

EFFET INSECTICIDE DES EXTRAITS AQUEUX DES FEUILLES DE *PISTACIA LENTISCUS* L. ET DE *ZIZYPHUS LOTUS* L. SUR LES DIFFÉRENTS STADES LARVAIRES DE LA CHENILLE PROCESSIONNAIRE DU PIN *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF. (LEPIDOPTERA: THAUMETOPOEIDAE)

RABIE Fatma^{1*}, GUENDOUZ-BENRIMA Atika¹ et CHEBOUTI-MEZIOU Najiba²

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

2-Université M'Hamed Bougarade Boumerdes. Faculté des Sciences. Département d'Agronomie. Laboratoire de recherche, Technologie Douce, Valorisation, Physico-chimie des Matériaux Biologiques et Biodiversité. Algérie.

Reçu le 29/05/2019, Révisé le 14/06/2019, Accepté le 28/06/2019

Résumé

Description du sujet : La lutte éco-chimique constitue l'un des axes de lutte insecticide.

Objectifs : Nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide des feuilles sèches et fraîches des deux plantes, *Pistacia lentiscus* et *Zizyphus lotus* sur les larves de la chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa*.

Méthodes: Les extraits aqueux sont testés à trois concentrations par contact et ingestion, nous avons mis en évidence les variations temporelles des pourcentages de la mortalité journalière et l'évaluation des CL₅₀ et CL₉₀.

Résultats : Les doses de l'extrait des feuilles fraîches de *P. lentiscus* engendrent des taux de mortalité de 6% à 7%, et pour ceux des feuilles sèches, les valeurs sont 40%, 34,5% et 25% pour D1, D2 et D3 respectivement. Pour les deux (2) extraits de *Z. lotus*, ces taux sont aux alentours de 55% ; 50% et 45% pour les 3 doses respectivement. Les valeurs de CL₅₀ diminuent graduellement avec le temps.

Conclusion : On a déduit que les extraits de *Z. lotus* sont toxiques sur les larves de *T. pityocampa*; l'extrait des feuilles sèches de *P. lentiscus* est moyennement toxique et celui des fraîches a une toxicité faible. Cette activité est importante par contact que par ingestion.

Mots clés : *Pistacia lentiscus*; *Zizyphus lotus*; Extraits aqueux; Mortalité journalière; CL₅₀.

INSECTICIDICAL EFFECT OF AQUEOUS EXTRACTS OF *PISTACIA LENTISCUS* L. AND *ZIZYPHUS LOTUS* L. LEAVES ON THE DIFFERENT LARVAL STAGES OF THE PROCESSIONARY CATERPILLAR *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF. (LEPIDOPTERA: THAUMETOPOEIDAE)

Abstract

Description of the subject: Plant extracts as environmentally friendly alternative pesticide in order to reduce using of chemical insecticides in plant protection.

Objectives: Studying the insecticidal activity of the dry and fresh leaves of the two plants, the lentisk *Pistacia lentiscus* and the wild jujube *Zizyphus lotus* on the larvae of the pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* Schiff.

Methods: Aqueous extracts were tested at three concentrations by contact and ingestion. We have highlighted the temporal variations in the percentages of daily larval mortality and the evaluation of efficacy by the LC₅₀ and LC₉₀ values.

Results: The doses of the extract from fresh *P. lentiscus* leaves produce mortality rates of 6% to 7%, and for those from dry leaves, the values are 40%, 34.5% and 25% for D1, D2 and D3 respectively. For the two (2) *Z. lotus* extracts, these rates are around 55%; 50% and 45% for the 3 doses respectively. LC₅₀ values gradually decrease over time.

Conclusion: It has been deduced that *Z. lotus* extracts are toxic to *T. pityocampa* larvae; *P. lentiscus* dry leaf extract is moderately toxic and fresh leaf extract has low toxicity. This activity is important both by contact and by ingestion.

Keywords: *Pistacia lentiscus*; *Zizyphus lotus*; Aqueous extracts; Daily mortality; LC₅₀.

* Auteur correspondant : Fatma RABIE, E-mail : fatimarabie2019@hotmail.com

INTRODUCTION

Il n'est pas rare de rencontrer sur le bord des routes des masses volumineuses et blanchâtres accrochées aux branches de certains arbres. Ces masses ne sont autres que les nids de chenilles bien connues des propriétaires forestiers : la chenille processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* à développement larvaire hivernal, considérée comme le principal ennemi de la sylviculture méditerranéenne [1]. Elle se nourrissant d'aiguilles de pins et de cèdres, il en résulte une perte de croissance effectivement importante en cas de défoliations répétées [2,3]. En effet, une colonie utilise 1,5 à 2 kg (en poids sec) d'aiguilles et il suffit de quatre (4) ou cinq (5) colonies pour mettre entièrement à nu un pin de 20 ans. Dans certains lieux, c'est l'atteinte esthétique qui est insupportable. Outre ses dégâts directs et indirects, la processionnaire du pin est redoutée pour les urtications qu'elle provoque à partir du 3^{ème} stade larvaire [4, 5].

La chenille processionnaire du pin est présente sur une grande partie du territoire algérien, récemment les attaques sont enregistrées dans les hautes altitudes [6]. Son expansion vers le sud est facilitée par les grandes plantations du barrage vert pendant le 20^{ème} siècle (plantation de million d'hectares de pin d'Alep le long de l'atlas saharien) [7].

Le cycle de la processionnaire du pin comprend cinq stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5). Des études ont montré que le stade L1 peut durer de 12 à 14 jours, le stade L2 de 14 à 16 jours, le stade L3 dure environ 1 mois, et les stades L4 et L5 peuvent durer de 1 à 3 mois chacun [8].

Il existe actuellement quatre principaux types de mesures de lutte contre ce ravageur : la lutte mécanique (prélever manuellement les pontes et/ou les nids ; voire les pré-nids), la lutte chimique, la lutte microbiologique et les luttes alternatives, ces dernières étant plus respectueuses de l'environnement. La lutte est d'autant plus efficace qu'elle associe plusieurs techniques [9]. Et en quête de nouvelles techniques pour lutter contre les insectes nuisibles, la possibilité d'utiliser les substances secondaires des plantes a suscité beaucoup de travaux, qui ont montré la large variété d'activités biologiques des préparations à base des plantes (antitumorale, antimicrobienne, antioxydante, cicatrisante, insecticide,...) [10].

Le lentisque *Pistacia lentiscus* L. (Darou), est un arbrisseau de 1 à 3 mètres, à odeur résineuse forte de la famille des Anacardiaceae [11]. Elle est particulièrement représentative des milieux les plus chauds du climat méditerranéen que l'on retrouve en association avec l'oléastre (olivier sauvage), la salsepareille et le myrte dans un groupement végétal nommé "l'Oléolentisque", mais également dans les boisements clairs à pin d'Alep ou d'autres formations de garrigues basses. En Algérie, on le retrouve sur tout type de sol, des zones subhumides et semi-arides en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège [12].

Les anciens égyptiens ont utilisé le mastic de lentisque pour l'embaumement [13]. Il constitue une source principale de la production d'oléorésine [14]. Cette résine est utilisée comme antiseptique du système respiratoire [15], et peut être bénéfique dans le traitement d'ulcères de l'estomac [16], et contre l'hypertension [17]. Le *P. lentiscus* possède une activité anti-inflammatoire [18] ; antioxydante [19], antifongique [20], et antibactérienne [21]. L'huile essentielle de l'oléorésine est aussi utilisée en parfumerie pour fabriquer les déodorants, en cosmétique et comme un agent de flaveur dans des préparations alimentaires [14].

Le *Zizyphus lotus* L. (jubilier sauvage) est un arbuste fruitier, appartenant à la famille des Rhamnaceae [22, 23]. Communément appelé en Afrique du Nord "Sedra" [24]. C'est un arbrisseau sous forme de buisson ne dépassant pas 2.5 m à rameaux flexueux, très épineux gris blanc [25]. Il pousse sur les rives sud de la Méditerranée jusqu'en Afghanistan. En Algérie, il est très répandu dans les régions à climat aride et saharien [26].

Le *Z. lotus* est utilisé dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme sédatif, analgésique, tonique et anti-inflammatoire [26, 27]. Le décocté des racines est utilisé par les personnes diabétiques comme hypoglycémiant [28]. Le *Z. lotus* est également, utilisé pour soigner le tube digestif et le foie [22]. Les feuilles de jubilier sont utilisées contre les piqûres des vipères au Sahara [29], et les fruits sont préconisés dans le traitement de la gorge et les affections respiratoires [22, 30]. Cette plante est aussi connue par son effet antioxydant [31], immunomodulateurs [32], antifongique [33] ; antibactérien [27] ; antiulcérogénique [34] et effet nématocide [35].

C'est dans ce contexte que nous avons voulu tester l'effet insecticide des extraits aqueux de *P. lentiscus* et de *Z. lotus* vis-à-vis les larves de *T.pityocapma* selon deux modes de traitement ; par contact et par voie digestive.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Choix des larves

Les larves soumises aux tests de toxicité proviennent des nids de chenilles non traités des forêts de Boucaïd à 1200m d'altitude, dans la région de Tissemsilt à l'ouest algérien (les coordonnées : 35° 53' 25" nord ; 1° 37' 11" est). Un échantillonnage au hasard de 20 nids contenant des colonies de chenilles des stades (L3, L4 et L5) été prélevé. Elles sont maintenues en élevage au laboratoire dans des boîtes en plastiques (12×23×8cm) ; recouvertes de toile moustiquaire pour permettre l'aération. La température moyenne de l'élevage est de 25°C±2°C, l'humidité relative est de 60% avec 12 heures de lumière sur 12 heures d'obscurité [36]. L'alimentation est constituée des aiguilles de pin *Pinus halepensis*. Les tests sont réalisés sur chaque un des cinq (5) stades larvaires.

2. Préparation des extraits aqueux

Le matériel végétal est composé des feuilles de *P. lentiscus* (collectées le mois de septembre 2016) et de *Z. lotus* (collectées le mois de septembre 2017) provenant d'une végétation naturelle proche du lieu où il existe les nids la chenille processionnaire, elles sont lavées avec de l'eau distillée. Une partie des feuilles fraîches a été broyée, l'autre partie a été séchée à l'abri de la lumière d'humidité et finement broyée par la suite. 100 g de broyat est dilué dans un litre d'eau distillée on le laisse sous agitation magnétique pendant 72 heures. Le mélange obtenu est filtré à l'aide du papier Whatman. Le filtrat récupéré représente une solution initiale à 100 g par l soit 10% [37].

3. Tests de toxicité

À partir de l'extrait initial ($D_1 = 100$ mg/l) de chaque plante, des solutions diluées ($D_2 = 50$ mg/l) ($D_3 = 25$ mg/l) ; ont été préparées. Le test de toxicité des phytopréparations par contact direct a été réalisés selon le protocole de Kanat et Alma [38], par pulvérisation de 2ml de la solution aqueuse sur des larves placées dans des boîtes de Pétri.

Pour le mode ingestion, le protocole suivi est celui de Ben Slimane *et al.* [39], avec quelques modifications dont les larves sont alimentées par des feuilles de *P. halepensis* pulvérisées et trompées dans les extraits. Les larves du bloc sont traitées avec de l'eau distillée. Trois répétitions ont été retenues avec 8 larves pour chaque une. Nous avons estimé les mortalités journalières pendant 11 jours.

4. Expression des résultats

Les mortalités sont exprimées en pourcentages de mortalité, ils sont corrigés par la formule d'Abbott (1925) [40]: $MC(\%) = 100 \times (M - MT) / 100 - MT$. Où: **MC**=Mortalité corrigée; **M**= le pourcentage de mortalité dans la population traitée; **MT**= le pourcentage de mortalité dans la population témoin. Ces taux sont traités statistiquement par une analyse de la variance (GLM) à intervalle de confiance de 95% à l'aide du logiciel SYSTAT 13. Les concentrations létales 50 et 90 sont déterminées 24, 48, 72, 90 et 120 heures après traitement, elles sont calculées en transformant les doses utilisées en logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité corrigée en probits en se servant de la table de Bliss citée par Cavelier (1976) et déterminées à partir des droites de régression probits= $f(\log \text{ dose})$ [41].

RÉSULTAT

1. Effet des extraits aqueux sur la mortalité journalière cumulée des larves

Les résultats des taux de la mortalité journalière cumulée des larves rapportent qu'ils varient selon les concentrations ; selon les stades larvaires et le mode de traitement. Les valeurs rapportées pour les lots témoins sont plus faibles que celles notées pour les lots traités.

1.1. Effet de l'extrait des feuilles de *P. lentiscus*

Les présentations graphiques de l'effet de l'extrait des feuilles fraîches de *P. lentiscus* (Fig. 1) montrent qu'à la forte dose D_1 , le taux de mortalité est compris entre 4,17% et 16,67% par contact. Par ingestion, on a enregistrées des taux de 37,5%, 41,67%, 29,17%, 33,33% et 6,67% chez les larves L1, L2, L3, L4 et L5 respectivement.

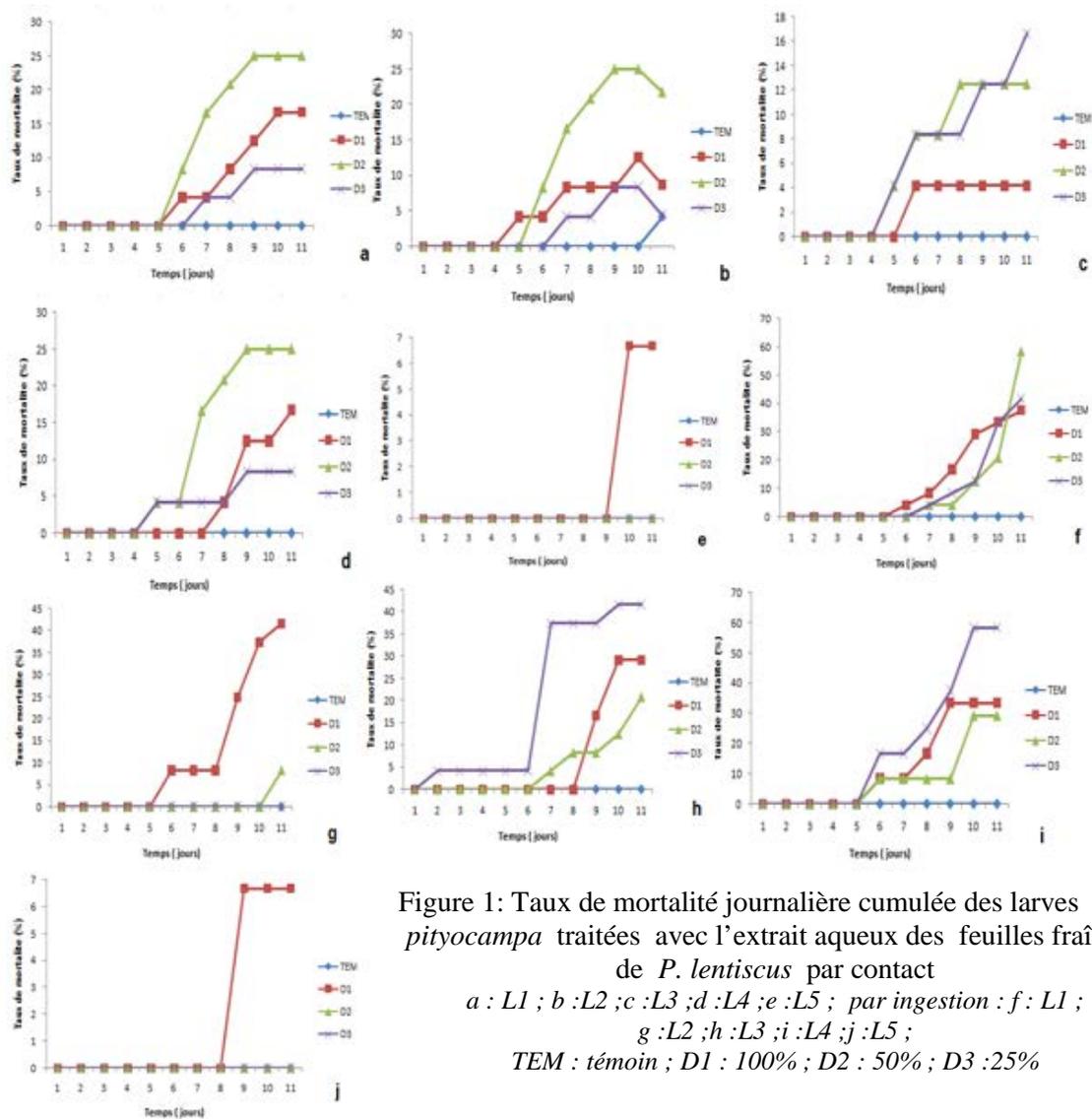
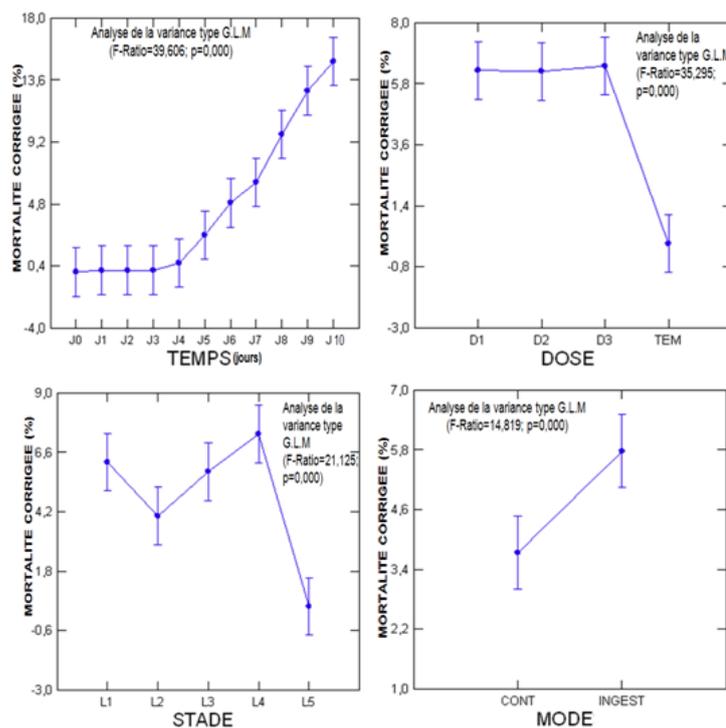


Figure 1: Taux de mortalité journalière cumulée des larves de *T. pityocampa* traitées avec l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *P. lentiscus* par contact
 a : L1 ; b :L2 ; c :L3 ; d :L4 ; e :L5 ; par ingestion : f : L1 ; g :L2 ; h :L3 ; i :L4 ; j :L5 ;
 TEM : témoin ; D1 : 100% ; D2 : 50% ; D3 :25%

Figure 2: Variation des taux de mortalité journalière de *T. pityocampa* traité par l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *P. lentiscus* en fonction du temps, doses, stade et mode de traitement



En parallèle ; l'extrait des feuilles sèches de *P. lentiscus* à la forte dose D1, engendre par contact des taux de mortalité de 100% pour tous les stades à l'exception du stade L3 (66,67%), par ingestion on a les valeurs de 91,67% , 54,17% , 20,83% , 29,17% et 0% pour les larves L1 , L2 , L3 , L4 et L5 respectivement (Fig. 3).

D'après la figure (4), l'extrait des feuilles sèches de *P. lentiscus* semble toxique par rapport à celui des feuilles fraîches avec des taux de mortalité de l'ordre de 45% au 10^{ème} jour.

À la forte dose D1, on a enregistré un taux de mortalité de 40% pour tous les stades larvaires qui suivent une allure décroissante du D1 passant par D2, D3 allant au témoin. La mortalité des larves diminue du stade L1 au L2 et L3 pour remonter chez L4 et L5. Par contact, la solution aqueuse de *P. lentiscus* engendre un taux de 45% contre une valeur de 5% par ingestion avec une différence hautement significative pour tous les facteurs ($p < 0,0001$)

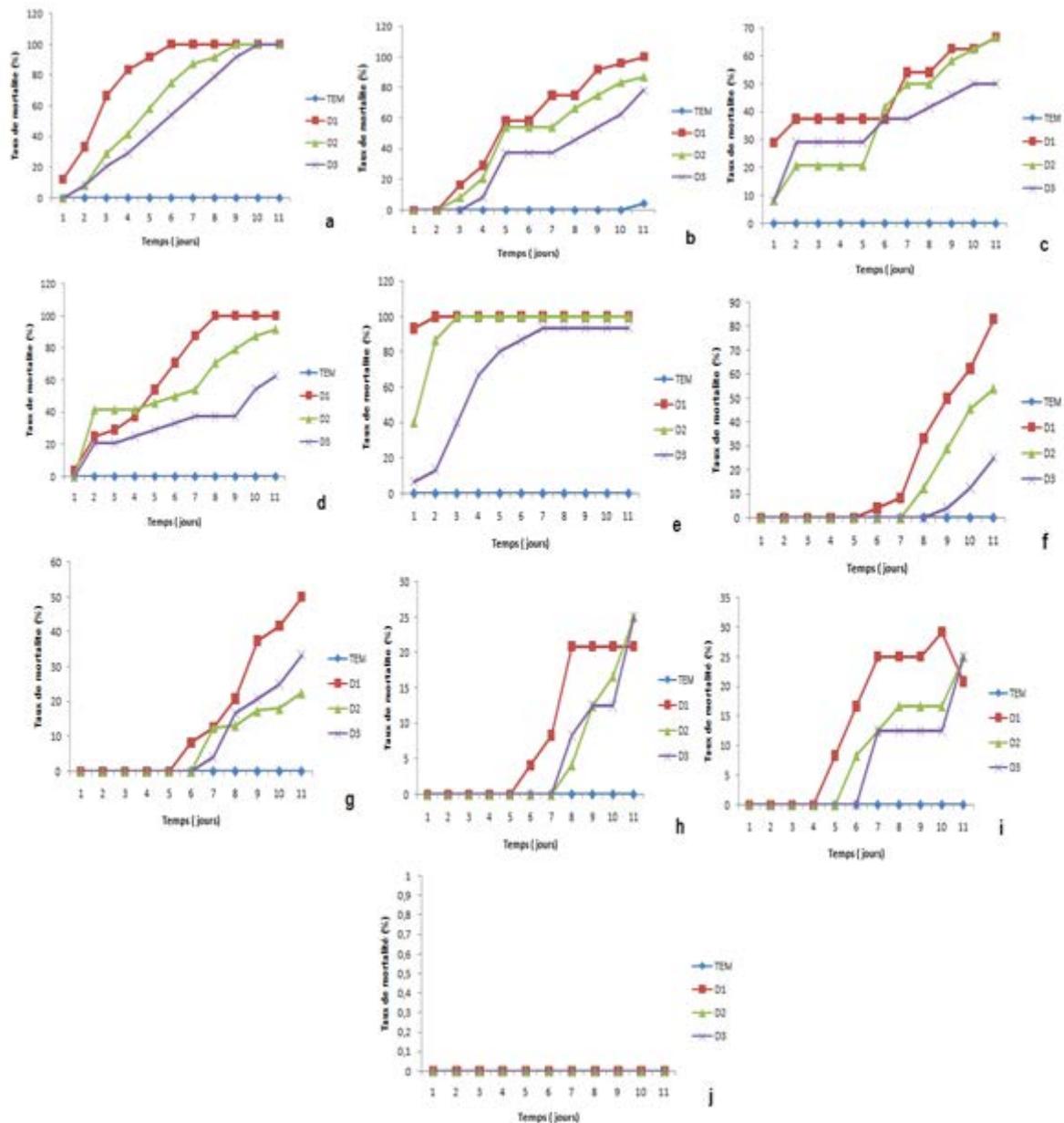


Figure 3: Taux de mortalité journalière cumulée des larves de *T. pityocampa* traitées avec l'extrait aqueux des feuilles sèches de *P. lentiscus* par contact a : L1 ; b : L2 ; c : L3 ; d : L4 ; e : L5 ; par ingestion : f : L1 ; g : L2 ; h : L3 ; i : L4 ; j : L5 ; TEM : témoin ; D1 : 100% ; D2 : 50% ; D3 : 25%

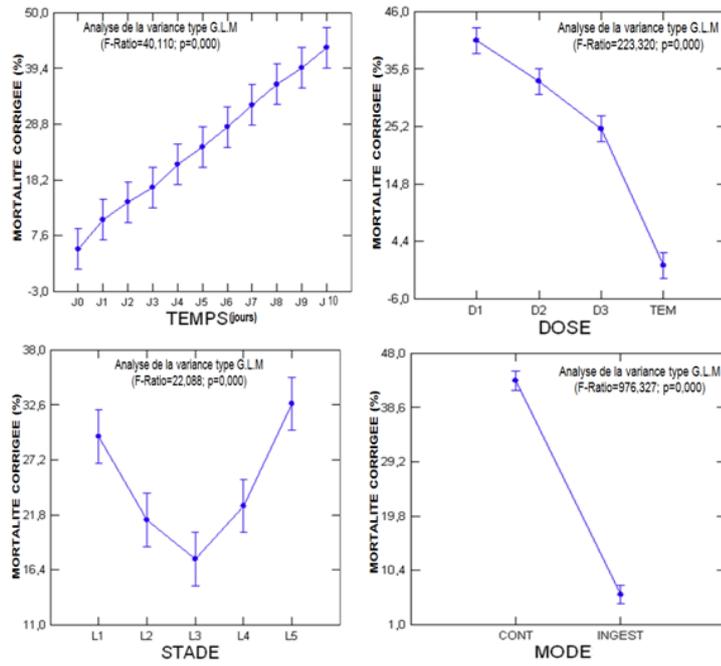


Figure 4 : Variation des taux de mortalité journalière de *T. pityocampa* traité par l'extrait aqueux des feuilles sèches de *P. lentiscus* en fonction du temps, doses, stade et mode de traitement

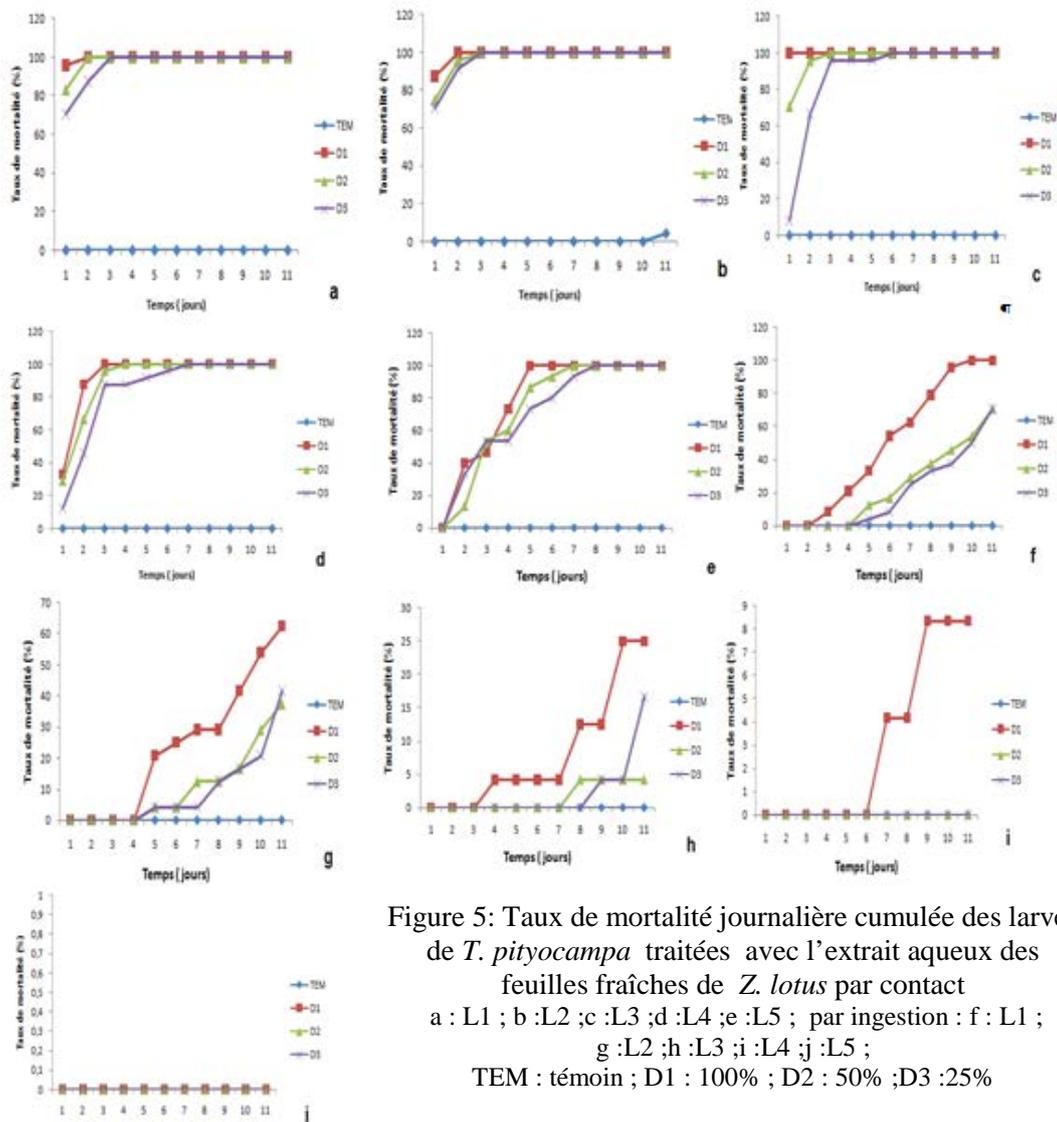


Figure 5: Taux de mortalité journalière cumulée des larves de *T. pityocampa* traitées avec l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *Z. lotus* par contact a : L1 ; b :L2 ; c :L3 ; d :L4 ; e :L5 ; par ingestion : f : L1 ; g :L2 ; h :L3 ; i :L4 ; j :L5 ; TEM : témoin ; D1 : 100% ; D2 : 50% ; D3 : 25%

1.2. Effet de l'extrait des feuilles de *Z. lotus*

Chez les larves de *T. pityocampa* administrées avec l'extrait des feuilles fraîches de *Z. lotus* par contact direct, à la forte dose D1, on a enregistré des valeurs de 100% de mortalité journalière au bout des 10 jours de traitement, et dans le cas d'administration par voie digestive ; ce taux atteint les valeurs de 100%, 62,5% , 25% , 8,33% et 0% chez les larves L1 , L2 , L3 , L4 et L5 respectivement (Fig. 5).

Selon la figure (6), d'étude d'efficacité globale des feuilles fraîches de *Z. lotus*, le taux de mortalité journalière cumulée progresse au cours du temps jusqu'à 50% à la fin de l'expérimentation, et il diminue en fonction des doses et stades larvaires. Par contact la valeur est supérieure que par ingestion ; il est de l'ordre de 70% par contact et aux alentours de 8% pour l'ingestion, avec une différence hautement significative.

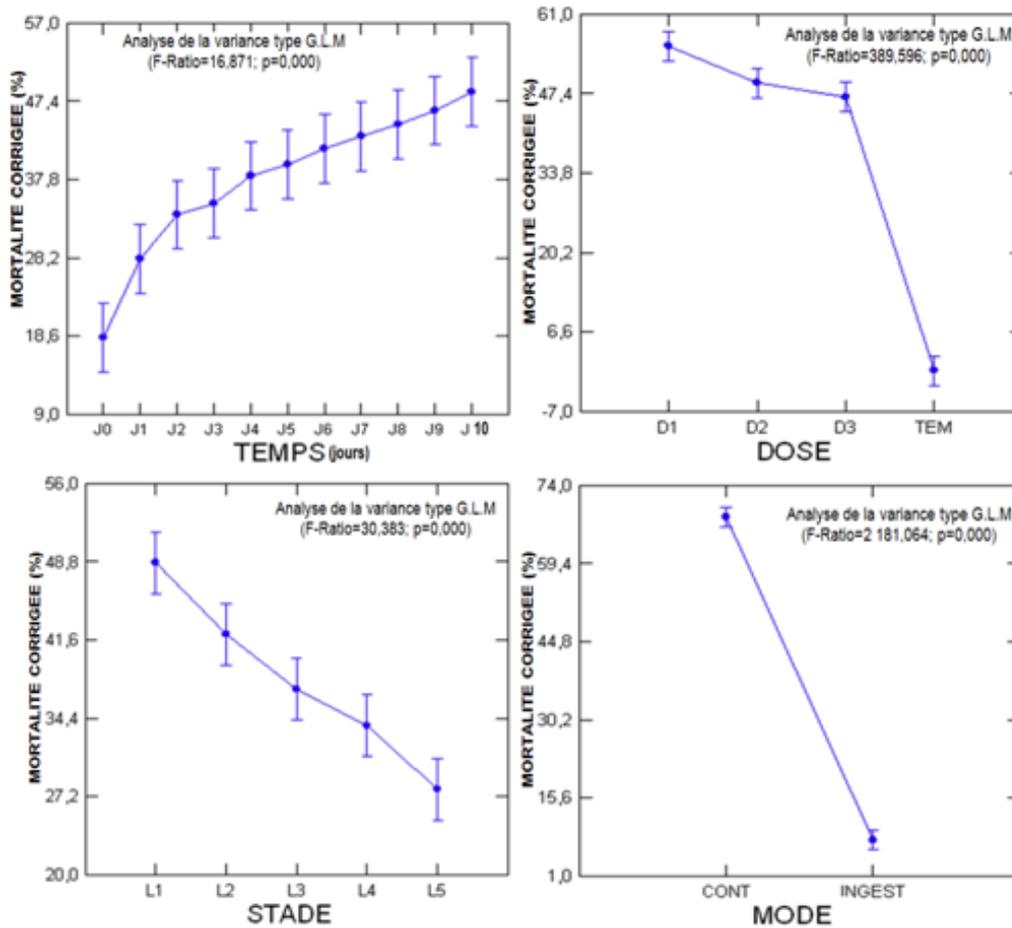


Figure 6 : Variation des taux de mortalité journalière de *T. pityocampa* traité par l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *Z. lotus* en fonction du temps, doses, stade et mode de traitement

L'extrait des feuilles sèches de *Z. lotus*, cause 100% de mortalité a la forte dose au bout du 10^{ème} jour après traitement par contact pour tous les stades larvaires à l'exception des L5 (73,33%), par ingestion le taux atteint les valeurs de 100% ; 100% ; 50% ; 29,17% et 60% pour les larves L1 , L2 , L3 , L4 et L5 respectivement (Fig. 7). La lecture globale de l'effet de bioproduit, nous a montré que les doses expérimentées affichent un taux de mortalité qui augmente au cours du temps et atteint 55% au 10^{ème} jour d'exposition au traitement.

Ce taux présente une gradation négative allant de la forte dose (D1) au demi (D2) et à la faible dose (D3). La sensibilité des larves diminue du 1^{ier} au 5^{ème} stade. Par contact, les valeurs sont supérieures que ceux par ingestion.

L'analyse de la variance montre une différence hautement significative pour les facteurs temps, dose, mode de traitement et stade ($p < 0,0001$) (Fig. 8).

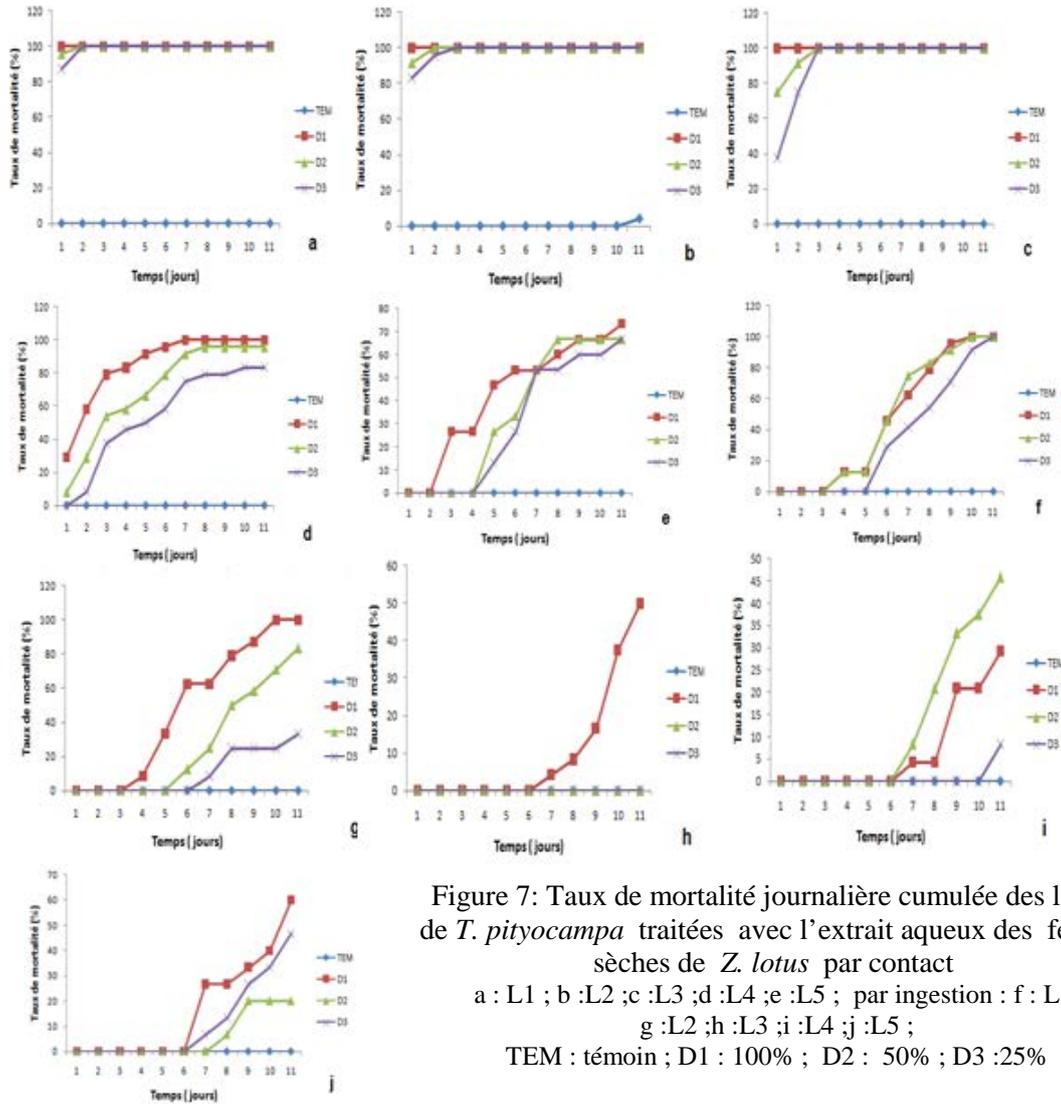


Figure 7: Taux de mortalité journalière cumulée des larves de *T. pityocampa* traitées avec l'extrait aqueux des feuilles sèches de *Z. lotus* par contact a : L1 ; b :L2 ;c :L3 ;d :L4 ;e :L5 ; par ingestion : f : L1 ; g :L2 ;h :L3 ;i :L4 ;j :L5 ; TEM : témoin ; D1 : 100% ; D2 : 50% ; D3 :25%

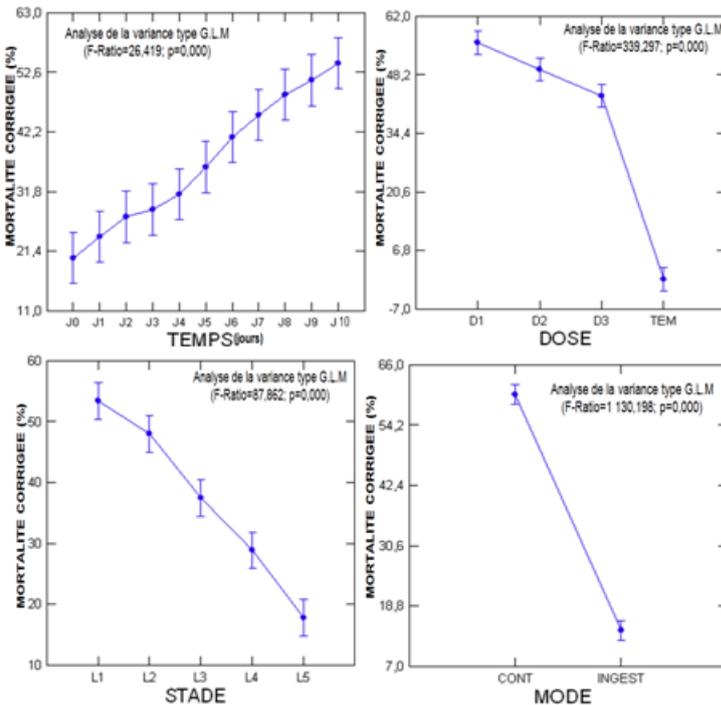


Figure 8 : Variation des taux de mortalité journalière de *T.pityocampa* traité par l'extrait aqueux des feuilles sèches de *Z.lotus* en fonction du temps, doses, stade et mode de traitement

2- Evaluation des CL_{50} et CL_{90}

Les concentrations létales 50 et 90 pour les extraits tétés sont calculées après 24 , 48 , 72 , 90 et 120 heures après traitement à l'aide des équations de régressions sont présentées dans les figures 9, 10, 11 et 12. D'après ces figures, on constate que pour chaque phytopréparation, les valeurs de CL_{50} obtenues diminuent graduellement du 1^{er} au 5^{ème} jour après traitement,

ce qui explique la bonne efficacité des extraits testés dans le temps. Ces valeurs diffèrent d'un stade à un autre et d'un bioproduit à autre. Les valeurs des CL_{50} obtenues chez les larves traitées par l'extrait des feuilles sèches et fraîches de *Z. lotus* par contact augmentent du stade L1 à L5, ces valeurs sont plus grandes par ingestion que par contact.

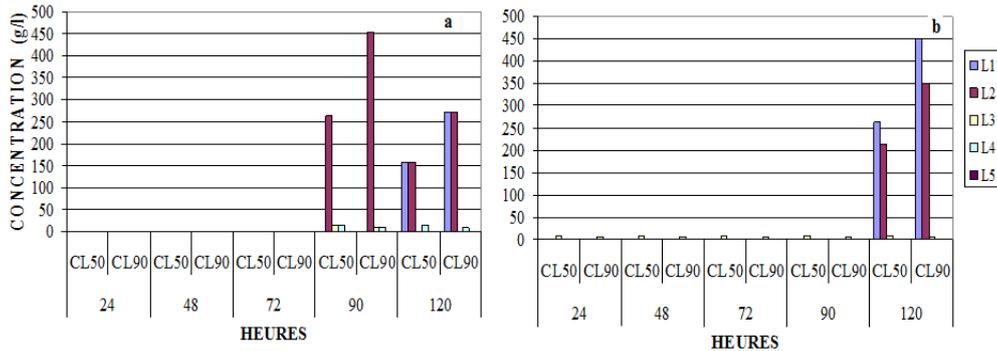


Figure 9 : Valeurs de CL_{50} et CL_{90} de l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *P. lentiscus* sur les larves de *T. pityocampa* a : contact ; b : ingestion

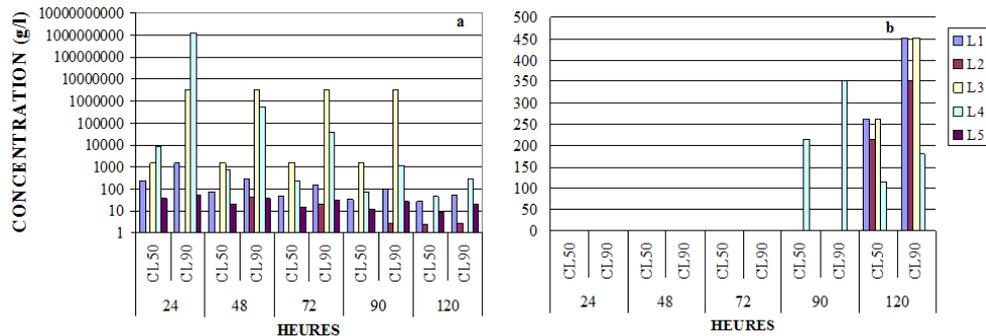


Figure 10 : Valeurs de CL_{50} et CL_{90} de l'extrait aqueux des feuilles sèches de *P. lentiscus* sur les larves de *T. pityocampa*. a : contact ; b : ingestion

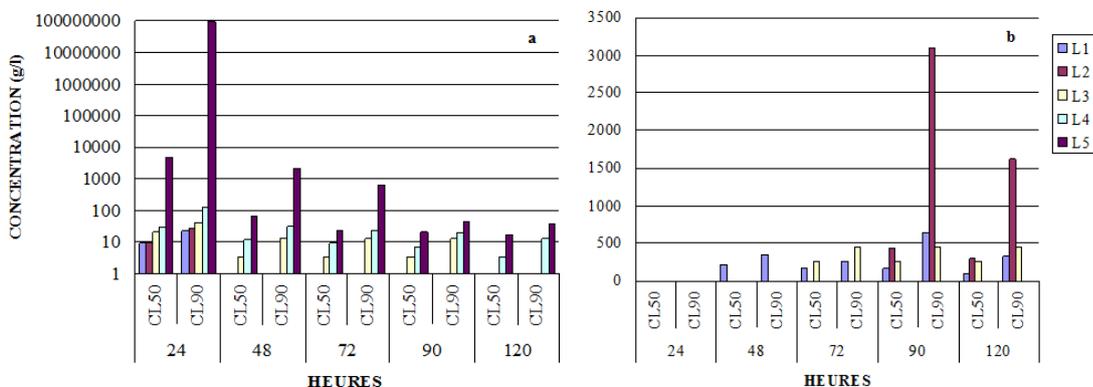


Figure 11 : Valeurs de CL_{50} et CL_{90} de l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *Z. lotus* sur les larves de *T. pityocampa*. a : contact ; b : ingestion

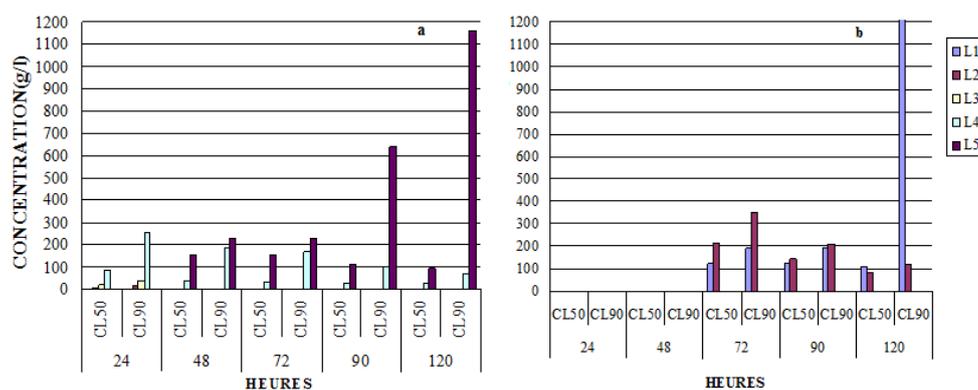


Figure 12: Valeurs de CL₅₀ et CL₉₀ de l'extrait aqueux des feuilles sèches de *Z. lotus* sur les larves de *T. pityocampa*. a : contact ; b : ingestion

DISCUSSION

Plus d'un demi-siècle la lutte insecticide a souligné que le contrôle des insectes fléaux nécessite une approche multidisciplinaire. La lutte écochimique, mise en œuvre à partir d'observations des interactions plantes-insectes, constitue un des axes fondamentaux des stratégies qui se sont développées au cours des dernières années. Dès le XIX^{ème} siècle, plusieurs molécules allelochimiques, non dénuées d'instabilité ou de toxicité pour les mammifères, ont été extraites des plantes pour lutter contre les insectes nuisibles : la nicotine du tabac, la roténone des Papilionacées ou les pyrèthres du Chrysanthème [42, 43]. Dans cette étude, les deux (2) extraits des feuilles de *Z. lotus*, et de feuilles sèches de *P. lentiscus* ont un effet toxique sur les larves de *T. pityocampa*, cette toxicité est importante dans le mode de pénétration contact que par ingestion.

Ces effets bénéfiques peuvent être liés à la présence de composés biologiquement actifs [44]. En effet, Bammou *et al.* [45], ont déterminé la composition des extraits aqueux des feuilles sèches de *P. lentiscus*, Il s'agit des substances polyphénoliques dont les tanins catéchiques et galliques, des flavonoïdes (anthocyanes, flavones et leucoanthocyanes), des stérols et triterpènes, des saponosides et enfin les composés réducteurs (oses, holosides et mucilage). Les feuilles de *Z. lotus* sont caractérisées par la présence de flavonoïdes, tanins, alcaloïdes [30]; et des saponines de type dammarane [46].

Plusieurs auteurs ont étudié la sensibilité de la chenille processionnaire du pin vis-à-vis d'autres espèces de plantes. D'après Bachir *et al.* [47], les extraits méthanoliques des feuilles de *Juniperus oxycedrus* et de *Juniperus phoenicea.*, engendrent des taux de mortalité des larves de *T. pityocampa* qui varient en moyenne de 54,4 % à 56,2% par ingestion, pouvant être traduit par un effet anti-appétant. La sensibilité des larves de *T. pityocampa* à l'azadirachtine, une molécule issue des grains du Margousier (*Azadirachta indica* A. Juss), a été évaluée en laboratoire, les résultats ont montré, 10 jours après le traitement, une inhibition significative de la croissance larvaire et une diminution de l'activité alimentaire par rapport aux lots témoins [48]. Selon Kanat et Alma [38], les huiles essentielles des feuilles d'eucalyptus et de laurier, de la partie aérienne de thym, du fleur et du feuilles de lavande, ont un effet biocide sur les larves de *T. pityocampa*.

CONCLUSION

Ces résultats sont très importants, ils ont montré que les extraits de *Z. lotus* sont plus efficaces sur *T. pityocampa* par rapport à *P. lentiscus*, pour ce dernier les feuilles sèches semblent toxiques en comparaison avec les feuilles fraîches, cette toxicité est importante par contact que par ingestion. Ces plantes ouvrent la voie à la possibilité de leur utilisation dans le cadre d'un programme de lutte intégrée contre la processionnaire du pin.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Turpin M. (2006)**. Les chenilles urticantes : effets pathogènes chez l'homme et chez l'animal et données actuelles sur les venins et les moyens de lutte. Thèse. Méd. Vét., Nantes, N°097, 182 p.
- [2]. **Martin J.C. (2005)**. La processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller). Biologie et protection des forêts. Synthèse des recherches bibliographiques et des connaissances, INRA Avignon. [en-ligne] [http://www.prodinra.inra.fr/prodinra/pinra/index.xsp] (Consulté le 23 Novembre 2018).
- [3]. **Rousselet J. (2008)**. La chenille processionnaire du pin et le réchauffement climatique. Vers de nouvelles méthodes de lutte contre un insecte forestier urticant qui s'invite en ville.
- [7]. **Zamoum M. (1998)**. Données sur la bioécologie, les facteurs de mortalité et la dynamique des populations de *Thaumetopoea pityocampa* Denis et Schiffermüller (Lep. Thaumetopoeidae) dans les pineraies subsahariennes de la région de Djelfa (Algérie), Thèse de doctorat. Université des sciences de Rennes I, France, 247 p.
- [8]. **Martin J.C. (2013)**. Programme ALTERPRO, Mise au point de stratégies de piégeage combiné pour la gestion de la processionnaire du pin, *Thaumetopoea pityocampa*, appliquées aux Zones Non Agricoles. Guide technique. Institutionnel de recherches agronomiques INRA, France, 17 p.
- [9]. **Leblond A., Martin J.C., Provendier D., Gutleben C., Robinet C. et Napoleone C. (2010)**. Inventaire et évaluation des méthodes de lutte contre la processionnaire du pin. Enquête nationale – guide technique. Angers (Fr) : Plante et Cité, 25 p. [en-ligne] [http://www.prodinra.inra.fr] (Consulté le 10 Janvier 2018).
- [10]. **Candan F., Unlu M., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., Sokmen A. and 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.
- [11]. **Coste H. (1937)**. *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes*. Second Tirage, Paris - Librairie des Sciences et des Arts.
- [12]. **More D. et White J. (2005)**. *Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde*. Flammarion 18 : 797 p.
- In: Colloque Insectes et changement climatique* Micropolis, Aveyron (France), [en-ligne] http://www.inra.fr/urticlim/projet_urticlim/reunions/micropolis] (Consulté le 23 juin 2018).
- [4]. **Vega M.L., Vega J., Vega J.M., Moneo I., Sanchez E. and Miranda A. (2003)**. Cutaneous reactions to pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*) in pediatric population. *Pediatr Allergy Immunol.*, 14:482–486.
- [5]. **Battisti A., Holm G., Fagrell B. and Larsson S. (2011)**. Urticating hairs in arthropods: their nature and medical significance. *Annu. Rev. Entomol.*, 56: 203–220.
- [6]. **Sbajdji M. and Kadik B. (2011)**. Effects of Atlas cedar (*Cedrus atlantica*) defoliation on performance of the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*). *Journal of Pest Science*, 84: 213–217.
- [13]. **De Pooter H.L., Schamp N.M., Aboutabl E.A., El Tohamy S.F. and Doss S.L. (1991)**. Essential oils from the leaves of three *Pistacia* species grown in Egypt. *Flavour and Fragrance Journal*, 6: 229–232.
- [14]. **Delazar A., Reid R.G. & Sarker S.D. (2004)**. GC-MS analysis of the essential oil from the oleoresin of *Pistacia atlantica* var. *mutica*. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(1): 24–27.
- [15]. **Durua M.E., Cakirb A., Kordalic S., Zenginc H., Harmandara M., Izumid S. and Hiratad T. (2003)**. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia*, 74: 170–176.
- [16]. **Al-Said M., Ageel A., Parmar N. and Tariq M. (1986)**. Evaluation of mastic, a crude drug obtained from *Pistacia lentiscus* L. for gastric and duodenal anti-ulcer activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 15 (3): 271–278.
- [17]. **Villar A., Sanz M.J. and Paya M. (1987)**. Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus*. *Int. J. Crude Drug Res.*, 25(1): 1–3.
- [18]. **Ferradji A. (2011)**. Activités antioxydante et anti-inflammatoire des extraits alcooliques et aqueux des feuilles et des baies *Pistacia lentiscus*. Mémoire de Magistère en Biochimie, Université Farhat Abasse, Tlemcen, 90 p.
- [19]. **Hemma R., Belhadj S., Ouahchia C. and Saidi F. (2018)**. Antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* L. methanolic extracts. *Revue Agrobiologia*, 8(1): 845–852.
- [20]. **Ali-Shtayeh M.S. and Abu Ghdeib S.I. (1999)**. Antifungal activity of plant extracts Against dermatophytes. *Mycoses*, 42 (11-12): 665–672.

- [21]. Iauk L., Ragusa S., Rapisarda A., Franco S. and Nicolosi V.M. (1996). In vitro antimicrobial activity of *Pistacia lentiscus* extracts: *Preliminary Report. Chemother.*, 8 (3): 207–216.
- [22]. Baba Aissa F. (1999). *Encyclopédie des plantes utilisées. Flore d'Algérie et du Maghreb – Substance végétale*. Edition Librairie Moderne, Rouiba, 145 p.
- [23]. Rsaissi N. et Bouhache M. (2002). *La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA)*. DERD (Ed) Rabat. (94) : 4 p.
- [24]. Borgi W., Ghedira K. and Chouchane N. (2007). Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. *Fitoterapia*, 78:16–19.
- [25]. Claudine R. (2007). *Le nom de l'arbre : le grenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l'arbousier*. Actes sud le Majan, 1^{er} édition France, pp. 45–62.
- [26]. Mounni S. (2008). Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et *Zizyphus lotus* L. Mémoire de Magistère en Agronomie, Université de Batna, Algérie.
- [27]. Ghedira K., Chemli R., Caron C., Nuzillard J. and Zeches M. (1994). Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus* L. *Phytochemistry*, 38: 767–772.
- [28]. Allali H., Benmehdi H., Dib M.A., Tabti B., Ghalem S. and Benabadji N. (2008). Phytotherapy of diabetes in west Algeria. *Asian Journal of Chemistry*, 20 (4):2701–2710.
- [29]. Benchalah A., Bouziane H. et Maka M. (2004). Fleur du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. *Phytothérapie*, 6: 191–197.
- [30]. Borgi W., Bouraoui A. and Chouchane N. (2007). Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extrats. *Ethnopharmacology*, 112(2): 228–231.
- [31]. Ghalem M. (2014). Effets antioxydants et anti-inflammatoires des extraits de *Zizyphus lotus* L. et *Anthyllis vulneraria*. Thèse de Doctorat en physiologie et biochimie de la nutrition. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, Algérie. 160 p.
- [32]. Benammar C.E. (2011). Effets antioxydants et immunomodulateurs d'une plante médicinale nord africaine, *Zizyphus lotus* (Sedra) : étude des différents extraits. Thèse de Doctorat en Biologie, Université Batna, Algérie, 120 p.
- [33]. Lahlou M., ElMahi M. and Hammouchi J. (2002). Evaluation of antifungal and molluscicidal activities of Moroccan *Zizyphus lotus* Desf. *Annales pharmaceutiques françaises*, 60: 410–414.
- [34]. Borgi W., Recio M.C., Rios J.L. and Chouchane N. (2008). Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* Lam. *South African journal of botany*, 74: 320–324.
- [35]. Nebih H.S., Hadroug S. et Taoussi F. (2014). Activité nématocide *in vitro* des extraits aqueux des plantes médicinales « *Artemisia campestris*, *Zizyphus lotus*, *Datura stramonium* et *Urginea maritima* » sur des larves de *meloidogyne*- afpp – dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, 07 p.
- [36]. Kalender Y., Uzunhisarcikli M., Ogutcu A., Suludere Z. and Kalender S. (2005). Effects of endosulfan on *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera :Thaumetopoeidae) larvae. *Folia Biologica -Krakow*, 53: 229–233.
- [37]. Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. et Mahari S. (2006). Evaluation 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 culicides : *Culex pipiens* (Linne), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 10 (2): 67–71.
- [38]. Kanat M. and Alma M.H. (2004). Insecticidal effects of essential oils from various plants against larvae of pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *Pest Manag Sci.*, 60: 173–177.
- [39]. Ben Slimane B., Ezzine O., Dhahri S. and Ben Jamaa M.L. (2014). Essential oils from two *Eucalyptus* from Tunisia and their insecticidal action on *Orgyia trigotephra*s (Lepidoptera, Lymantriidae). *Biological Research*, 47: 29–36.
- [40]. Abbott W.S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265–267.
- [41]. Yang K., Wang C.F., You C.X., Geng Z.F., Sun R.Q., Guo S.S., Du S.S., Liu Z.L. and Deng Z.W. (2014). Bioactivity of essential oil of *Litsea cubeba* from China and its main compounds against two stored product insects. *J. Asia-Pac. Entomol.*, 17: 459–466.

- [42]. **Amason J.T., Philogene B.J.R. and Morand P. (1989).** Insecticides of plant origin. ACS Symposium series 387, Washington, 213 p.
- [43]. **Schmutterer H. (1992).** *Higher plants as sources of novel pesticides.* In: Insecticides: mechanism of action and resistance. O. Otto & B. Weber (eds), Publish Intercept Andover (U.K.): 3– 15.
- [44]. **Kalt W., Forney C.F., Martin A. and Prior R.L. (1999).** Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J. Agric. Food. Chem.*, 47: 4638– 4644.
- [45]. **Bammou M., Daoudi A., Slimani I., Najem M., Bouiamrine E.H., Ibjibjen J. et Nassiri L. (2015).** Valorisation du lentisque « *Pistacia lentiscus L.* » : Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *J. Appl. Biosci.*, 86: 7966– 7975.
- [46]. **Maciuk A., Lavaud C., Thépentier P., Jacquier M.J., Ghédira K. and Zèche H. (2004).** Four New Dammarane Saponins from *Zizyphus lotus*. *Journal of Natural Products*, 67: 1639– 1643.
- [47]. **Bachir K., Tail G., Zamoum M., Aci L., Cherif H.S. et Saidi F. (2017).** Infestation par *Thaumetopoea pityocampa* Den. and Schiff. dans deux pineraies de la région de Djelfa (Algérie) et impact de *juniperus oxycedrus* et *juniperus phoenicea* sur la mortalité et la consommation des larves in vitro. *Revue Agrobiologia*, 7(2): 427– 439.
- [48]. **Unal S. and Akkuzu E. (2009).** Larvaecidal effects of azadirachtin on the pine processionary moth. *Afr. J. Biotechnol.*, 8 (19) : 5128– 5131.