

ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ INSECTICIDE DE L'EXTRAIT AQUEUX BRUT DE LA FABACAE *CYTISUS TRIFLORUS* L'HER À L'ÉGARD DE *TRIBOLIUM CASTANIUM* (HERBST, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

DJIDEL Asma^{1*}, DAGHBOUCHE Selma¹, BENRIMA Atika¹ et DJAZOULI Zahr-Eddine¹

1. Laboratoire de Biotechnologie des Productions Végétales ; Département des Biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida 1., B.P. 270, route de Soumaa, Ouled yaich, Blida, Algérie

Reçu le 13/12/2018, Révisé le 28/12/2018, Accepté le 31/12/2018

Résumé

Description du sujet : *Cytisus triflorus* l'Her. est une plante médicinale riche en alcaloïdes, en polyphénols, en flavonoïdes, en sucres totaux et en protéines. Elle est utilisée traditionnellement comme plante médicinale cicatrisante.

Objectifs : Le but de notre travail consiste à évaluer l'activité insecticide des extraits aqueux brut à l'égard des adultes du ravageur des denrées stockées *Tribolium castaneum* (Herbst., 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae).

Méthodes : Les extraits aqueux ont été obtenus par rapport aux indices phénologiques, stade avant floraison, stade floraison et le stade nouaison. Nous avons utilisé trois doses, suivant un gradient positif de concentration de l'extrait aqueux des feuilles de *Cytisus triflorus* l'Her à savoir : la forte dose D1 (20%), la moyenne dose D2 (10%) et la faible dose D3 (5%). Les traitements ont été administrés, par contact direct, à des adultes de *Tribolium castaneum*. La toxicité des phytopréparations brute a été estimée par évaluation de la mortalité corrigée.

Résultats : Les résultats montrent que toutes les phyto-préparations provoquent des mortalités importantes par comparaison au témoin. L'effet biocide le plus important est enregistré graduellement par rapport aux concentrations du principe actif 5% < 10% < 20%.

Conclusion : L'extrait aqueux de *Cytisus triflorus* l'Her a été très toxique à l'égard des adultes du ravageur des denrées stockées. La dose la plus efficace fut allouée à la phyto-préparation 20% et aux deux premiers stades phénologique à savoir avant floraison et floraison

Mots clés : Denrées stockées, Extrait aqueux, Indice phénologique, Phytopréparations, Toxicité

EVALUATION OF THE INSECTICIDE ACTIVITY OF THE RAW AQUEOUS EXTRACT FROM THE FABACAE *CYTISUS TRIFLORUS* L'HER A *TRIBOLIUM CASTANIUM* (HERBST, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Abstract

Description of the subject: *Cytisus triflorus* l'Her is a medicinal plant rich in alkaloids, polyphenols, flavonoids, total sugars and proteins. It is traditionally used as a healing medicinal plant.

Objective: The purpose of the research is to estimate the insecticidal activity of raw and formulated watery extracts against the pest's adult of the stored *Tribolium castaneum* (Herbst., 1797) (Coleoptera, Tenebrionidae).

Methods: We used three doses, following a positive gradient of concentration of the aqueous extract of the leaves of *Cytisus triflorus* l'Her: the high dose D1 (20%), the average medium dose D2 (10%) and the low dose D3 (5%). Treatments were given, by direct contact to adults of *Tribolium castaneum*. The toxicity of brut and formulated plant preparations was estimated by the corrected mortality assessment.

Results: The results show that all phyto-preparations cause significant mortality by comparison with the control. The most significant biocidal effect is progressively recorded against the active ingredient concentrations 5% 10%, 20%.

Conclusion: The aqueous extract of *Cytisus triflorus* l'Her has been highly toxic to the pest's adults stored commodities. The most effective dose was allocated to phyto-preparation 20% and the first two phenological stages before flowering and flowering

Keywords: Stored commodities; Aqueous extract; Phenological Index; Phyto-preparation; Toxicity

* Auteur correspondant : DJIDEL Asma, E-mail : djidelasmappa@gmail.com

INTRODUCTION

Les denrées alimentaires sont habituellement attaquées par les insectes au cours de leur entreposage depuis le début de la civilisation humaine. Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens [1, 2]. Parmi les coléoptères, la calandre du riz (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) est universellement reconnue comme l'un des plus dévastateurs des céréales entreposées, non seulement en raison de sa propre consommation, mais aussi parce qu'elle ouvre en plus la porte à tout un ensemble de détritivores dont le plus fréquent est le Tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) qui parachève les dégâts [3, 4]. La protection des stocks vivriers et les semences a utilisé des méthodes drastiques reposant notamment sur l'utilisation d'insecticides chimiques. Cependant, ces derniers ont été l'objet de critiques substantielles en raison des effets défavorables sur l'environnement. Leur application provoque de nombreuses inquiétudes liées à leur toxicité ainsi qu'à leur influence négative sur la santé humaine [5].

La recherche de méthodes alternatives utilisant des agents de lutte à faible répercussion écologique s'est beaucoup développée ces dernières années [6]. Le choix de ces méthodes est guidé par la non persistance des produits alternatifs et de leurs dérivés dans l'environnement et la faible toxicité de leurs résidus dans les denrées traitées. Il s'agit surtout des produits dérivés de plantes et des biopesticides d'origine microbienne. Toutefois, l'intérêt porté à ces produits dont certains présentent une activité insecticide évidente à long terme dans le contrôle des populations des insectes nuisibles dépend de leurs mécanismes d'action. Ainsi, seuls ceux qui présenteront un nouveau mode d'action ou un mode d'action multiple mais également un risque écotoxicologique limité et une faible rémanence dans les produits traités pourront conduire à la mise au point de nouveaux insecticides [7]. Parmi les produits alternatifs étudiés, les extraits aqueux de plusieurs plantes sont impliqués dans différents secteurs depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes ravageurs des cultures dans nombreux pays [8, 9, 10].

L'objectif de l'étude étant avant tout une potentielle utilisation des bioproduits par les secteurs utilisateurs, il nous est apparu capital de rester le plus proche possible de la réalité du terrain. Le but est plus d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux en tant que larvicides utilisables en pratique et accessibles aux utilisateurs que d'évaluer leur efficacité en soi par référence à l'influence de l'indice phénologique de la Fabacae *Cytisus triflorus* l'Her

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel biologique

1.1. Matériel végétale

Le modèle végétal convoité est une Fabacae *Cytisus triflorus*. Elle a été récoltée manuellement au niveau du parc national de Chréa, situé en plein cœur du massif blidéen (partie de l'Atlas tellien) 36°30' et 36° de Latitude Nord et 3°20' et 2°40' de Longitude Est [11, 12]. La cueillette de *C. triflorus* a été réalisée à une altitude de 1200 mètres durant le mois de Décembre qui correspond au stade avant floraison (AF), au mois de Mai qui coïncide avec le stade floraison (F) et le mois de Juin qui synchronise avec le stade nouaison (N). L'échantillonnage s'est limité aux parties aériennes de *Cytisus triflorus*. Le matériel végétal échantillonné, a été transporté au laboratoire où son séchage a été mené à l'abri de la lumière. Le matériel végétal séché a été écrasé puis a subi un broyage à l'aide d'un mixeur à hélice afin d'obtenir une poudre fine. La poudre obtenue a été stockée dans des buccaux en verre hermétiques jusqu'à son utilisation pour la préparation des extraits aqueux.

1.2. Matériel animal

Les bioessais de toxicité des phytopréparations brutes et formulées à base d'extraits aqueux de *Cytisus triflorus*, se sont limités aux individus adultes de Tribolium de la farine *Tribolium castaneum* (Coleoptera; Insecta). La souche de *T. castaneum* a été fournie par la Coopérative des Céréales et des Légumes Sec d'El Affroun de la wilaya de Blida, récupérée d'un stock de graines de blé tendre *Triticum aestivum* L. infesté.

2. Méthodes d'étude

2.1. Élevage de masse de *Tribolium castaneum*

Selon la méthode décrite par Laviolette et Nardon [13], la production de masse de *Tribolium castaneum* a été réalisée dans des bocaux en verre (30×15), contenant de la farine et dont l'ouverture est recouverte de tulle permettant la respiration et inhibant la fuite des individus. Le dispositif d'élevage est installé dans une étuve ventilée à une température et humidité relative de 30°C et 70%.

2.2. Préparation des extraits aqueux

Les extraits aqueux sont préparés selon la méthode décrite par De Souza [14]. La procédure prévoit une macération à froid qui consiste à additionner 25 g de la poudre végétal à 250 ml d'eau distillée. Le mélange est mis sous agitation magnétique horizontale pendant 72 h à la température ambiante (24-27°C). Les macérats obtenus ont été centrifugés pendant 15 min à une vitesse de 4000 tr/min dans le but de récupérer le surnageant.

2.3. Préparation des phytopréparations, dilutions et conduite des bioessais

Différentes doses d'extrait aqueux de *Cytisus triflorus* (5, 10, et 20 ml/l) ont été appliquées selon l'indice phénologique. Des expériences préliminaires ont permis de sélectionner cette gamme de concentration. Les bioessais ont été réalisés dans des conditions ambiantes (25-28°C et 60-80% HR). L'effet par contact a été réalisé par introduction de 20 individus adulte de *Tribolium castaneum* par boîte de pétri (5,5 cm de diamètre). Les différents traitements ont été apportés par pulvérisation des individus de *T. castaneum* après leur introduction à l'aide d'un pulvérisateur à main. Le témoin négatif ne contenait que de l'eau. L'évaluation de la mortalité a été réalisée selon 7 paliers temporels à savoir : 1 heure, 2 heures, 3 heures, 5 heures, 8 heures, 24 heures et 48 heures. L'ensemble des bioessais ont été réalisés en 5 répétitions.

2.4. Estimation du taux de mortalité

Les pourcentages de mortalités observées sont corrigés par la formule d'Abbott [15], lorsque le taux de mortalité des témoins est compris entre 5 et 20%. Lorsque ce même taux dépasse 20% le test doit être renouvelé.

$$\text{Mortalité corrigée (MC)} = \frac{\% \text{ mortalité des traitées} - \% \text{ mortalité des témoins} \times 100}{100 - \% \text{ mortalité des témoins}}$$

3. Analyses statistiques des données

Les analyses statistiques ont été réalisées sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un coefficient de variance (C.V. <15%). Le Test de Wilcoxon réconforté par le Test de Monte Carlo, ont été utilisés pour comparer les valeurs moyennes des mortalités corrigées sous l'effet des doses et de l'indice phénologique. Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel (PAST vers. 1.37) [16]. Les analyses de la variance ont été réalisées à l'aide du test F pour les variables suivant la loi normale. Les comparaisons des mortalités corrigées moyennes des adultes de *Tribolium castaneum* sont suivies du test de Tukey. Parmi les variables participant le plus souvent à la variance totale, celles dont la contribution est significative au seuil de 0,05 ont été retenues. Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel XLSTAT vers. 9 [17].

RÉSULTATS

1. Estimation de la mortalité observée sous effet doses

La figure 1, affiche l'évolution temporelle de la mortalité observée chez les populations adultes de *Tribolium castaneum* sous l'effet des phytopréparations à base d'extrait aqueux de *Cytisus triflorus*. Les résultats montrent que toutes les phytopréparations provoquent des mortalités importantes par comparaison au témoin. L'effet biocide le plus important est enregistré graduellement par rapport aux concentrations du principe actif TEA3 (5%) < TEA2 (10%) < TCEA1 (20%). Concernant l'effet biocide, il s'affirme dès 1h d'exposition pour l'ensemble des phytopréparations aux différents stades phénologiques (Fig. 1a, b et c).

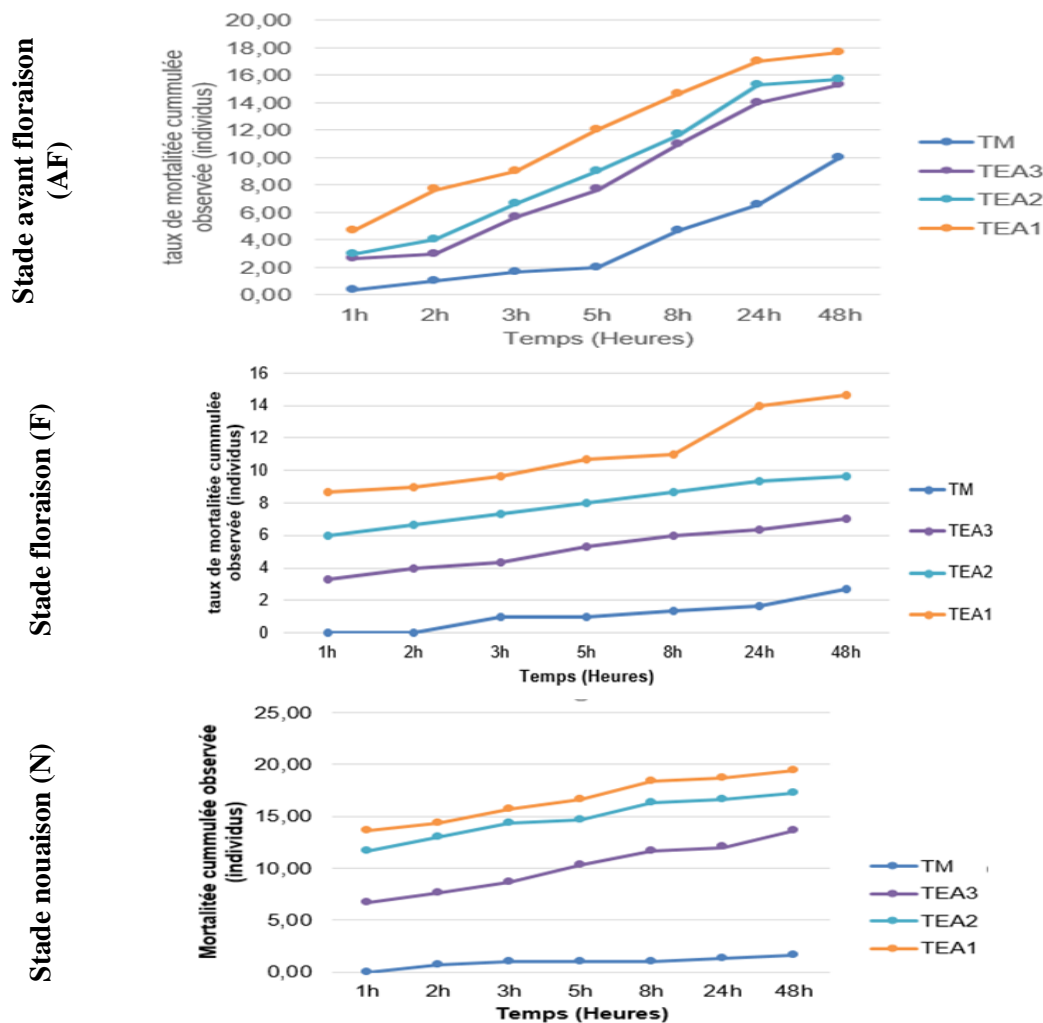


Figure 1 : Evolution temporelle du taux de mortalité cumulée observée de *Tribolium castaneum* sous l'effet la phytopréparations de l'indice phénologique de *Cytisus triflorus*
 TEA1 : *T. castaneum* extrait aqueux (20%), TEA2 : *T. castaneum* extrait aqueux (10%),
 TA3 : *T. castaneum* extrait aqueux (5%),

Tableau 1 : Evaluation des mortalités obsrvées des adultes de *Tribolium castaneum* sous l'effet des différentes doses d'extraits aqueux de *Cytisus triflorus*

	TM	TEA1	TM	TEA2	TM	TEA3	TEA2	TEA1	TEA3	TEA1	TEA3	TEA2
Nbr observation	6		6		6		6		6		6	
Moyenne Mortalité corrigée (AF)	3,74	11,81	3,74	9,33	3,74	8,48	11,81	9,33	8,48	11,81	8,48	9,33
Test Wilcoxon (p)	0,0178*		0,0178*		0,0180*		0,0176*		0,0180*		0,0176*	
Test Monte Carlo(p)	0,0157*		0,0159*		0,0157*		0,0159*		0,0157*		0,0157*	
Moyenne Mortalité corrigée (F)	1,10	11,11	1,10	7,95	1,10	5,18	7,95	11,11	5,18	11,11	5,18	7,94
Test Wilcoxon (p)	0,0176*		0,0178*		0,0176*		0,0178*		0,0174*		0,0257*	
Test Monte Carlo(p)	0,0155*		0,0150*		0,0160*		0,0164*		0,0155*		0,0321*	
Moyenne Mortalité corrigée (N)	0,95	16,67	0,95	14,85	0,95	10,08	14,86	16,67	10,08	16,67	10,09	14,85
Test Wilcoxon (p)	0,0180*		0,0180*		0,0179*		0,0171*		0,0177*		0,0179*	
Test Monte Carlo(p)	0,0154*		0,0158*		0,0149*		0,0159*		0,0149*		0,0163*	

TEA1 : *T. Castaneum* extrait aqueux (20%), TEA2 : *T. Castaneum* extrait aqueux (10%),
 TA3 : *T. Castaneum* extrait aqueux (5%), AF : avant floraison F : floraison, N : nouaison* : Significative à 5%, NS : Non significative

L'analyse par paire montre distinctement les différences significatives existantes entre les mortalités des traités et du témoin. La même analyse montre la capacité biocide des différentes doses chez les trois stades phénologiques, avec une activité plus importante pour les doses TEA1 (20%) et TEA2 (10%) pour le stade nouaison (Tableau 1)

2. Estimation de la mortalité corrigée sous effet doses

L'évolution temporelle des mortalités corrigées enregistrées chez les individus adultes de *Tribolium castaneum* sous l'effet des phytopréparations à base d'extrait aqueux de *Cytisus triflorus* sont relatées dans la figure 2.

Selon les profils temporels des mortalités corrigées, nous signalons que les différentes concentrations MC-TCEA1, MC-TEA2 et MC-TEA3 des phytopréparations issues des trois stades phénologiques induisent des mortalités importantes dès 2h d'exposition aux phytopréparations du stade avant floraison (AF) (Fig. 2a), dès 24h d'exposition aux phytopréparations du stade floraison (F) (Fig. 2b), et dès 1h d'exposition aux phytopréparations du stade nouaison (N) (Fig. 2c).

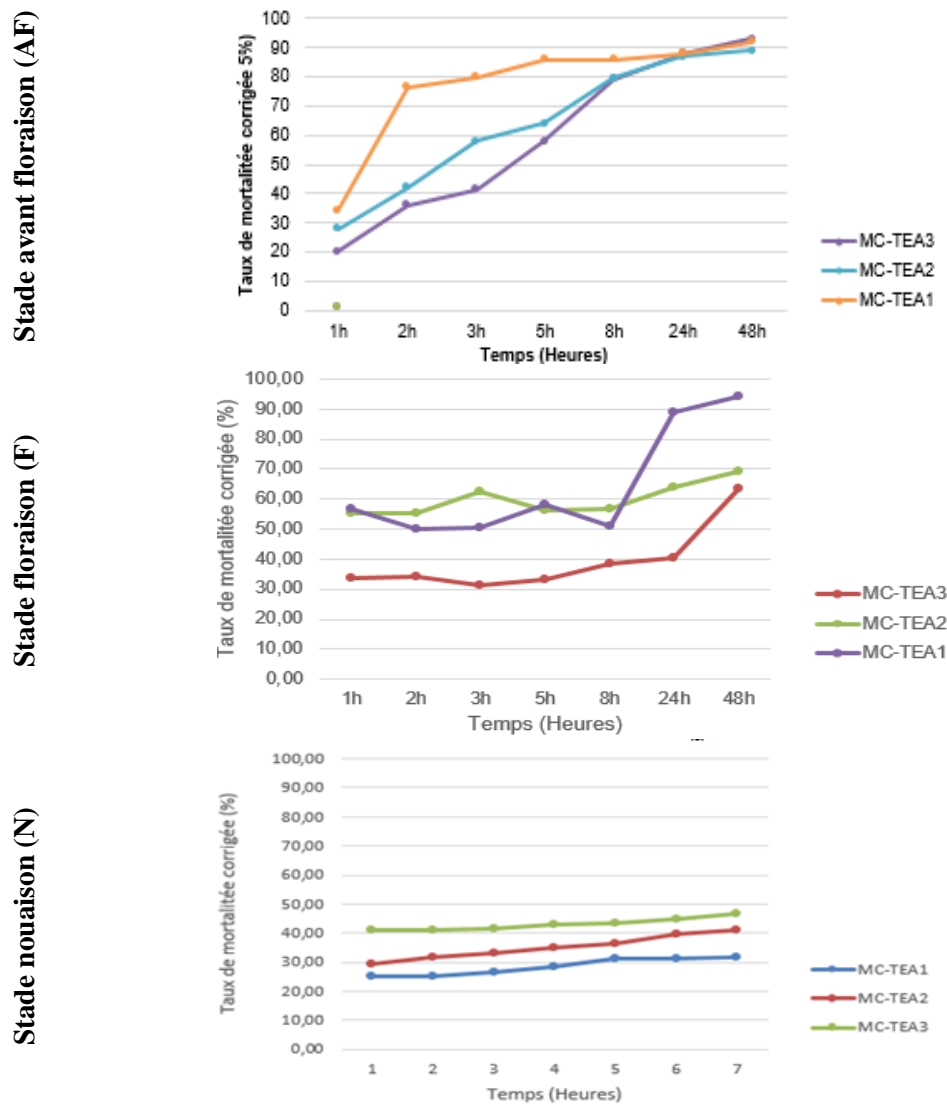


Figure 2. : Evolution temporelle du taux de mortalité corrigée de *Tribolium castaneum* sous l'effet des phytopréparations de l'indice phénologique de *Cytisus triflorus*
 TEA1 : *T. castaneum* extrait aqueux (20%), TEA2 : *T. castaneum* extrait aqueux (10%),
 TA3 : *T. castaneum* extrait aqueux (5%),

Les Tests de Wilcoxon et de Monte Carlo montrent clairement l'absence de différences significatives entre les mortalités des traités aux différentes doses du stade avant floraison.

En revanche, les mêmes analyses montrent la capacité biocide de la dose MC-TEA1 chez les stades phénologiques floraison et nouaison (Tableau 2)

Tableau 2 : Evaluation des mortalités corrigées des adultes de *Tribolium castaneum* sous l'effet des des différentes doses d'extraits aqueux de *Cytisus triflorus*

	MC-TEA2	MC-TEA1	MC-TEA3	MC-TEA1	MC-TEA3	MC-TEA2
Nbr observation	6		6		6	
Moyenne Mortalité corrigée (AF)	63,92	77,513	59,42	77,51	59,423	63,92
Test Wilcoxon (p)	0,017*		0,046*		0,127*	
Test Monte Carlo(p)	0,015*		0,061*		0,137*	
Moyenne Mortalité corrigée (F)	9,28	64,2	39,35	64,2	28,23	47,26
Test Wilcoxon (p)	0,734 ^{NS}		0,019*		0,258 ^{NS}	
Test Monte Carlo(p)	0,812 ^{NS}		0,024*		0,314 ^{NS}	
Moyenne Mortalité corrigée (N)	32,65	25,69	22,36	5,69	20,25	8,53
Test Wilcoxon (p)	0,014*		0,015*		0,324 ^{NS}	
Test Monte Carlo(p)	0,258 ^{NS}		0,105*		0,457 ^{NS}	

MC-TEA1 : mortalité corrigée *T. castaneum* extrait aqueux (20%), MC-TEA2 : mortalité corrigée *T. castaneum* extrait aqueux (10%), MC-TEA3 : mortalité corrigée *T. castaneum* extrait aqueux (5%)

AF : avant floraison F : floraison, N : nouaison

* : Significative à 5%, NS : Non significative

3. Estimation de la mortalité corrigée sous effet indice phénologique

Les résultats graphiques de l'analyse de la variance type GLM relatifs aux facteurs étudiés sont consignés dans la figure (Fig. 3). Les résultats du modèle GLM appliqué au facteur temps d'exposition enregistre un effet très significatif sur le taux de mortalité corrigée des individus adulte de *Tribolium castaneum* (F-ratio=4,53 $p=0,000$, $p<0,1\%$). Le test Post-Hoc de Tukey, désigne la présence de 5 groupes homogènes relatifs aux paliers temporels d'efficacité des phyto-préparations à base d'extraits aqueux de *Cytisus triflorus*. Le palier exprimant la mortalité corrigée la plus importante est signalée dès 24h d'exposition et s'étale jusqu'à 48 h, affilié au groupe homogène (a) (Fig. 3a).

La mortalité corrigée est significativement différente sous l'effet du facteur doses des phytopréparations à base d'extrait aqueux de *Cytisus triflorus* (F-ratio =4,53 ; $p =0,000$, $p<0,1\%$).

Le Test de Tukey désigne la présence de deux groupes homogènes relatifs aux taux de mortalité corrigée enregistrés. Ainsi, la mortalité la plus faible est enregistrée sous l'effet de la dose D3, affiliée au groupe homogène (b). Enfin, le groupe homogène (a) fait ressortir le taux de mortalité le plus important correspondant à l'effet des doses D1 et D2 (Fig. 3b).

L'analyse de la variance des mortalités corrigées relatives au facteur stades phénologiques de *Cytisus triflorus*, signale la présence d'une différence entre les phytopréparations relative à l'indice phénologique (F-ratio =20,93 ; $p=0,000$, $p<0,1\%$). Les résultats du test de Tukey reportés dans la figure 3c, montrent la présence de 2 groupes homogènes d'efficacité (a et b), dont la mortalité corrigée la plus marquée est allouée aux stades d'avant floraison (AF) et de floraison (F) formant ainsi le groupe homogène (a), par conséquent le groupe homogène (b) renferme le stade phénologiques nouaison (N) dont la mortalité corrigée est moins importante.

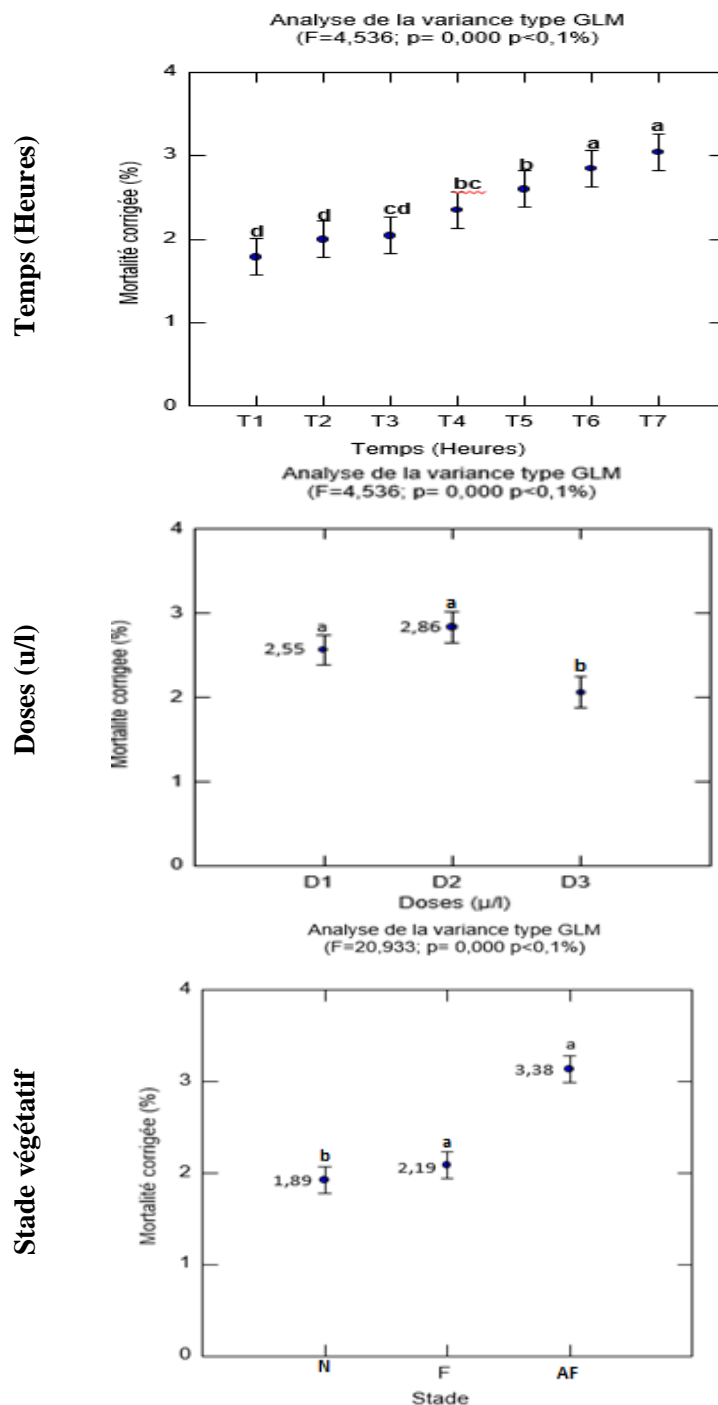


Figure 3. : Effet comparé des taux de mortalité corrigée de *Tribolium castaneum* en fonction du temps, doses et des stades

DISCUSSION

Depuis quelques décennies, une prise au sérieux des problèmes environnementaux a incité les organismes et les institutions de recherche à développer beaucoup plus les méthodes biologiques, sous ses diverses formes en vue de limiter l'usage des pesticides chimiques. L'une de ses formes est l'exploitation des composés primaires et secondaires, provenant des plantes dans la lutte

contre les insectes nuisibles. Actuellement, les huiles essentielles et les extraits aqueux des plantes commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ces produits font l'objet de plusieurs études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématocides et fongicides [18].

Les bio-pesticides d'origine végétale par contre sont fréquemment biodégradables et moins toxiques que les insecticides de synthèse) [19]. Le règne végétal offre à cet égard beaucoup de possibilités en offrant des substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles et les extraits végétales qui représentent une solution alternative à la lutte chimique [20].

Dans cette optique, la présente étude vise à mettre au point l'impact des facteurs, stades phénologiques et les doses sur la bio-efficacité des phytopréparations à base d'extrait aqueux de *Cytisus triflorus*. Les résultats de l'efficacité comparée des phytopréparations des trois stades phénologiques cruciaux (stade avant floraison, floraison et nouaison) sur les adultes de *Tribolium castaneum* nous ont permis de dégager les hypothèses suivantes. L'effet biocide des extraits aqueux sur les individus *Tribolium castaneum* a été enregistré sous la dose TEA1 (20%) suivie de la dose TEA2 (10%) puis de la dose TEA3 (5%). Une capacité biocide de la dose TEA1 (20%) a été marquée chez les trois stades phénologiques, tandis qu'une activité plus importante a été signalée pour les doses TEA1 (20%) et TEA2 (10%) pour le stade floraison. La capacité biocide a été inscrite importante pour les doses TEA1 (20%) et TEA2 (10%) pour le stade nouaison, du même, des différences significatives sous l'effet du facteur doses des phytopréparations à base d'extrait aqueux ont été signalés. Les mortalités relatives au facteur stades phénologiques de *Cytisus triflorus* signalent la présence d'une différence entre les effets des phytopréparations, dont cette mortalité été la plus marquée est allouée aux stades d'avant floraison (AF) et de floraison (F), alors qu'elle renferme une mortalité moins importante chez le stade phénologique nouaison (N).

Plusieurs auteurs montrent par leurs théories que les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigeant. 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 [21].

Nous considérons que les différents stades de développement durant le cycle de vie de la plante, simulent le contenu des métabolites secondaires et engendrent des écarts d'accumulations.

Néanmoins, les fluctuations peuvent être en étroite relation avec les conditions environnementales et en fonction des besoins de la plante, ce qui réaffirme les écarts enregistrés en termes d'effet toxique sous l'effet de l'indice phénologique de *Cytisus triflorus*. L'hypothèse avancée corrobore avec plusieurs travaux, qui avançaient que la biosynthèse et l'accumulation de métabolites secondaires responsables de la bioactivité dans les plantes, dépendent de facteurs exogènes et endogènes entre autres, le stade de développement, la concurrence, l'état nutritionnel, l'attaque des nuisibles et la différenciation tissulaire, dont les conditions climatiques sont considérées comme étant le principal facteur [22, 23, 24 et 25]. Dans la même concordance, il a été affirmé que la concentration la plus élevée des phénols totaux a été acquise dans les plantes récoltées en hiver, suivies par celles d'automne et d'été [26], ce qui suggère que l'accumulation de composés phénoliques y compris les phénols totaux peut être liée à l'activation des voies phénylpropanoïdes par les basses températures [27]. Tandis que, les plus basses concentrations de flavonoïdes ont été signalées en plein automne, ce qui coïncide avec la phase floraison, qui constituait l'intervalle de la pré-élection d'accumulation de ces composés afin de s'accommoder au processus de lignification [28].

CONCLUSION

Le présent travail est une valorisation des biomolécules des Fabacées Algériennes dont le genre *Cytisus*. L'aspect traité a pour but de recueillir les connaissances et les propriétés chimiques et fonctionnelles nécessaires pour sélectionner la période d'accumulation optimale des composés actifs à haute valeur ajoutée. Malgré la complexité de la chimie, de la nature inorganique et organique des molécules bioactives investis dans la plante étudiée, il est possible de trouver des tendances générales entre les facteurs environnementales et la variation qualitative et quantitative en activités insecticides. Cette activité biocide obtenue durant les stades cruciaux de la plante, peut être significative pour le secteur agricole, compte tenu de la disponibilité du matériel végétale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Alzouma I., Huignard J. et Lenga A (1994).** Les coléoptères Bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. In *Post-Récolte, principes et application en zone tropicale*, ESTEM/AUPELF, p.79-103. Verstraeten Eds.
- [2]. **Fleurat-Lessard F. (1994).** Écophysiologie des Arthropodes nuisibles aux stocks de céréales en Afrique tropicale». In *Post-Récolte, principes et application en zone tropicale*, ESTEM/AUPELF Verstraeten, 1-61.
- [3]. **Markham R.H., Bosque-Pérez N.A., Borgemeister C. and Meikle W.G. (1994).** Developing pest management strategies for *Sitophilus zeamais* and *Prostephanus truncatus*. *Tropics FAO plan prot.*, 42: 97-116.
- [4]. **Throne J.E. (1994).** Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on corn stored at constant temperatures and relative humidities in the laboratory. *Environ. Entomol.*, 23 : 1459-1471.
- [5]. **Bouderhem A. (2015).** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*). Mém. Master Biochim. Appl., Univ. El Oued, Algérie, 90 p.
- [6]. **Agboyi L.K., Ketoh G.K., Nyamador S.W., Amévoïn K., Atcha-Howe C., Braïma J. et Glitho I.A. (2009).** Evaluation du potentiel d'utilisation de *Beauveria bassiana* 5653 et de l'extrait aqueux d'amandes de graines de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) dans un programme de gestion intégrée des populations de *Plutella xylostella* et de *Brevicoryne* sp. (Soumis aux Annales de l'Université de Ouagadougou).
- [7]. **Nyamador S.W. (2009).** Influence des traitements à base d'huiles essentielles sur les capacités de reproduction de *Callosobruchus subinnotatus* pic. et de *Callosobruchus maculatus* f. (Coleoptera : Bruchidae) : Mécanisme d'action de l'huile essentielle de *Cymbopogon giganteus* Chiov. Thèse de Docteur en Sciences de la Vie, Univ. Lome, Togo, 197p.
- [8]. **Niber B.A. (1994).** The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J. Stored Prod. Res.* 30: 297-301.
- [9]. **Tu M. and Randall J.M. (2003).** *Adjuvants. Weed Control Methods Handbook*, The Nature Conservancy, pp 8-25.
- [10]. **Tchaker F.Z., Merah O. and Djazouli Z.E. (2016).** Toxicity Evaluation of *Dittrichia viscosa* L's Aqueous Extracts in Combination with Bio-Adjuvant *Silene fuscata* on *Chaitophorus leucomelas* Koch. (Hom., Aphididae) and on Biocenotic Resumption of Functional Groups. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 12(3) : 797-814
- [11]. **Meddour R. (1994).** La cédraie de l'atlas Blideen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. *Ann. Rech. For. Maroc*, 27 : 105-127.
- [12]. **Meddour R. (2002).** Bioclimats, étages et séries de végétation de l'Atlas Blidéen (Algérie). *Phytocoenologia*, 32 : 101-128.
- [13]. **Lavolette P. et Nardon P. (1963).** Action des rayons gamma du Cobalt 60 sur la mortalité et la fertilité des adultes d'un charançon du riz. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 97: 30-33.
- [14]. **De Souza C., Koumaglo K. et Gbeassor M. (1995).** Évaluation des propriétés antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de quelques plantes médicinales, Université du Bénin, Lome – Togo. *Pharm. Méd. Tra. Afro*, pp. 103-112.
- [15]. **Abbott W.S. (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18 : 265-267.
- [16]. **Hammer O., Harper D.A.T. and Ryan P.D. (2001).** PAST : Paleontological Statistics Soft ware Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4:1-9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- [17]. **SPSS, Inc. (2016)** –SYSTAT 4.00 for windows, statistics and graphics
- [18]. **Yakhlef G., (2010).** Étude de l'activité biologique de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. Thèse Magis., Univ., Batna, Algérie, 185p.
- [19]. **Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F. et Tchouanguép F.M. (2009).** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *Tropicultura J.*, 27(3): 137-143.
- [20]. **Kéïta M.S., Vincent C., Schmit J.P., Ramaswany S. and Bélanger A. (2000).** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of stored products Research*, 36: 355- 364.
- [21]. **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

- [22]. **Nabavi B., Talebi-Jahromi Kh. and Goldansaz S.H. (2010).** Investigation of repellent effect of poly-Germander *Teucrium polium* essential oil against cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* and confused flour beetle *Tribolium confusum*. Processings of the 19th Iranian Plant Protection Congress. Tehran. Iran. pp: 305.
- [23]. **Pavela R. (2008).** Larvicidal effects of various Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.*, 102: 555-559.
- [24]. **Bradley D. J., Kjellbom P. and Lamb C.J. (1992).** Elicitor- and wound-induced oxidative cross-linking of a proline-rich plant cell wall protein. a novel, rapid defense response. *Cell.*, 70: 21-30.
- [25]. **Hammond-Kosack K.E. and Jones J.D.G. (1997)** - Plant disease resistance genes. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol. Biol.* 48: 575-607.
- [26]. **Showalter A.M., Bell J.N., Cramer C.L., Bailey J.A., Varner J.E. and Lamb C.J. (1985).** Accumulation of hydroxyproline-rich glycoprotein mRNAs in response to fungal elicitor and infection. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 82: 6551-6555.
- [27]. **Klarzynski O. and Fritig B. (2001).** Stimulation des défenses naturelles des plantes. *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences.* 324 : 953-963
- [28]. **Lores M., Pájaro M., Á-Casas M., Domínguez J. and García-Jares C. (2015).** Use of ethyl lactate to extract bioactive compounds from *Cytisus scoparius*: Comparison of pressurized liquid extraction and medium scale ambient temperature systems. *Talanta*, 140: 134–142.