

Typologie du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Protaetia trifolii* (L., 1768) (Coleoptera Brentidae Apioninae)

Samuel LOISEAU, Hugo FABRE & Jean-David CHAPELIN-VISCARDI

Laboratoire d'Éco-Entomologie, 5 rue Antoine-Mariotte, F-45000 Orléans

loiseau@laboratoireecointomologie.com

hfabre01@gmail.com

chapelinviscardi@laboratoireecointomologie.com

Résumé. – Les auteurs présentent une description du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Protaetia trifolii* au cours de sa vie. Cinq stades sont décrits, de l'état émergent à la fin de vie. Les différentes structures de l'appareil reproducteur et leur transformation graduelle sont détaillées.

Abstract. – *Typology of development of the female reproductive system of Protaetia trifolii (L., 1768) (Coleoptera Brentidae Apioninae).* The development of the female reproductive system of *Protaetia trifolii* over time is presented. Five stages are described, from the emergent state to the end of life. The different structures of the reproductive system and their gradual transformation are detailed.

Keywords. – Red clover, Pest, Anatomy, Oogenesis, Age-grading.

Le genre *Protaetia* comprend vingt espèces en France métropolitaine [COMPTE, 2016]. *Protaetia trifolii* (L., 1768) (Figure 1) est une espèce indigène qui vit aux dépens de plantes du genre *Trifolium* (famille des Fabaceae) [MNHN & OFB, 2023]. La larve se développe dans les capitules. On trouve l'espèce dans toute la France métropolitaine, y compris la Corse [HOFFMANN, 1958; ASSOCIATION ROUSSILLONNAISE D'ENTOMOLOGIE, 2023]. Depuis des décennies, elle présente un enjeu majeur pour la production agricole du Trèfle violet, *Trifolium pratense* L., 1753, car elle en est l'un des principaux ravageurs [SERPEILLE & BONNEAU, 1982].

Les études consacrées à cette espèce et à son développement sont rares. Pourtant, il est nécessaire de bien comprendre le fonctionnement et le comportement de cet insecte dans le but de mieux appréhender sa dynamique au cours de l'année et de limiter son impact dans les cultures. Un des points importants de la biologie est la reproduction. Définir les périodes d'accouplement et de ponte est essentiel et, de fait, accessible par l'observation des organes internes de la femelle. La présente étude s'attache à décrire, via une typologie, le développement de l'appareil reproducteur femelle de *P. trifolii*.



Figure 1. – Femelle de *Protaetia trifolii* (L., 1768), longueur : 2 mm. Cliché Julien Fleury.

Matériel et méthodes

Matériel examiné

Afin de nous assurer d'être le plus représentatif possible du développement sur toute la durée de vie de l'adulte, nous avons analysé des spécimens de plusieurs origines géographiques collectés à des périodes les plus étalementes possibles (*Tableau I*).

Des individus ont été prélevés par fauchage dans des parcelles de Trèfle violet entre le semis et la récolte de la culture. Ces relevés proviennent de collectes réalisées lors d'expérimentations menées par le personnel de la Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences (FNAMS, voir Remerciements). De plus, des individus ont été échantillonnés par nos soins par tamisage en période hivernale dans ou à proximité d'une ancienne parcelle de Trèfle violet. Le diagnostic du système reproducteur de ces femelles en diapause est important d'un point de vue phénologique et également méthodologique, notamment en s'assurant qu'il n'y ait pas de stade intermédiaire à cette période.

Pour chaque relevé, les spécimens ont été conditionnés dans de l'alcool à 70° au plus tôt pour « figer » leur contenu abdominal.

Analyse au laboratoire

Plusieurs espèces de *Protaetia* peuvent se développer et être capturées dans une parcelle de Trèfle violet. Le matériel collecté a été identifié

au plus haut rang taxonomique [EHRET, 1990], les spécimens ont été sexés et les femelles de l'espèce ciblée isolées. Les femelles de *P. trifolii* ont fait l'objet d'une étude anatomique du contenu de leur abdomen par dissection. À l'aide d'une pince rigide, l'insecte est maintenu en place par le thorax et en utilisant une épingle entomologique (n° 3) courbée à la pointe, les élytres sont soulevés à leur apex, au niveau de la suture élytrale, puis arrachés. Une légère pression de l'abdomen avec la pince rigide permet aussi de dissocier et soulever les élytres. L'abdomen est disloqué du thorax par une pression d'épingle à l'insertion des deux segments. Une fois dissocié du reste du corps, l'abdomen est manipulé avec une épingle entomologique et une minutie montée sur un roule-goulotte. Le contenu de l'abdomen est extrait par les tergites. Pour cela une incision, dans le sens de la longueur, est pratiquée entre les tergites et les pleurites. Le contenu est étalé dans une goutte d'eau où les graisses sont dissociées des organes pour permettre l'observation.

Un bain dans de la potasse (vingt minutes environ) est également envisageable pour dissoudre les corps gras, lorsque ceux-ci sont présents en grande quantité. En cas de difficulté de lecture des structures, une coloration des organes peut être réalisée. Pour cela, le contenu de l'abdomen doit être posé sur un papier absorbant pendant une minute, puis trempé dans un colorant pendant cinq secondes. Le bleu patenté (en solution aqueuse à 1 %) convient à cette pratique. Une fois coloré, le sujet doit être posé dix secondes sur un papier

Tableau I. – Récapitulatif des femelles de *Protaetia trifolii* capturées dans des parcelles de Trèfle violet et étudiées par dissection.

Départements	Communes	Méthodes	Effectifs	Dates
Aube	Buchères (10067)	Fauchage	164	25-II au 26-VII-2022
	Villy-le-Bois (10434)	Fauchage	334	10-V au 13-IX-2021
Cher	Allouis (18005)	Fauchage	190	9-VI au 9-VIII-2021
	Saint-Germain-du-Puy (18213)	Fauchage	313	21-V au 30-VIII-2021
		Fauchage	295	II-III au 10-VIII-2022
Loir-et-Cher	Beauce-la-Romaine (41173)	Fauchage	180	21-VI au 12-VIII-2021
		Tamisage	66	11-X-2021 au 22-III-2022
Loiret	Beaugency (45206)	Fauchage	365	29-III au 9-VIII-2022
Maine-et-Loire	Loire-Authion (49307)	Fauchage	140	8-VI au 21-VII-2022
Tarn	Lavaur (81140)	Fauchage	208	1-IV au 12-VIII-2021
		Fauchage	300	25-II au 1-VIII-2022

absorbant avant d'être étalé dans une goutte d'eau pour observation sous loupe binoculaire.

Les différences observées tout au long de la période de collecte et au fur et à mesure des dissections ont permis de définir une typologie des différents stades de développement de l'appareil reproducteur. La typologie proposée s'appuie sur différents travaux descriptifs effectués sur des espèces de la famille des Curculionidae [BISELL, 1937; BURKE, 1959; GARTHE, 1970; STONE *et al.*, 1971; GOLDSON & EMBERSON, 1981; SCHOTZKO & O'KEEFFE, 1986; GRODOWITZ & BREWER, 1987; BARKER, 1989; KORMAN & OSETO, 1989; RUBIO *et al.*, 2008; UZAKAH, 2017; ROMAN-RUIZ *et al.*, 2017; ALBA-ALEJANDRE *et al.*, 2019; LOISEAU & CHAPELIN-VISCARDI, 2023] et d'autres espèces appartenant à la super-famille des Curculionoidea [MORIMOTO, 1962; PEREZ-MENDOZA *et al.*, 2004; EL NAGGAR *et al.*, 2010; VEGA-PETLACALCO *et al.*, 2018].

Résultats

Organes élémentaires du système reproducteur

Nous décrivons successivement les organes composant le système reproducteur de la femelle de *P. trifolii*. Cette description est réalisée de la base du système à son extrémité haute. L'insecte mesurant au maximum 2,2 mm de long, nous exprimons dans la description certaines mesures avec précision, pour rendre compte des ordres de grandeur.

Face ventrale, l'armature génitale chitineuse de la femelle se situe à la base du système reproducteur et dissimule le vagin. Cette armature se compose d'une fourche chitineuse à deux lames et du spicule gastral chitineux (d'une longueur de 0,76 mm) liés au dernier segment abdominal. Le spicule forme une tige légèrement boursouflée à l'apex. Derrière le spicule se trouve la bourse copulatrice qui est un appendice membraneux cylindrique de 0,25 mm de long. Sa taille peut atteindre jusqu'à 0,50 mm de long et dans ce cas l'apex est le plus souvent déformé arborant une forme ovalaire, comme gonflée. La bourse accueille au moment de la copulation le spermatophore déposé par le mâle. Ce spermatophore constitue un sac contenant

le sperme. Ce sac occupe l'apex de la bourse copulatrice alors gonflée. Cependant, la bourse n'est pas gonflée de façon systématique. Dans de rares cas, nous avons trouvé un spermatophore dans une bourse copulatrice de forme tubulaire. La spermathèque, mesurant 0,16 mm dans sa plus grande longueur, se trouve toujours à proximité de la bourse copulatrice. Elle est chitineuse, foncée et en forme de crochet. La surface de la spermathèque présente des ondulations.

Un organe coloré est plaqué sur la bourse. Il a une forme cylindrique et est courbé dans sa partie médiane, en formant un angle avoisinant les 90 degrés. Il s'apparente à un épaissement de l'oviducte médian d'où sont acheminés les ovocytes avant la ponte. L'oviducte passe ainsi entre la bourse copulatrice et le spicule gastral. L'oviducte médian se scinde en deux, dans sa partie sommitale, ouvrant sur des oviductes latéraux qui rejoignent, chacun, le calice de chaque ovaire. Deux ovaires composent la partie sommitale du système reproducteur. Chacun est composé de deux gaines ovigères (ou ovarioles). Les ovarioles sont subcylindriques. On distingue le germarium du vitellarium. La partie supérieure correspond au germarium et ne se déforme pas dans le temps, à son extrémité se trouve un filament terminal translucide court, d'une longueur de 0,08 mm, rarement perceptible à la loupe binoculaire.

La typologie

L'élaboration de la typologie des différents stades est basée sur la dissection et l'observation de 2 555 individus femelles de *P. trifolii*. Cinq stades ont été mis en évidence et décrits de façon formelle (*Tableau II*).

Nous constatons que, d'un point de vue méthodologique, la lecture des structures pour cette espèce est délicate, notamment avec l'usage d'une loupe binoculaire, du fait de sa petite taille. C'est pour cette raison que nous préconisons une coloration des organes préalablement à leur examen.

Discussion

Les organes élémentaires du système reproducteur de la femelle de *Protaetia trifolii*

correspondent globalement à ce qui est observé chez d'autres espèces de Curculionoidea avec deux ovaires composés de deux ovarioles chacun [BISSELL, 1937; BURKE, 1959; GARTHE, 1970; STONE *et al.*, 1971; GOLDSON & EMBERSON, 1981; SCHOTZKO & O'KEEFFE, 1986; GRODOWITZ & BREWER, 1987; BARKER, 1989; KORMAN & OSETO, 1989; PEREZ-MENDOZA *et al.*, 2004; RUBIO *et al.*, 2008; EL NAGGAR *et al.*, 2010; UZAKAH, 2017; ROMAN-RUIZ *et al.*, 2017; VEGA-PETLACALCO *et al.*, 2018; ALBA-ALEJANDRE *et al.*, 2019; LOISEAU & CHAPELIN-VISCARDI, 2023], exception faite des Anthribidae et des Attelabidae qui possèdent quatre à cinq paires d'ovarioles [MORIMOTO, 1962].

Le stade 0 correspond à des femelles dont les organes sexuels achèvent leur formation

(structures encore frêles). Nous estimons qu'il s'agit d'un stade correspondant à des individus qui viennent d'émerger et/ou d'entamer leur vie d'imago. Ceci se confirme par l'observation morphologique des spécimens. En effet, les individus qui, appartenant bien à l'espèce et qui arborent des pattes de coloration jaune et les élytres de coloration brun clair, sont des adultes ténéraux qui correspondent essentiellement au stade 0 de développement. Les spécimens qui ont une coloration d'imago définitif et dont les élytres sont toujours mous correspondent également à cette catégorie. Pour en attester, il suffit d'exercer une faible pression d'épingle sur les élytres qui se percent. Enfin, les spécimens ne présentent pas ou seulement partiellement les bandes de coloration noire sur les tergites. L'ensemble de ces éléments participe au diagnostic mais ne doit pas se

Tableau II. – Description des différents stades de développement de l'appareil reproducteur femelle de *Protaetia trifolii*.

Stade	Descriptif
0	Le système reproducteur est composé du spicule gastrale et de la spermathèque qui sont le plus souvent partiellement sclérisés, encore souples. La spermathèque a une couleur claire. Les ovaires ne sont pas définis. La couleur générale du contenu abdominal est blanc crème et son volume varie.
1 <i>Figure 2</i>	On trouve à ce stade les organes élémentaires du système reproducteur. Les ovarioles sont simples, avec les germariums qui atteignent 0,25 mm de long. Il n'y a pas d'ovocytes visibles à ce stade. La couleur générale du système reproducteur est blanc crème à jaune clair. Le volume de graisse huileuse est important, de couleur transparente à jaune vif. Aussi, la graisse sous forme filamentueuse peut s'avérer importante. Les ovarioles, à un stade précoce, peuvent se confondre avec ces filaments en fonction de leur diamètre et leur coloration. Le calice peut parfois s'avérer être bien visible du fait d'une coloration brun foncé. La bourse copulatrice peut être renflée à l'apex avec la présence d'un spermatophore dès ce stade.
2	Les ovaires sont tumescents. Le germarium des ovarioles s'allonge et s'élargit. Le vitellarium s'allonge et dans sa partie sommitale se courbe et longe le germarium alors que sa partie médiane gonfle. Des ovocytes de petite taille à taille moyenne apparaissent alignés dans le vitellarium. L'accumulation des ovocytes peut générer une pression à leur surface ce qui les déforme. Les ovocytes se développant, ils deviennent plus gros et un ovocyte par ovariole commence à se distinguer des autres. Le spermatophore est souvent présent dans la bourse copulatrice. La couleur générale du système reproducteur est jaune à jaune foncé.
3 <i>Figure 3</i>	Les ovaires sont tumescents, les germariums peuvent atteindre 0,55 mm. Le système reproducteur compte au moins un ovocyte gros et ovoïde, mature. Seul un ovocyte mature peut être produit à la fois par ovariole du fait de sa taille imposante. Il peut atteindre 0,45 mm de long pour 0,28 mm de large. Ainsi, on dénombre un maximum de quatre ovocytes matures dans le système reproducteur d'une femelle. Le spermatophore est présent dans la majorité des cas. La couleur générale des organes brunie.
4	Les individus présentent une structure interne qui tranche avec le stade précédent. Ils semblent dégénérer avec une régression des organes internes. Des éléments peuvent manquer et l'abdomen peut même être évidé. Le volume du contenu abdominal est variable et il peut prendre une texture cotonneuse. Le spermatophore est majoritairement absent. La spermathèque, le spicule gastrale et la fourche sont totalement sclérisés et de couleur foncée.

Typologie du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Protaetia trifolii* (L., 1768)
(Coleoptera Brentidae Apioninae)

substituer à l'examen anatomique pour attester du stade de développement. Cette observation morphologique pour classer les individus par classe d'âge s'avère probante et a déjà été utilisée, notamment pour le Charançon du Cotonnier *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Curculionidae Curculioninae) [GRODOWITZ & BREWER, 1987] et plus récemment pour le Charançon de la Betterave *Lixus juncii* Boheman, 1835 (Curculionidae Lixinae) [LOISEAU & CHAPELIN-VISCARDI, 2023].

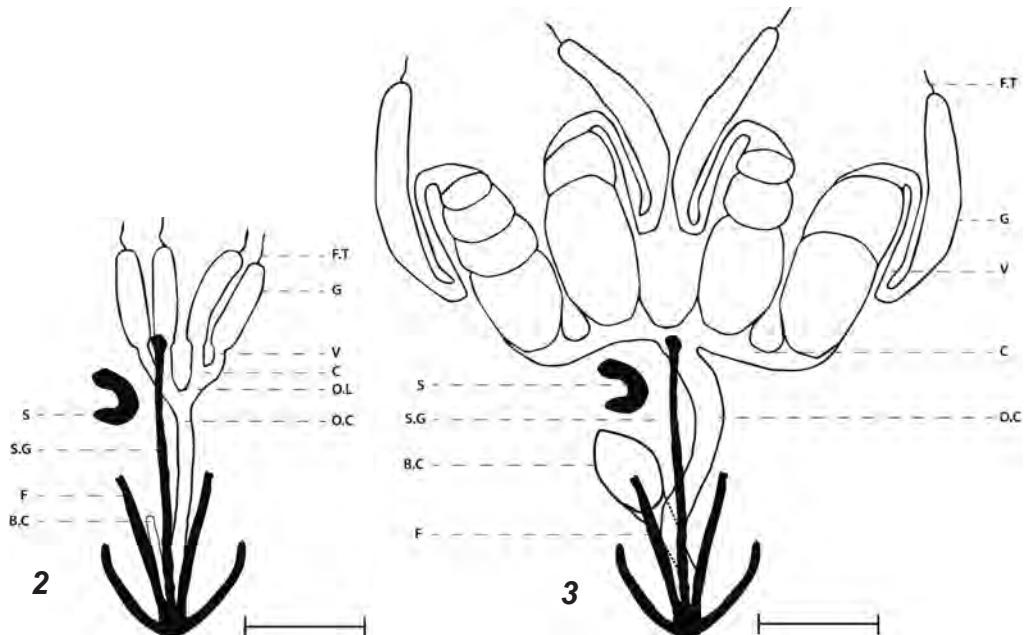
Certains individus présentent à ce stade de nombreux amas blancs dont nous n'avons pas connaissance de leur nature.

Le stade 1 correspond à un développement fini de l'ensemble des organes sexuels et précède le début de la formation des ovocytes. À savoir, certaines femelles précoces peuvent être à ce stade de développement, tout en n'ayant pas une coloration des tergites de l'adulte mature. De façon anecdotique, un spermatophore peut être observé. Pour vérifier l'absence ou la présence du spermatophore dans la bourse copulatrice, il est conseillé d'ouvrir la bourse

pour y vérifier son contenu. Le spermatophore atteint 0,25 mm de long pour 0,15 mm de large, cependant il peut être plus mince dans une bourse copulatrice non renflée.

Le stade 2 correspond à des femelles dont l'activité ovarienne a débuté. Des ovocytes sont visibles dans le vitellarium des ovarioles et sont en cours de maturation mais il n'y a pas d'ovocytes matures. Le spermatophore est présent dans la bourse copulatrice dans près d'une dissection sur deux. La proportion augmente nettement par rapport au stade 1.

Au stade 3, en comparaison du stade 1, les germariums ont doublé de volume. Les ovaires présentent au moins un ovocyte volumineux, proche de la longueur des germariums. La femelle est apte à pondre, et a potentiellement déjà pondu une quantité d'œufs. Les ovaires peuvent présenter un aspect confus, comme éclatés. Dans ce cas, on peut supposer que la femelle a déjà produit et expulsé des œufs. À ce stade, le spermatophore est présent dans la bourse copulatrice dans une large majorité de



Figures 2 et 3. – Schémas du système reproducteur de *Protaetia trifolii* femelle au stade 1 (2) et au stade 3 (3). Légende : F.T, filament terminal; G, germarium; V, vitellarium; C, calice; O.L, oviducte latéral; O.C, oviducte commun; B.C, bourse copulatrice; S, spermatothèque; S.G, spicule gastrale; F, fourche. Trait d'échelle : 0,3 mm. Conception : Samuel Loiseau et Hugo Fabre.

cas. C'est à ce stade qu'il est le plus souvent décelé.

Le stade 4 est nettement différent du stade 3. Toutefois, dans le cas où les spécimens présentent des amas blancs, il est plus difficile de le différencier des spécimens de stade 0 qui émergent au même moment que les individus en fin de vie de la génération précédente. L'examen morphologique reste un moyen sûr de pouvoir classer par âge les spécimens et éviter ainsi des erreurs d'interprétation entre ces deux stades.

Conclusion

Le système reproducteur femelle de *Protapion trifolii* fait l'objet d'une première description. À notre connaissance, elle est la seule espèce de cette sous-famille (Apioninae) à avoir été étudiée anatomiquement sous cette forme. Pour cette description, nous avons cherché à apprécier une évolution graduelle dans le temps grâce à des captures en des lieux et des dates diverses. Nous avons comparé nos observations à des travaux réalisés sur des espèces de la famille des Curculionidae (aux sous-familles des Curculioninae, Cyclominae, Entiminae et Scolytinae) mais aussi avec des espèces appartenant à d'autres familles proches.

Cet Apion est dommageable à la culture du Trèfle violet. De futurs travaux devraient permettre à terme de mieux cerner sa phénologie, dont les comportements de dispersion, de colonisation des parcelles ou encore de reproduction.

Remerciements. — Nous remercions le personnel de la Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences (FNAMS) qui a piloté le projet et collecté du matériel dans les parcelles : Laurent Boissière, Marion Bouviala, Charlène Buridant, Benjamin Coussy, Gautier Fourment et Claude Laurain. Nous remercions Julien Fleury et Samuel Prunot (LEE) pour leur contribution à l'identification et au sexage des insectes. Merci à Julien Fleury pour la réalisation de la photographie de l'espèce.

Références bibliographiques

- ALBA-ALEJANDRE I., ALBA-TERCEDOR J. & VEGA F.E., 2019. — Anatomical study of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) using micro-computed tomography. *Scientific reports*, 9 (1) : 1-16.
- ASSOCIATION ROUSSILLONNAISE D'ENTOMOLOGIE, 2023. — *Catalogue des Coléoptères de France. Édition actualisé en temps réel. Coordonné 2014-2020 par Marc Tronquet †*. Disponible sur internet : <<https://r-a-r-e.fr/wp-content/uploads/2021/05/Catalogue-permanent-des-Coléoptères-de-France.doc>> [consulté le 22/03/2023].
- BARKER G.M., 1989. — Functional anatomy of the reproductive system of *Listronotus bonariensis* (Kuschel). *The New Zealand Entomologist*, 12 (1) : 34-42.
- BISSELL T.L., 1937. — Structure of the reproductive system of the pecan weevil (Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 30 (2) : 242-251.
- BURKE H.R., 1959. — Morphology of the reproductive systems of the cotton boll weevil (Coleoptera, Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 52 (3) : 287-294.
- COMPTE J.-C., 2016. — *Apions de France*. Disponible sur internet : <<https://apions.blogspot.com/p/liste-complete.html>> [consulté le 22/03/2023].
- EHRET J.-M., 1990. — Les Apions de France : clés d'identification commentées (Coleoptera Curculionidae Apioninae). *Bulletin mensuel de la Société linéenne de Lyon*, 59 (7) : 209-292.
- EL NAGGAR S.E., MOHAMED H.F. & MAHMOUD E.A., 2010. — Studies on the morphology and histology of the ovary of red palm weevil female irradiated with gamma rays. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13 (1) : 9-16.
- GARTHE W.A., 1970. — Development of the female reproductive system and effect of males on oöcyte production in *Sitona cylindricollis* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 63 (2) : 367-370.
- GOLDSON S.L. & EMBERSON R.M., 1981. — Reproductive morphology of the Argentine stem weevil, *Hyperodes bonariensis* (Coleoptera : Curculionidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 8 (1) : 67-77. DOI : 10.1080/03014223.1981.10427942.
- GRODOWITZ M.J. & BREWER F.D., 1987. — Ovarian anatomy and physiological age-grading of the female boll weevil, *Anthonomus grandis grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 80 (5) : 642-651.

Typologie du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Protaetia trifolii* (L., 1768)
(Coleoptera Brentidae Apioninae)

- HOFFMANN A., 1958. – *Faune de France n° 62. Coléoptères Curculionides (Troisième partie)*. Paris, Fédération française des sociétés de sciences naturelles : 1611-1614.
- KORMAN A.K. & OSETO C.Y., 1989. – Structure of the female reproductive system and maturation of oocytes in *Smicronyx fulvus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, **82** (1) : 94-100.
- LOISEAU S. & CHAPELIN-VISCARDI J.-D., 2023. – Typologie du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Lixus juncii* Boheman, 1835 (Coleoptera Curculionidae Lixinae). *L'Entomologiste*, **79** (3) : 183-193.
- MNHN & OFB (Ed.), 2003-2023. – Fiche de *Protaetia trifolii* (Linnaeus, 1768). *Inventaire national du patrimoine naturel (INPN)*. Disponible sur internet : <https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/242122> (consulté le 22/03/2023).
- MORIMOTO K., 1962. – Comparative morphology and phylogeny of the superfamily Curculionoidea of Japan. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, **11** (4) : 331-373.
- PEREZ-MENDOZA J., THRONE J.E. & BAKER J.E., 2004. – Ovarian physiology and age-grading in the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, **40** (2) : 179-196.
- ROMÁN-RUIZ A.K., MICHEL B., DUFOUR B.P., ROJAS J.C., CRUZ-LÓPEZ L. & BARRERA J.F., 2017. – Description of the sperm and spermatheca of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) for the differentiation of mated and unmated females. *Annals of the Entomological Society of America*, **110** (4) : 353-359.
- RUBIO G.J.D., BUSTILLO P.A.E., VALLEJO E.L.F., ACUÑA Z.J.R. & BENAVIDES M.P., 2008. – Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Neotropical entomology*, **37** (2) : 143-151.
- SERPEILLE A. & BONNEAU L., 1982. – *Trèfle-violet porte graine, inventaire et incidence sur le rendement grainier. Résultats d'une enquête technique réalisée en culture 1979-1981*. FNAMS Angers, INRA Lusignan, ITCF Boigneville, GNIS Paris, 33 p.
- SCHOTZKO D.J. & O'KEEFFE L.E., 1986. – Reproductive system maturation and changes in flight muscles of female pea leaf weevils (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, **79** (1) : 109-111.
- STONE M.J., HERMANN H.R. & BRADY U.E., 1971. – A comparative study of the reproductive system of three species of *Graphognathus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, **64** (3) : 708-718.
- UZAKAH R.P., 2017. – Ovarian development in *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, **10** (1) : 54-58.
- VEGA-PETLACALCO M., ARZUFFI R., VALDEZ J., RODRIGUEZ-MONROY M., JIMÉNEZ-PÉREZ A. & ROBLEDO N., 2018. – Food quality influences ovarian development in *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Dryophthoridae). *The Florida Entomologist*, **101** (3) : 447-452. DOI : [10.1653/024.101.0301](https://doi.org/10.1653/024.101.0301)

Manuscrit reçu le 27 mai 2023,
accepté le 30 juillet 2023.

