

ÉTUDE DE L'EFFICACITÉ DE DIFFÉRENTS ELICITEURS INDUCTEURS DE RESISTANCE AUX BIOAGRESSEURS. CAS DES BIOFERTILISANTS ET DES HUILES ESSENTIELLES SUR LE PUCERON VERT DU PEUPLIER.

TCHAKER Fatma zohra¹,
ABDELKADER Soumia
Hasna¹,
AIT SAADA Karima¹
et DJAZOULI Zahr-Eddine¹

(1) Université de Blida 1,
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie,
département des
Biotechnologies, Algérie. BP
270, route de Soumâa, Blida,
Algérie
Tel. /Fax : 00213 25 43 34,
E-mail:
zola.tchaker@hotmail.fr

Résumé

L'étude a porté sur l'effet comparé du jus de lombricompost ratio (lombricompost brut / extrait aqueux de *Silena fuscata*), du jus de lombricompost formulé, une huile essentielle à base d'origan formulée et d'un produit phytosanitaire le Thiamethoxam/Lambda-cyhalothrine sur l'abondance et la fécondité des Fondatrigenes de *C. leucomelas*. Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle à base d'origan et le Thiamethoxam / Lambda-cyhalothrine ont montrés un effet toxique remarquable sur le ravageur. Cet effet de choc précoce et durable présente une gradation positive de toxicité allant de l'huile essentielle puis la matière active. Cependant, la reprise de l'abondance s'avère modérée sous l'action du produit de synthèse et du bioproduit à base d'H.E.. Les mêmes résultats affichent une action perturbatrice importante de la matière active sur la physiologie de l'insecte comparé à l'huile essentielle. Les résultats obtenus ont montré que les biofertilisants à base de lombricompost ratio et formulé exercent un effet toxique satisfaisant sur l'abondance des Fondatrigenes de *C. leucomelas*. Dans un autre contexte nous remarquons que les biofertilisants appliqués n'exercent aucune perturbation sur la physiologie de l'insecte.

Mots clés:

Abondance, bioadjuvant, biofertilisant, fécondité.

INTRODUCTION

La Populiculture et particulièrement le peuplier noir *Populus nigra* subit actuellement de graves problèmes sanitaires liés principalement à de nombreux agresseurs dont des champignons pathogènes, des bactéries, des virus et de copieux insectes [1;2]. Cette situation alarmante, a poussé les chercheurs à faire appel aux traitements phytosanitaires, pour tenter d'obtenir des plants indemnes de tous vestiges parasitaires. De graves problèmes environnementaux sont posés par l'utilisation répétée de grandes quantités d'insecticides traduisant ainsi une persistance dans l'environnement. Cependant, les stratégies alternatives à la lutte

chimique demeurent limitées. À défaut de pouvoir se passer de ces insecticides de synthèse pour protéger les cultures sylvicoles et répondre aux besoins en bois d'une population mondiale sans cesse croissante, il est devenu impératif d'explorer les produits naturels d'origine soit végétale ou animale [3]. Dans le cadre de la recherche sur de nouveaux procédés en bioprotection, l'approche faisant appel à l'utilisation de molécules bioactives (bio-fertilisants et bio-pesticides) est possible. Les produits botaniques spécialement les huiles essentielles sont potentiellement efficaces dans le domaine de la phyto-protection à la place des insecticides chimiques [4].

Elles constituent une source intéressante de nouveaux composés dans la recherche de molécules bioactives [5]. Dans un autre sens d'idée la biofertilisants constitue une des voies qui pourrait réviser complètement les paradigmes régissant la lutte contre les ennemis des cultures. Cette approche, consiste à donner aux plantes les moyens de se défendre elles-mêmes, ou renforcer leurs propres moyens de défense, plutôt que de combattre directement l'agresseur. Dans cette catégorie se trouvent les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN), une solution intéressante sur les plans scientifique et agronomique, et qui pourrait bien être une solution d'avenir [6], donc la biofertilisation foliaire offre une certaine éventualité de bioprotection par, l'utilisation de nouvelles formulations des stimulateurs de défenses naturelles [7]. Nous tentons dans la présente de mettre l'accent sur les alternatives aux pesticides de synthèse et en particulier, sur l'utilisation des huiles essentielles et des biofertilisants formulés dans la préservation des cultures. L'objectif de notre recherche est d'évaluer et de comparer l'impact des biofertilisants formulés (*Jus de lombricompost formulé, jus de lombricompost Ratio*) d'huile essentielle formulée (D'origan) et d'un produit de synthèse (Thiamethoxam / Lambda cyhalothrine) sur la structuration populationnelle la fécondité des fondatrigenes du puceron du peuplier noir *Chaitophorus leucomelas*.

2. Matériel et méthodes

2.1. Situation géographique de la région d'étude

La présente étude est réalisée au centre de la plaine de la Mitidja dans la région de Boumedfaa (Ain Defla) à 384 mètres d'altitude. Elle se situe à 1° 983' de longitude et 36° 25' de latitude nord, caractérisée par des pentes de grandes lignes et des crêtes formant ainsi plusieurs dépressions. Le quotient pluviométrique d'Emberger Q₃ [8], classe le site d'étude dans l'étage bioclimatique humide à hiver doux. Le site d'étude est un air de repos qui se trouve à environ 52 Km de Blida. Le site occupe une superficie d'un hectare comportant des essences d'alignement de peuplier noir *Populus nigra* âgées de 3 à 5 ans.

2.2. Matériel biologique

2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal qui a été retenu pour la préparation des extraits aqueux est une plante spontanée *Silena fuscata* (Caryophyllacées). Les spécimens ont été récoltés de la région de Soumâa (250 m d'altitude) durant la période printanière coïncidant avec le stade de floraison. Les échantillons ont subi un séchage à l'ombre pour faciliter leur broyage. Une macération aqueuse a été effectuée où 20g de poudre de végétal a été additionné à 250ml d'eau distillé stérile, disposée dans des flacons hermétiques et stériles, et soumise à une agitation horizontal pendant 72h à la température ambiante. Les homogénats ont été filtrés d'abord à l'aide de compresses stériles, puis par le biais du papier wattman (N°1). Les extraits bruts obtenus

ont été ensuite préservés aseptiquement dans des bouteilles de Roux stériles de 25cm³, entourées par du papier aluminium afin d'éviter toute dégradation des molécules par la lumière puis conservées dans le réfrigérateur pour une utilisation ultérieure [9].

2.2.2. Matériel animal

Le matériel biologique destiné à l'évaluation de l'efficacité des produits appliqués concerne les différents individus des générations Fondatrigenes de *Chaitophorus leucomelas* (Aphididae, Homoptera) évoluant sur les feuilles de *Populus nigra*.

2.2.3. Produit phytopharmaceutique

- **Huile essentielle;** c'est une formulation liquide à base d'huile essentielle complète d'origan du principe actif dans le produit fini est à 14%. Dans cette formulation l'activité du principe actif est favorisée par un mélange d'agent mouillants, plastifiants et des pénétrants. La formulation finale est utilisée à 1ml/l.

- **Jus de lombricompost ratio (jus de lombricompost brut/extraits aqueux *Silena fuscata*),** le jus de lombricompost brut, récupéré dans le fond du lombricomposteur, provient essentiellement de l'eau contenue dans les déchets de cuisine (environ 80 % de leur masse) chargée des nutriments minéraux et oligo-éléments assimilés lors de l'écoulement dans le lombricompost additionné avec l'extrais aqueux de *Silene fuscata*. Le ratio du mélange est de 3 volumes/1volume (jus de lombricompost brut/extraits aqueux *Silena fuscata*)

- **Jus de lombricompost formulé**, est une formulation liquide à base de jus de lombricompost principe actif, dont le produit fini est à 1%. Dans cette formulation l'activité du principe actif est favorisée par un mélange d'agent mouillants, plastifiants et des pénétrants. La formulation finale est utilisée à 1ml/l.

- **Produit de synthèse** ; utilisé il est à base de deux matières actives (Thiamethoxam/ Lambda-cyhalothrine), ce modèle neurotoxique est doté de trois modes d'action (contact, ingestion et systémie), en bloquant la perméabilité membranaire et l'ouverture des canaux sodiques. Il se présente en capsules et dispersés dans une solution aqueuse concentrée. Une dose homologuée (4ml/l) à été appliquée (Acta, 2012).

2.3. Technique de prélèvement et d'estimation

Trois modes de stress ont été appliqués au niveau de la peuplraie choisie à savoir: la matière bioactive une huile essentielle a base d'origan formulée (1ml/l), la matière active (Thiamethoxam / Lambdacyhalothrine) (4ml/l) et des biofertilisants un jus de lombricompost formulé (1ml/l) et un jus de lombricompost ratio (jus de lombricompost brut/Extrait aqueux *Siléna fuscata*) (3volume /1volume). Alors que pour le bloc témoin, une pulvérisation à l'eau courante a été appliquée. L'estimation de la toxicité des molécules appliquées sur les individus de *C. leucomelas* a été évaluée durant 14 jours à partir de la

période d'application. L'expérimentation a été menée en bloc aléatoire complet a trois répétition. Les prélèvements ont été réalisés au hasard sur des arbres appartenant aux différents blocs de traitements [10]. A partir des 15 arbres obtenus par le biais des placeaux d'observations, nous avons prélevés cinq feuilles de chaque direction cardinale. Tous les prélèvements et observations ont été réalisés à hauteur d'homme. Les échantillons prélevés sur champ vont subir au laboratoire un complément d'estimation d'abondance de *Chaitophorus leucomelas*.

2.4. Analyse statistique des données

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (Type de traitement et formes biologiques du bio-agresseur), il est conseillé de réaliser une analyse de variance. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.) (SYSTAT vers. 12) 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.

3. Résultats

3.1. Toxicité des molécules sur l'abondance de l'organisme cible *Chaitophorus leucomelas*

Une série de projection a été réalisée en faisant ressortir la fluctuation et la perturbation temporelle des différentes formes biologiques en fonction des traitements appliqués

(figure.1). Les courbes d'évolution temporelle des Fondatrigènes de *C. leucomelas* exposées aux différents régimes de stress montrent une réduction importante des abondances après les premières 24h d'exposition, cet effet de choc persistant jusqu'à le dixième jour où nous observons une tendance à l'augmentation progressive après cette période. L'application de Thiamethoxame/Lambdacyhalothrine a montré un effet répressif sur les différents stades des populations de *C. leucomelas*, nous pouvons observe clairement que l'abondance est nul jusqu'à huitième jour d'exposition puis une faible reprise est apparaisse (figure 1 a, b et c). Autrement l'ensemble des traitements biologique exercent une toxicité moyenne presque similaire sur la cible *C. leucomelas* comparant à la matière active. Pour le bloc non traité les différents stades de *C. leucomelas* restent à un niveau assez important durant toute la période de l'investigation comparant aux blocs traités. Les mêmes résultats affichent clairement que la structure des formes biologiques réagir négativement à l'application des différents stress (figure1).

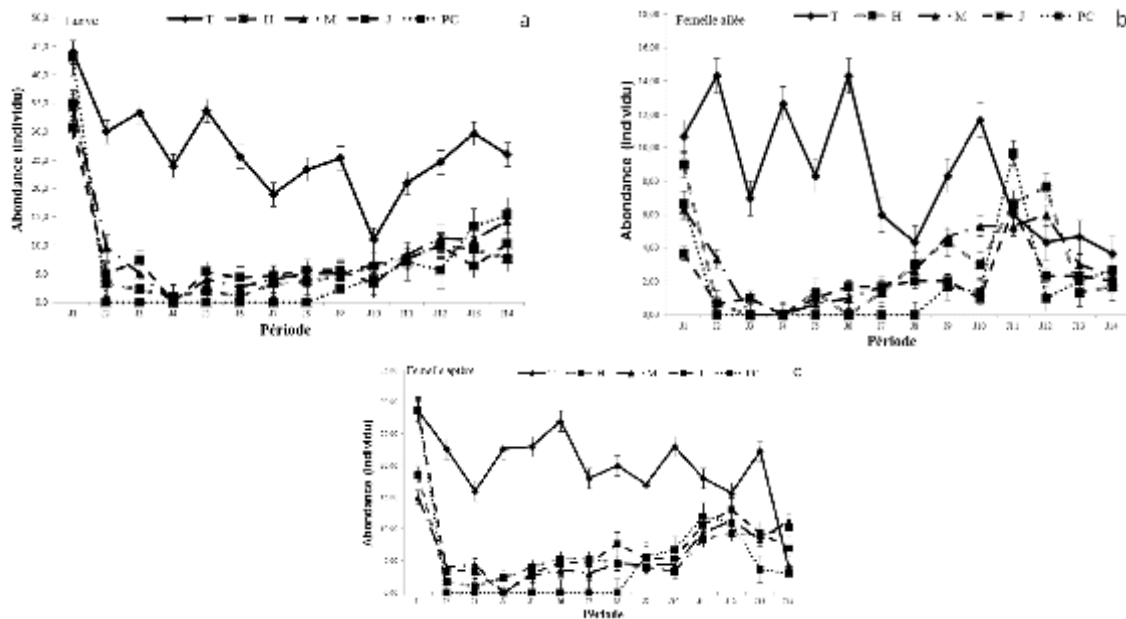


Figure 1: Evolution temporelle des abondances de *C. leucomelas* sous l'action des différents régimes de stress.

J :jour ;C :traitement chimique ;H :Huile essentielle d'origan ;J :Jus de lombricompost formulé ; m :Jus de lombricompost ratio ;T :témoin.

L'application du modèle (G.L.M.), sur les abondances des Fondatrigènes de *C. leucomelas* nous a permis de déduire le stade biologique le plus sensible de celui qui tolère la toxicité des molécules (Figure 1c). Les résultats montrent que les produits utilisés expriment une activité toxique durant les premiers sept jours à l'égard des populations traitées, par la suite nous pouvons observer l'apparition d'une reprise biologique faible

($p=0,000$; $p<0,001$) (Figure 1a). Dans un autre ordre d'idée, nous constatons que l'ensemble des produits quelque soit sa nature semble exercé un effet insecticide sur la cible avec une gradation positive de toxicité allant du jus de lombricompost formulé, jus de lombricompost ratio, huile essentielle à base d'origan formulée et en fin le produit de synthèse ($p=0,000$, $p<0,001$) (Figure 1b). Les résultats relatifs aux différents

stades des Fondatrigènes suite à l'application des biofertilisants, de l'huile essentielle à base d'origan formulée et de la matière active Thiamethoxame/Lambda-cyhalothrine nous permettent de cibler le stade le plus sensible. Le test montre une action de choc très importante sur les femelles ailés suivi par les femelles aptères et enfin les larves avec une action moindre ($p=0,000$, $p<0,001$) (Figure 1c).

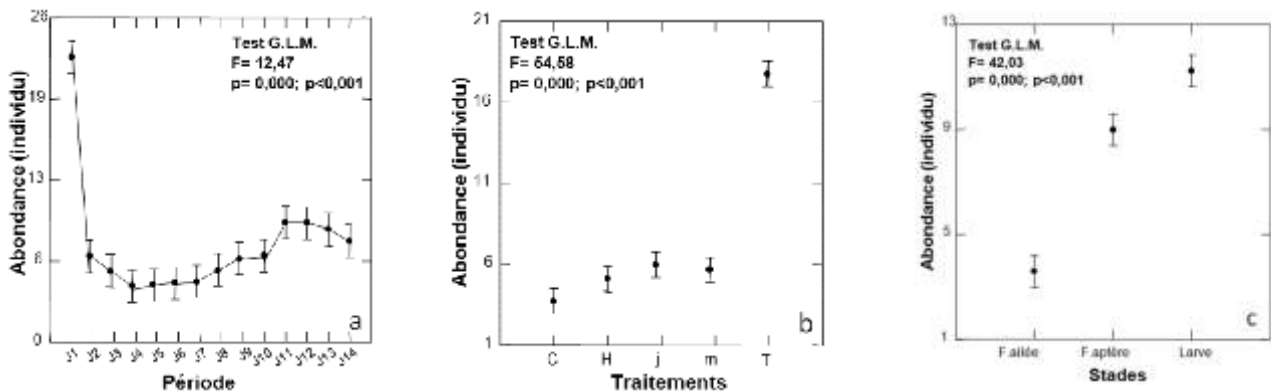


Figure 2: Fluctuation temporelle de *Chaitophorus leucomelas* sous l'effet des traitements appliqués.

F :femelle ;J :jour ;C :traitement chimique ;H :Huile essentielle d'origan ;J : Jus de lombricompost formulé ; m : Jus de lombricompost ratio ;T :témoin.

3.2. Tendence de la fécondité de *Chaitophorus leucomelas* sous les différents régimes de stress

Le graphe montre une perturbation temporelle de la fécondité de *C. leucomelas* sous l'effet des différents régimes de stress. Les résultats signalent que la fécondité de *C. leucomelas* sous l'effet de matière active est quasi nulle après

48h. Cette état est réservée jusqu'au huitième jour, au-delà de cette période on assiste à une augmentation modérée de cette dernière. La même figure montre une action perturbatrice moins importante des biofertilisant (jus de lombricompost formulé; jus de lombricompost ratio) et de l'huile essentielle d'origan formulée à

l'égard de la fécondité de *C. leucomelas*, avec une action perturbatrice remarquable de l'huile essentielle par rapport aux biofertilisants. Autrement le bloc témoin montre un taux de fécondité assez stable durant toute la période de l'essai (figure 3).

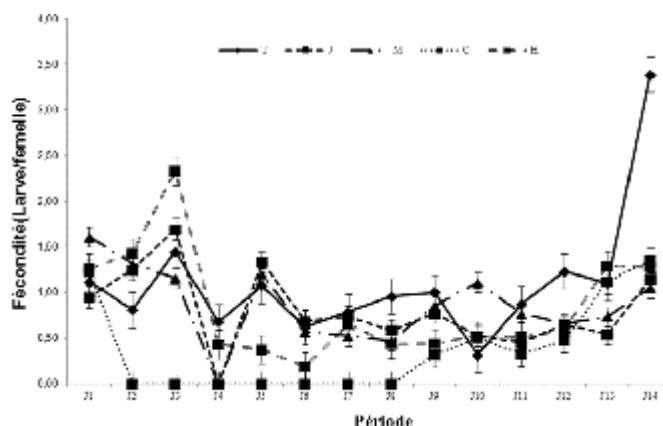


Figure 3: Evolution temporelle de la fécondité de *C. leucomelas* sous l'action des différents régimes de stress.

J : jour ; C : traitement chimique ; H : Huile essentielle d'origan ; J : Jus de lombricompost formulé ; m : jus de lombricompost ratio ; T : témoin.

Nous avons utilisées le modèle général linéaire (G.L.M.), de manière à étudié la variation temporelle de la fécondité des populations Fondatrigènes (figure 3). La fécondation des Fondatrigènes de *C. leucomelas* montre une différence très hautement significative durant toute la période d'exposition (Figures 2a). Les produits expriment une

diminution continuelle de la fécondité jusqu'au onzième jour. Au-delà de cette période nous signalons une augmentation modérée de la fécondité. Les résultats de la fécondation des Fondatrigènes affichent une différence significative entre les bio-fertilisants, l'huile essentiel et la matière active (Figures 3b). L'analyse de la variance par le

modèle G.L.M. désigne que le biofertilisant ratio (jus de lombricompost brut/extrait aqueux *Silene fuscata*), le jus de lombricompost formulé et l'huile essentielle d'origan formulé expriment presque le même degré de perturbation sur *C. leucomelas* par comparaison à la matière active Thiamethoxame/Lambda-cyhalothrine.

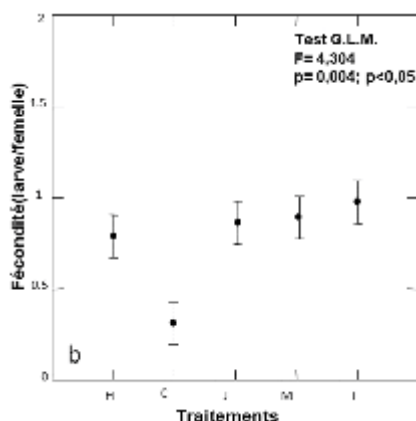
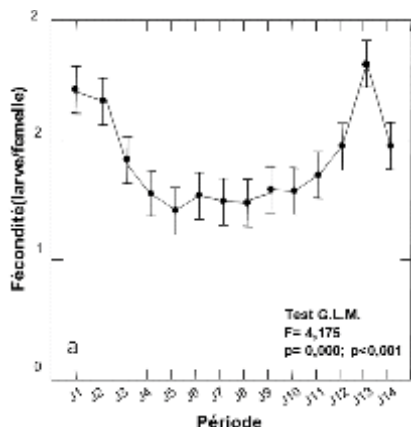


Figure 4: Fluctuation temporelle de la fécondité de *Chaitophorus leucomelas* sous l'effet des différents stress.

F :femelle ;J :jour ;C :traitement chimique ;H :Huile essentielle d'origan ;J :Jus de lombricompost formulé ; m :lombricompost ratio ;T :témoin.

4. Discussion

Le recours aux biostimulants et les bioinsecticides issus de plantes constituent une des voies qui pourrait réviser complètement les patrons régissant la lutte contre les ennemis des cultures. Dans cette catégorie se trouvent les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN), une solution intéressante sur les plans scientifiques et agronomiques, et qui pourrait bien être une solution d'avenir. Cette étude nous a permis de mettre en exergue l'activité insecticide d'une huile essentielle, des bio-fertilisants en comparaison avec un produit de synthèse sur l'abondance et la fécondité le puceron de peuplier *C. leucomelas*.

4.1. Evaluation de l'effet des biofertilisants, l'huile essentielle et le produit de synthèse sur l'abondance de *Chaitophorus leucomelas*

Les résultats relatifs aux traitements biologiques et chimique par le biais des applications des jus de lombricompost formulé, jus de lombricompost ratio (lombricompost brut/Extrait aqueux *Silene fuscata*), d'huile essentielle à base d'origan formulée et de la matière active Thiamethoxam / Lambdacyhalothrine ont montré une efficacité satisfaisante. Cet effet de choc signalé sur l'abondance présentent une gradation positive de toxicité allant des lombricompost (jus de lombricompost formulé, des lombricompost ratio), d'huile essentielle à base d'origan formulée et enfin le Thiamethoxam / Lambdacyhalothrine. Cependant, la reprise biocénotique d'abondance de *Chaitophorus leucomelas* a été très limitée par la suite des tous les applications. Cet état de fait nous

amène à déterminer que les huiles essentielles ont un effet insecticide certain et que les biofertilisants peuvent être doté d'une activité biocide. Nos résultats concordent avec des études qui ont signalé l'activité insecticide de plusieurs espèces d'huiles essentielles contre les bio-agresseurs [11]. Des copieux travaux ont affiché que les produits biologiques issus des plantes et les métabolites secondaires montrent une importante source de molécules pouvant être exploitées dans différents domaines parmi eux la phyto-protection [12]. Un potentiel insecticide intéressant pour la molécule d'huile essentielle a été observé. Les huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques. Pour cela, plusieurs huiles essentielles de différentes plantes ont été intensivement étudiées pour évaluer leurs propriétés répulsives comme ressource naturelle valable [13]. Aussi ces résultats conformément ceux cités par Satrani *et al.* [14] qui ont signalés que l'utilisation des huiles essentielles des plantes comme l'origan, le thym, la sauge, le romarin et le clou de girofle ont toutes une particularité commune: elles sont riches en composés phénoliques monoterpène comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité biocide, il a présenté aussi une activité répulsive contre les moustiques [15]. Des études similaires réalisées par Traboulsi *et al.* [16] ont démontré une activité insecticide de la plante médicinale *Origanum syriacum* L. sur les larves de *Culex pipiens molestus* Forskal. Les analyses montrent que les deux

modes de biofertilisant provoquent une toxicité satisfaisante sur la population traitée, mais avec une action importante de jus de lombricompost ratio par rapport au jus de lombricompost formulé. Les effets des biofertilisants (le jus de lombricompost formulé ainsi que le jus de lombricompost associé au bio-adjuvant de la scilène) autant que biostimulateur des défenses naturelles des plantes sont peu documentés, Les informations bibliographiques disponible estiment que le biofertilisant à agi par effet insecticide sur l'abondance de *C. leucomelas* à cause de sa richesse en chitinases. Cette hypothèse rejoint les copieux travaux ayant traités la diversité de la disponibilité fongique dans le lombricompost. Plusieurs études stipulent que les chitinases fongiques possèdent de multiples fonctions. Elles participent au métabolisme trophique et sont également impliquées dans le développement, la morphogenèse et lors d'interactions symbiotiques et d'infestations parasitaires [17].

4.2. Effet des différents régimes de stress sur la fécondité des femelles *Chaitophorus leucomelas*

Les résultats montrent que la matière active Thiamethoxam / Lambdacyhalothrine exerce une perturbation précoce avec une importance remarquable sur fécondité de *C. leucomelas* par comparaison aux autres types de traitements. De même les résultats étalent que l'huile essentielle provoque une perturbation par rapport aux biofertilisants où la fécondité reste stable est moyennement proche au témoin. Les résultats sont comparables à ceux discutés par Jean et Benmarhnia [18]

qui expriment que les substances xénobiotiques ayant la capacité d'agir à un large spectre sur les espèces animales ou végétales et d'en perturber le fonctionnement normal. Ces substances altèrent les fonctions du système endocrinien, et induisant donc des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou sous populations, de même, il peut aussi altérer indirectement l'attribution d'énergie, ce qui affecte la capacité reproductrice de l'individu qui déterminera de sérieuses perturbations sur le plan individuel et interindividuel [19]. Les faibles perturbations provoqué par les biofertilisants sur la fécondité, peuvent s'expliquer par l'effet bénéfique des biofertilisant appliqués on améliorant le taux des composés nutritives de la plante ce qui se traduit par un maintien du taux de la fécondité au même titre que le témoin. Nos propos rejoignent les conclusions aux quelles ont aboutis Leather [20] et Dixon [21], stipulant que la qualité de la plante hôte peut affecter la fécondité et le conditionnement des différentes formes biologiques (stades et adultes). Ils avancent qu'une plante pauvre en ressources nutritives affecte le potentiel biotique des femelles qui réagissent par une résorption des œufs dans le but de maintenir son intégrité. Plusieurs recherches menées dans différentes partie du monde ont

montré que le jus de compost en plus de son action biostimulatrice, pourrait être un moyen efficace de fertilisation de part sa richesse en éléments minéraux. Sous cette information une deuxième hypothèse peut être avancée justifiant des effets significatifs du support nourricier sur la fécondité. Il s'agit de la nutrition minérale des plantes. Cette dernière peut également agir qualitativement et quantitativement sur les composantes du régime alimentaire des insectes phytophage il a été démontré que les insectes phytophage évoluant sur des plantes riche en magnésium, en calcium, et en fer ont pu réaliser des mues dans des temps très réduits avec en conséquence une augmentation de la fécondité [22].

5. Conclusion

L'utilisation des insecticides de synthèse est de plus en plus réglementée pour la protection de l'environnement, est à l'origine de nombreux cas de résistance chez les insectes. Dans ce contexte, le recours à des molécules naturelles (d'intérêt écologique et économique) aux propriétés insecticides ou insectifuges, de moindre toxicité pour l'homme, se révèle être une démarche alternative à l'emploi des insecticides de synthèse. Les résultats relatifs aux traitements biologiques et chimique par le biais des applications des jus

de lombricompost formulé, jus de lombricompost ratio (lombricompost brut/Extrait aqueux *Silene fuscata*), d'huile essentielle à base d'origan formulée et de la matière active Thiamethoxam / Lambda-cyhalothrine ont montré une efficacité satisfaisante. Par comparaison de la toxicité des produits utilisés sur l'abondance, il en ressort la dominance de la matière active Thiamethoxame / Lambda cyhalothrines, l'huile essentielle en fin le biofertilisant allant de jus de lombricompost ratio puis jus de lombricompost. Cependant, la reprise de l'abondance s'avère modérée sous l'action des différentes molécules appliquées. Les analyse montrent que la matière active Thiamethoxam / Lambdacyhalothrine exerce une perturbation précoce très importante sur la fécondité de *Chaitophorus leucomelas* par rapport aux autres types de traitements. De plus les résultats étalent que l'huile essentielle provoque une pression comparant aux biofertilisants où la fécondité reste stable est moyennement proche au témoin. La stimulation des défenses naturelles des plantes à l'aide de composés appelés éliciteurs constitue une nouvelle stratégie de protection des cultures alternative aux pesticides.

Références bibliographique

[1]. Delplanque, A., (1998). Les insectes associés aux peupliers. *Memor*, ed. Bruxelles, Belgique. 350p.

[2]. Chevallier, H., (2000). Populiculture et gestion des espaces alluviaux. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*. 40, 57-62.

[3]. Bocar Bal, A. & Sidati, S. M., (2013). Réduction des doses efficaces d'insecticides contre les

larves de criquet pèlerin (*schistocerca gregaria* forskål, 1775 : orthoptera, acrididae) par utilisation de quantités réduites de phénylacétonitrile. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17(4), 572-579.

- [4].Negi, P.S., Chauhan, A.S., Sadia, G.A., Rohinishree, Y.S. & R a m e t e k e R . S . , (2005). Antioxidant and antimicrobial activity of various seabukthorn (*Hippophae rhamnoides*) seed extracts. *Food. Chem.*, 92, pp: 119-124.
- [5].Sell, C.S., (2006). *The Chemistry of Fragrance. From Perfumer to Consumer.* 2nd edition. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 329 p.
- [6].Fravel, D R., Rhodes, D J. & Larkin R P., (1999). Production and commercialization of biocontrol products. In *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, edited by R. Albajes, M. L. Gullino, J. C. van Lenteren and Y. e. Elad: Dordrecht: Kluwer.
- [7].Girousse, C., Moulia, B., Silk, W. & Bonnemain, J.L., (2005). Aphis infestation causes different changes in carbon and nitrogen allocation in alfalfa stems as well as different inhibition of longitudinal and radial expansion. *Plant physiology*, 137:1474-1484.
- [8]. Sauvage, C., (1963). Étages bioclimatiques, in: *Atlas du Maroc: notices explicatives, section II, physique du globe et météorologie*, Comité national de Géographie du Maroc, Rabat.
- [9]. De Souza, C., Koumaglo K., & Gbeassor M., (1995). *Évaluation des propriétés antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de quelques plantes médicinales.* UNIVERSITE DU BENIN, LOME – TOG .Pharm. Méd. tra. afro, pp103-112.
- [10]. Frontier, S., (198). *Stratégie d'échantillonnage en écologie.* Ed. Masson, Paris et Les Presses de l'Université de Laval, Québec, 494 p.
- [11]. Turbide, M., (2010). *L'aromathérapie : applications thérapeutiques, les huiles du Québec et du monde;* Montréal : sante-arome.com.
- [12]. Rahuman, A.A., Bagavan, A., Kamaraj, C., Saravanan, E., Zahir, A.A., Elango, G., (2009). Efficacy of larvicidal botanical extracts against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.*, **104**, 1365-1372.
- [13]. Isman., (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19 603-608.
- [14]. Satrani B. et al., (2008). Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, **146**, 85-96.
- [15]. Dorman, H.J. & Deans, S.G., (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plants volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 88(2): 308-316.
- [16]. Traboulsi, A.F. et al., (2002). Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Manage. Sci.*, **58**, 491-495.
- [17]. Pioggesi A., Pollison B.D., (2003). Biostimulants : at the border between plant protection and plant nutrition. *New AG International: 21*.
- [18]. Jean, K. et Benmarhnia, T., 2011. Perturbateurs endocriniens et biodiversité. WWF France. 1 carrefour de Longchamp. 75016 Paris. www.wwf.fr
- [19]. Lagadic, L., Caquet, T. et Amiard, J.C., (1997). *Biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions.* In Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C. et Ramade F., eds, *Biomarqueurs en écotoxicologie, aspects fondamentaux*, Masson, Paris, pp 1-9.
- [20]. Leather, S.R., (1983). Evidence of ovulation after adult moult in the bird cherry oat aphid, *Rhopalosiphum padi*. *Entomol. Exp. Appl.* 33:348-49.
- [21]. . Dixon, A.F.G., (1996). Life history responses to host quality changes and competition in the Turkey-oak aphid. *Eur. J. Entomol.* 93:53-58.
- [22]. Thangavelu, K., Bania, H.R., (1990). Preliminary investigation on the effects of minerals in the rain water on the growth and reproduction of silkworm, *Bombyx mori*. *Indian J. Seric.* 29:37-43.