs: OULAD HADDAR Amina & KEMASSI Abdellah

Président de la faculté

Président du comité d'organisation

امضاء : خنن بيلام و علوم الأرض
عميد كلية علوم الطب والصيدلة
و علوم الأرض بالناحية العلمية و الحياة
و علوم الأرض

KEMASSI Abdellah
Président du Comité
d'organisation

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة غرداية



مكتبة جامعة غرداية

يتشرف نائب مدير جامعة غرداية للتكوين العالي في الطور الثالث والتأهيل الجامعي والبحث العلمي وكذا التكوين العالي فيما بعد التدرج بمنح هذه الشهادة للطالب (ة): هرويني آمال لمشاركته (ها) في إنجاز:

الأوراق المفتوحة على البحث العلمي والدراسات العليا
الدرجة الثانية

المنظمة يومي: 03- 04 جمادى الآخرة 1438هـ / 01- 02 مارس 2017م.

وذلك بملصق علمي عن مشروع أطروحة بعنوان :

Evaluation du pouvoir biocide des huiles de graines de Citrullus colocynthis Schard. (Cucurbitaceae), Pergularia tomentosa L. (Asclepiadaceae) et de Datura stramonium L. (Solanaceae) récoltées

dans la région de Ghardaia

نائب المدير

مكتبة جامعة غرداية
مدير الجامعة، مكتب التكوين العالي،
الطابق الثالث و التعامل الجامعي والبحث العلمي.
وهذا التكوين المنفذ فيما يخص التدرج بالقبلي.
إمضاء: د. يحيى بويحيى





REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 UNIVERSITE DE GHARDAÏA
 FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE
 SEMINAIRE NATIONAL - SUR LES PLANTES SPONTANÉES
 LE 15 NOVEMBRE 2017



ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le président du comité d'organisation du Séminaire National sur les Plantes Spontanées (SNPS 2017) atteste que :

Mme/Mlle/M. **HEROUINI Amel** a présenté une communication affichée Intitulée :

Enquête ethnobotanique sur les effets indésirables de la consommation des plantes médicinales par les femmes enceintes

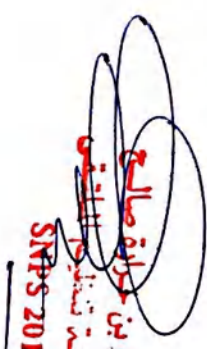
Coauteur(s) : **DILAD HADDAR A., KEMASSI A.**

Doyen de la faculté SNVST

Président du comité d'organisation



عليه عليه
 علوم طبيه و الحيات و علوم الارض
 بشير خسن



الأستاذ : بن حارة صالح
 رئيس لجنة تنظيم SNPS 2017