

Typologie du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Lixus juncii* Boheman, 1835 (Coleoptera Curculionidae Lixinae)

Samuel LOISEAU & Jean-David CHAPELIN-VISCARDI

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

loiseau@laboratoirecoentomologie.com

chapelinviscardi@laboratoirecoentomologie.com

Résumé. – Les auteurs présentent une description du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Lixus juncii* Boheman, 1835 au cours de sa vie. Cinq stades sont décrits chez l'adulte, de l'émergence 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 *Lixus juncii* Boheman, 1835 (Coleoptera Curculionidae Lixinae). The development of the female reproductive system of *Lixus juncii* Boheman, 1835 over time is described. Five stages are described in adults, emergence state to end of life. The different structures of the reproductive system and their gradual transformation are detailed.

Keywords. – HBeet, Pest, Age-grading, Anatomy, Ovogenesis.

Introduction

Le genre *Lixus* comprend 36 espèces en France métropolitaine [COMPTE, 2015; ASSOCIATION ROUSSILLONNAISE D'ENTOMOLOGIE, 2023]. *Lixus juncii* Boheman, 1835 (Figure 1) est une espèce indigène qui vit aux dépens des Amaranthacées (ex Chénopodiacées) parmi lesquelles plusieurs plantes cultivées sont relevées : la Betterave (sucrière, potagère et porte-graines) et la Blette *Beta vulgaris* L., 1753 ou encore l'Épinard *Spinacia oleracea* L., 1753 [HOFFMANN & NEPVEU, 1950; HOFFMANN, 1954; ZAMBELLI, 1961; RIVNAY, 1962; OCETE *et al.*, 1994; GUTIÉRREZ SOSA, 2006; ROQUES, 2015]. L'insecte est présent en Corse, en France continentale dans les zones méditerranéenne, atlantique, et depuis peu, continentale [COMPTE, 2015; ASSOCIATION ROUSSILLONNAISE D'ENTOMOLOGIE, 2023; MNHN & OFB, 2003-2023]. Depuis quelques années, *L. juncii* connaît une expansion géographique vers le Nord de la France. Les densités augmentent localement au fur et à mesure de sa progression et particulièrement dans les plaines où se cultive la Betterave sucrière [DUQUENNE, 2019; LECOURTIER, 2019]. Cette espèce occupe la Limagne (Allier et Puy-de-Dôme) au moins depuis les années 2010 et est détectée en région parisienne depuis



Figure 1. – Macrophotographie d'une femelle de *Lixus juncii* (taille : 10 mm). Cliché Jean-David Chapelin-Viscardi.

2018. Récemment, elle a été découverte dans l'Oise [BOCQUILLON, 2021].

Paradoxalement, il existe assez peu d'études dédiées à cette espèce et à son développement aux dépens de la Betterave. Son arrivée dans la plaine de la Limagne a été le déclencheur d'une série d'expérimentations sur le sujet [COUSSY *et al.*, 2021a et 2021b] puisque les dégâts causés par les galeries larvaires de ce Charançon impactent la qualité des Betteraves et les rendent plus sensibles aux champignons.

Il est apparu nécessaire de bien comprendre le fonctionnement et le comportement de cet insecte dans le but de limiter son impact dans les cultures et de mieux appréhender sa dynamique au cours de l'année. Un des points importants de la biologie est la reproduction. Définir les périodes d'accouplement et de pontes est essentiel et, de fait, accessible par l'étude des organes internes de la femelle. Ici, l'étude s'attache à décrire, via une typologie précise, de développement de l'appareil reproducteur femelle de *L. juncii*.

Matériels 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 étalées possibles (Tableau I).

Des individus ont été collectés dans des parcelles de Betterave entre le semis et la récolte de la culture. Ces relevés proviennent de collectes ponctuelles ou itinérantes dans divers départements et lors d'expérimentations par des organismes partenaires (voir Remerciements).

D'autres individus, trouvés dans un silo contenant du Sarrasin, *Fagopyrum esculentum* Moench, 1794, en octobre 2020 dans le département de l'Aube, ont été placés en condition d'élevage au laboratoire, puis analysés. Il s'agissait de spécimens de la nouvelle génération de *L. juncii*. L'étude de femelles ayant récemment émergé est alors précieuse

Tableau I. – Récapitulatif des femelles de *Lixus juncii* étudiées par dissection.
BS : betterave sucrière. BP : betterave potagère. BPG : betterave porte-graine.

Département	Effectifs	Dates	Betterave	Commentaires
Ardèche	74	19-V au 17-VI-2021	BPG	
	20	11-V-2022	BS	
Aube	97	10-IX au 8-X-2020	BS	Collecte dans d'autres cultures dont Sarrasin
	236	16-X-2020 au 2-III-2021	BS	Spécimens placés en élevage
Drôme	2	9-V-2022	BP	
Gers	42	4-V au 9-V-2022	BPG	
Loir-et-Cher	1	13-V-2022	BS	
Loiret	69	3-VI au 3-X-2019	BP	
	91	3-VI au 18-XI-2021	BS	
	41	9-V au 10-V-2022	BS	Dont des spécimens issus de cordon de déterrage
Lot-et-Garonne	149	30-IV au 7-IX-2021	BPG	
	40	3-V au 10-V-2022	BPG	
Maine-et-Loire	24	15-V au 6-VIII-2019	BPG	
	64	4-V au 13-V-2022	BP et BPG	
Puy-de-Dôme (+ Allier)	254	1-V au 23-VII-2018	BS	
	178	21-V au 20-X-2019	BS	
	31	25-V au 24-IX-2020	BS	
Seine-et-Marne	6	10-V au 13-V-2022	BS	
Yonne	46	2-V au 11-V-2022	-	Parcelle de Betterave et parcelle de Colza associée à de la Blette

pour référencer l'état initial de l'appareil reproducteur. Tous les spécimens de cette étude ont été conditionnés dans de l'alcool à 70°.

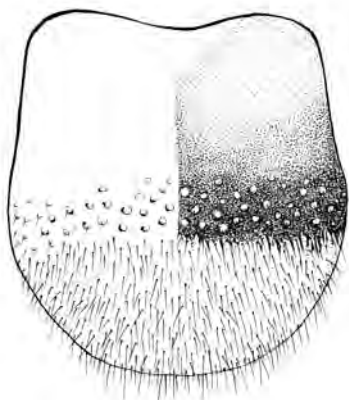
Analyse au laboratoire

Le matériel collecté a été identifié au plus haut rang taxonomique [HOFFMANN, 1954; COMPTE, 2015]. Par la suite, les spécimens ont été sexés et les femelles isolées. Afin de séparer les mâles et les femelles, il convient d'étudier la configuration du dernier segment dorsal visible de l'abdomen (Figures 2 et 3). Chez les deux sexes, la pilosité est présente sur toute la partie visible de cette pièce. Cette partie du pygidium est courte avec l'extrémité hémisphérique chez le mâle. La partie visible du propygidium de la femelle est longue et de forme parabolique.

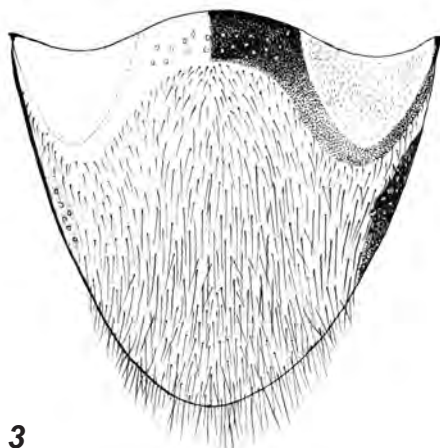
Les femelles de *L. juncii* ont fait l'objet d'une étude anatomique du contenu de leur abdomen par dissection. Pour ce faire, les élytres sont retirés et l'abdomen est séparé du thorax. Une fois dissocié du reste du corps, une incision est pratiquée au niveau de l'abdomen, dans le sens de la longueur, entre les tergites et les pleurites. Puis, les tergites sont retirés de façon à extraire l'intérieur de l'abdomen de l'exosquelette. 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 (20 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 alimentaire pendant cinq secondes. Le bleu patenté V (en solution aqueuse à 1 %) convient à cette pratique. Une fois coloré, le sujet doit être posé trente secondes sur un papier 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 [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; RUBIO *et al.*, 2008; UZAKAH, 2017; ROMÁN-RUIZ *et al.*, 2017; ALBA-ALEJANDRE *et al.*, 2019] 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].



2



3

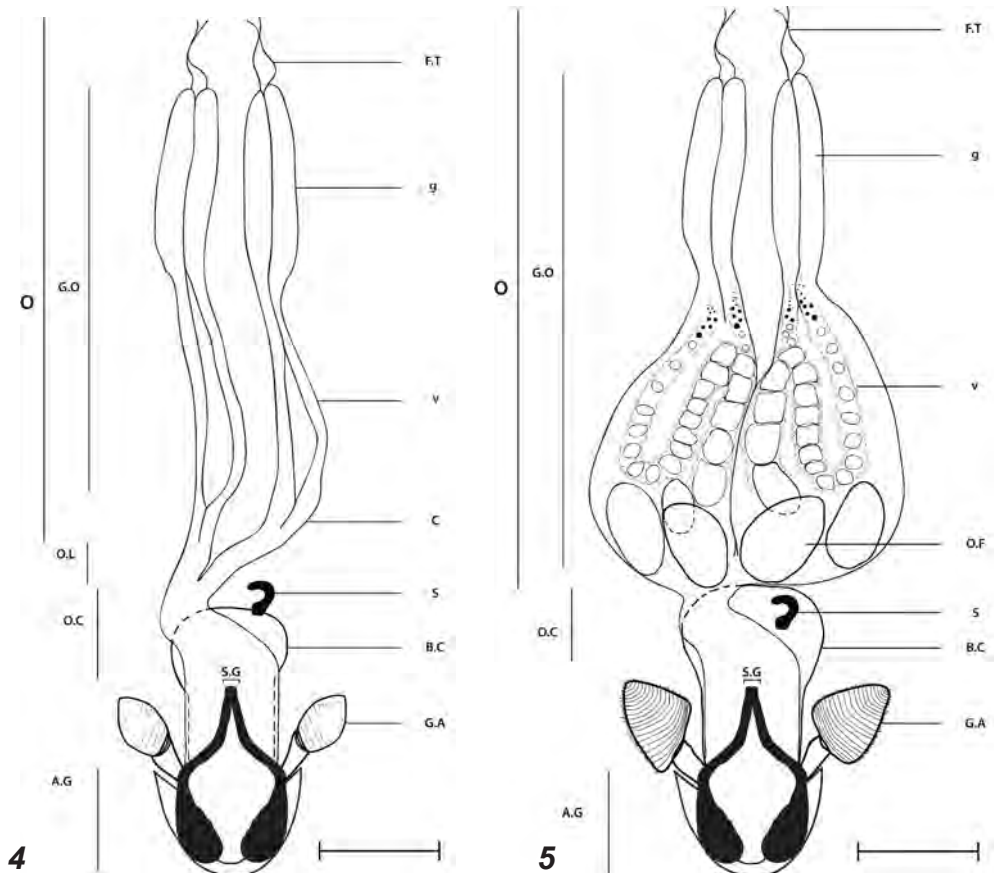
Figures 2 et 3. – Pygidium du mâle (2) et propygidium de la femelle (3). Les parties visibles sont en bas (présence de soies) et les parties non visibles sont en haut (absence de soies). Dessins Mathieu Rapp.

Résultats

Organes élémentaires du système reproducteur

Face ventrale, l'armature génitale chitineuse de la femelle se situe à la base du système reproducteur et dissimule le vagin (*Figure 4*). Le spicule gastral (L : 1,53 mm), chitineux, est fixé sur l'armature. Il forme une fourche dont les deux brins se rejoignent en son sommet. Derrière le spicule se trouve un appendice cylindrique membraneux épais qui est la bourse copulatrice. La bourse accueille au moment de la copulation le spermatophore déposé par le mâle. Ce spermatophore (L : 1,50 mm ; l : 1,15 mm) constitue un sac contenant le sperme. Deux appendices similaires se trouvent de

chaque côté de la bourse, ce sont des glandes accessoires, reliées au vagin. La spermathèque (L : 0,30 mm) se trouve toujours à proximité de la bourse copulatrice. Elle est chitineuse, foncée et en forme de crochet. Entre la bourse et le spicule se trouve un canal qui correspond à l'oviducte commun (L : 0,50 mm). Cet oviducte et la bourse copulatrice sont reliés au vagin. L'oviducte commun se scinde en deux, dans sa partie sommitale, ouvrant sur des oviductes latéraux qui rejoignent le calice de chaque ovaire. Deux ovaires composent la partie haute du système reproducteur. Chacun est composé de deux gaines ovigères (ou ovarioles), elles-mêmes composées d'un vitellarium, d'un germarium et d'un filament terminal (L :



Figures 4 et 5. – Schémas du système reproducteur de *Lixus juncii* femelle au stade 1 (4) et stade 3 (5).

Légende : O, ovaire ; F.T, filament terminal ; G.O, gaine ovigère ; g, germarium ; v, vitellarium ; C, calice ; O.F, ovocytes formés ; O.L, oviductes latéraux ; O.C, oviducte commun ; B.C, bourse copulatrice ; S, spermathèque ; S.G, spicule gastral ; G.A, glandes accessoires ; A.G, armature génitale.

Trait d'échelle : 1 mm. Conception Samuel Loiseau.

0,65 mm). Ces ovarioles sont très longs et les germariums des quatre ovarioles occupent la partie centrale du thorax, entourées des muscles épais et denses qui articulent les pattes.

Le système reproducteur atteint une longueur de 7 mm à son maximum de développement. Pour la *Figure 5*, la couche externe des vitellariums tumescents délimite schématiquement la forme de la structure. Dans la réalité, aucun tissu englobant ces structures n'est visible. De plus, un ovaire est également composé d'une quantité de graisses non figurée ici pour faciliter la compréhension.

Typologie

L'élaboration de la typologie des différents stades est basée sur la dissection et l'observation de 1 465 individus femelles de *L. juncii*. Cinq stades ont été mis en évidence et sont décrits dans le *Tableau II*.



Figure 6. – Photographie du système reproducteur d'une femelle de *Lixus juncii* au stade 0 (après coloration).

Légende : F.T, filament terminal ; g, germarium ; v, vitellarium (granuleux) ; C, calice ; O.L, oviducte latéral ; S, spermathèque ; G.A, glande accessoire ; A.G, armature génitale. Cliché Samuel Loiseau.

Discussion

Les organes élémentaires du système reproducteur de la femelle de *Lixus juncii* correspondent à ce qui est observé chez d'autres espèces de Curculionoidea et précisément aux Curculionidae, avec deux ovaires composés de deux ovarioles chacun [BISSELL, 1937; BURKE, 1959; GARTHE, 1970; STONE *et al.*, 1971; GOLDSON & EMBERSON, 1981; GRODOWITZ & BREWER, 1987; BARKER, 1989; PEREZ-MENDOZA *et al.*, 2004; RUBIO *et al.*, 2008; EL NAGGAR *et al.*, 2010; UZAKAH, 2017; ROMÁN-RUIZ *et al.* 2017; VEGA-PETLACALCO *et al.*, 2018; ALBA-ALEJANDRE *et al.*, 2019]. Les Anthribidae et des Attelabidae font exception et possèdent quatre à cinq paires d'ovarioles [MORIMOTO, 1962]. Tous les individus que nous avons disséqués (à l'exception de cas non complètement formés au stade 0 et évidés au stade 4) ont toujours présenté quatre ovarioles.

Nous proposons de commenter les différents stades de développement décrits (*Tableau II*).

Le stade 0 correspond à des femelles dont les organes sexuels achèvent (structures encore frêles) leur formation. 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. La représentation schématique de ce stade est impertinente car les cas de figures sont variés. Concernant la formation des organes, notamment les ovarioles, nous avons observé un asynchronisme chez certains spécimens tout en s'assurant qu'il ne s'agissait pas d'un incident lié à la dissection. Cette variation observée indique le développement graduel du système reproducteur dans le temps, décrite entre autres pour le Sitone du Pois, *Sitona lineatus* (L., 1758) (Curculionidae Entiminae) [SCHOTZKO & O'KEEFE, 1986]. La *Figure 6* illustre la formation complète du seul ovaire formé (à droite) avec ses deux ovarioles, et la formation en cours du vitellarium pour le second ovaire (à gauche). L'usage d'un colorant (e.g. bleu) permet de distinguer plus aisément les organes. À la base de ce cliché se trouve l'armature génitale foncée. À droite, l'ovaire est composé de ses deux ovarioles (germarium charnu et vitellarium granuleux). À gauche, l'ovaire ne présente qu'une partie du vitellarium. Ce stade

de développement indique que l'individu est émergent et précède le stade 1.

L'examen des élytres déployés est un élément supplémentaire de détermination de l'âge des imagos de *Lixus juncii*. Les adultes récemment émergés ont la surface externe de leurs élytres de couleur rouge foncée et la surface interne arbore une coloration proche de l'ocre. Aussi, ces individus ont l'abdomen légèrement mou. L'approche cuticulaire du tégument pour classer des individus par âge s'avère probante et a déjà

été utilisée, notamment chez le Charançon du Cotonnier *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Curculionidae Curculioninae) [GRODOWITZ & BREWER, 1987].

Le stade 1 de la typologie correspond à un développement fini de l'ensemble des organes sexuels et précède le début de la maturation des ovocytes. À ce stade, les femelles n'ont pas débuté l'ovogénèse. La copulation ne semble pas effective, avec pour preuve l'absence systématique de spermatophore.

Tableau II. – Description des différents stades de développement de l'appareil reproducteur femelle de <i>Lixus juncii</i> .	
Stade	Descriptif
0 <i>Figure 6</i>	On trouve à ce stade les organes élémentaires du système reproducteur. Cependant, le système reste incomplet. Les ovarioles sont très élançés. Ils sont bien formés dans leur partie germinale bien qu'ils soient très fins et le vitellarium est frêle, à l'aspect granuleux avec des points blancs. Dans certains cas, les ovarioles des deux ovaires ne sont pas au même stade de développement. Les glandes accessoires sont fibreuses, d'une taille réduite, jamais jaunes, plutôt sphériques. La bourse copulatrice a une taille réduite. Aucun spermatophore n'est trouvé dans la bourse. Beaucoup de graisse huileuse transparente. La couleur générale des organes est blanc crème à jaune.
1 <i>Figure 4</i>	Les ovarioles sont simples et plus épais qu'au stade précédent. La couleur du germarium (L : 1,50 mm) fonce dans sa partie basse. Le vitellarium (L : 2 mm) n'est pas coudé et il n'y a pas d'ovocyte visible. Aucun spermatophore n'est observable. Les glandes accessoires sont moins fibreuses, plus volumineuses (L : 0,50 mm ; l : 0,35 mm), moins sphériques en s'allongeant et il se dessine des segments parallèles longitudinaux de même largeur. Elles ne sont pas développées à leur maximum. La couleur générale des organes est jaune.
2	Les germariums sont plus imposants qu'au stade précédent. Une différence de coloration des germariums est notable entre la partie sommitale plus claire et la partie basale plus foncée. Des ovocytes de petite taille à taille moyenne se forment et sont alignés verticalement dans les vitellarium. Au moment le plus avancé de ce stade, des spécimens présentent un maximum de quatre ovocytes beaucoup plus volumineux que les autres. Ainsi, des chaînes d'ovocytes à des degrés de maturité divers sont observées. Aucun ovocyte n'est engagé dans les oviductes latéraux. La bourse copulatrice est renflée (L : 2,10 mm ; l : 0,93 mm) et le dépôt de spermatophore est observable. Des morceaux ou lambeaux de graisse (filaments également) sont apparents. La couleur générale des organes est jaune.
3 <i>Figure 5</i>	Les ovaires sont tumescents. Le vitellarium est coudé. Les ovocytes sont gros et nombreux, subsphériques voire carrés ou rectangulaires aux angles arrondis. Les ovocytes se déforment lorsqu'ils sont agglutinés et comprimés dans le vitellarium. On dénombre à ce stade au moins un œuf formé (L : 1,05 mm ; l : 0,65 mm). Lorsqu'ils sont nombreux, les ovocytes se concentrent en formant une grappe dans la partie basse de l'ovaire (calice). Certains peuvent être engagés dans les oviductes. Les glandes accessoires sont formées (L : 0,90 mm ; l : 0,50 mm), de couleur jaune. Elles ont une forme triangulaire, aplaties, avec des segments parallèles longitudinaux bien dessinés. A leur surface, elles présentent une pilosité dense, qui se distingue facilement. On retrouve, des morceaux et/ou lambeaux de graisse (filaments). La couleur générale des organes est jaune à jaune foncé.
4	Individu dégénérant avec une régression des organes internes. Des structures peuvent manquer et l'abdomen peut même être évidé. La quantité de graisse est variable. La bourse copulatrice et les glandes accessoires sont réduites. Les ovaires, aussi volumineux qu'au stade précédent, ne présentent pas d'ovocyte et la structure est entièrement cotonneuse. Le spermatophore est majoritairement absent. Dans le cas d'une présence dans la bourse, il est réduit.

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 sans pour autant présenter des ovocytes matures. Le spermatophore est un élément important. Il semble que les individus qui atteignent ce stade de développement ont couramment un spermatophore mais pas tous. Le diagnostic de l'absence/présence du spermatophore dans la bourse copulatrice est possible sans incision de la bourse pour y vérifier son contenu. Toutefois, une ambiguïté subsiste lorsque des femelles âgées présentent un vieux spermatophore qui a dégénéré en partie (cas de femelles de stade 4). Ce fait a également été rapporté par GOLDSON & EMBERSON [1981] concernant un ravageur de Poacées *Listronotus bonariensis* (Kuschel, 1955) (Curculionidae Cyclominae).

Nous ne savons pas si les femelles conservent tout au long de leur vie le spermatophore dans leur bourse copulatrice. Ceci est une limite de notre approche, car une femelle qui aurait copulé puis évacué le spermatophore ne serait donc pas considérée comme accouplée. Une approche précise a été étayée dans des travaux axés sur la coloration de la spermathèque et son complexe contenant du sperme chez le ravageur du café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Curculionidae Scolytinae) [ROMÁN-RUIZ *et al.*, 2017]. Cette approche pourrait permettre, via la microscopie, de prouver la présence de spermatozoïdes chez des espèces dont les femelles sont suspectées de pouvoir évacuer le spermatophore de leur bourse copulatrice.

Par ailleurs, nous nous demandons si l'accouplement est nécessaire au déclenchement de l'ovogénèse chez *Lixus juncii*, car dans les faits nous n'obtenons pas de femelle avec spermatophore au stade 1. Nombreux sont les individus qui présentent un spermatophore lorsque les ovocytes sont en cours de maturation et avant d'obtenir des ovocytes matures. Dans la littérature, différents cas de figure existent. Concernant des modèles, bien qu'éloignés taxonomiquement comme chez des espèces de Phasmes, il a été démontré que l'ovogénèse ne commence qu'après l'accouplement [QAZI *et al.*, 2003]. Chez *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera Drosophilidae), l'ovogénèse peut

se produire sans accouplement, toutefois à un faible rendement comparé à des femelles ayant copulé [QAZI *et al.*, 2003]. L'étude de la Bruche de la lentille *Bruchus signaticornis* Gyllenhal, 1833 (Coleoptera Chrysomelidae Bruchinae) a permis de montrer que l'accouplement n'est pas nécessairement un préalable à l'ovogénèse [LOISEAU & CHAPELIN-VISCARDI, 2020; CHAPELIN-VISCARDI *et al.*, 2021]. Enfin, il est connu que sans copulation ni alimentation, l'ovogénèse peut avoir lieu pour *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera Chrysomelidae Bruchinae) avec la seule présence de la plante-hôte [POUZAT, 1978].

Le stade 3 est caractérisé par un volume important des ovaires. De nombreux ovocytes sont observés dont obligatoirement des ovocytes matures qui sont très volumineux à la base de l'ovaire. Ainsi, nous estimons que les femelles sont matures et aptes à pondre.

Diverses données chiffrées concernant la ponte de *L. juncii* existent. Deux, trois à quatre œufs seraient pondus quotidiennement par une femelle au Maroc et en Italie [BRÉMOND, 1938; GHIDINI, 1945 in BALACHOWSKY, 1963; MENOZZI, 1947 in RIVNAY, 1962]. Il a été observé une productivité plus importante en Israël avec de 7 à 10 œufs pondus par jour et des valeurs maximales de 15 œufs [RIVNAY, 1962].

Au total, il serait question de 30 à 40 œufs [GHIDINI, 1945 in BALACHOWSKY, 1963; MENOZZI, 1947 in RIVNAY, 1962]. En Israël, 30 à 45 % (d'un nombre inconnu de femelles) ont pondu 50 à 200 œufs et quelques femelles prolifiques ont pondu plus de 200 œufs [RIVNAY, 1962].

Dans notre étude anatomique, sur 58 femelles présentant au moins un ovocyte mature, nous avons trouvé un maximum de 17 ovocytes entièrement formés dans les ovaires d'une même femelle. Cette valeur est extrême, puisque la moyenne était de 4,89 ovocytes par femelle avec une valeur médiane de 4.

Par ailleurs, un asynchronisme peut être constaté lors de la production d'ovocytes matures, où un ovaire peut en présenter mais pas l'autre ou un déséquilibre du nombre dans

l'un par rapport à l'autre. Ceci rejoint des observations faites chez *Hypothenemus hampei*, où les ovocytes matures ne se forment pas en même temps [RUBIO *et al.*, 2008].

Le stade 4 est interprété comme étant un système reproducteur sénile, ne pouvant plus produire d'ovocyte. Le contenu abdominal présente une forme variable et est le plus souvent réduit, comme évidé, dégénéré. Nous estimons, dans ce cas, que les individus sont en fin de vie.

Parmi nos observations, il est important d'évoquer la présence dans le système reproducteur de deux appendices que nous apparentons à des glandes accessoires. Ces glandes varient morphologiquement au cours de la vie de la femelle. Elles pourraient être un élément important d'identification du stade de développement de la maturité. Chez *Hypothenemus hampei*, une seule glande accessoire a été décrite que ce soit par dissection [RUBIO *et al.*, 2008; ROMÁN-RIUZ *et al.*, 2017] ou par microtomographie (modélisation 3D) [ALBA-ALEJANDRE *et al.*, 2019].

Parmi les autres espèces de Curculionidae avec lesquelles nous avons comparé nos résultats, aucune ne semble présenter ces glandes accessoires (à ne pas confondre avec la glande spermathéciale). Plus largement, chez d'autres espèces de Curculionidae, les glandes accessoires ne sont pas décrites non plus. C'est le cas du Charançon rouge des palmiers *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1791) [EL NAGGAR *et al.*, 2010] et du Charançon de l'agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal, 1838 [VEGA-PETLALCO *et al.*, 2018] qui appartiennent à la famille des Dryophthoridae.

Chez des insectes de l'ordre des Blattodea, des éléments de réponse sont apportés sur la fonction de glandes accessoires nommées « collatérales » qui permettent la production d'oothèques [PRYOR, 1940; MERCER & BRUNET, 1959]. Chez *Periplaneta americana* (L., 1758) (Blattodea Blattidae), les sécrétions de ses deux glandes collatérales ont pour fonction de protéger les œufs. La glande gauche (un peu plus grosse que celle de droite), sécrète une protéine structurale qui est le composant principal de la

structure externe dure de l'oothèque produite [BODENSTEIN & SHAYYA, 1968]. Autrement, les sécrétions de glandes collatérales peuvent servir à coller les œufs les uns aux autres, à un substrat, ou peuvent les protéger contre des infections [COURRENT *et al.*, 2008]. Dans le cas de *Lixus juncii*, nous ne savons pas quel rôle jouent ces glandes. Il peut être écarté l'hypothèse de la production d'un matériau pouvant servir à colmater le trou percé dans le tissu de la plante-hôte après la ponte. En effet, jusqu'à présent les observations rapportent que ce colmatage est réalisé par un liquide provenant de l'orifice buccal [BRÉMOND, 1938; BALACHOWSKY, 1963 : 966-968].

Nous n'évoquons ni le canal spermathécial ni la glande spermathéciale, qui toutefois doivent être identifiables via une approche microscopique. Ces organes sont connus des Curculionidae [MORIMOTO, 1962] et sont explicités pour de nombreuses espèces [BISSELL, 1937; BURKE, 1959; GARTHE, 1970; STONE *et al.*, 1971; GOLDSON & EMBERSON, 1981; KORMAN & OSETO, 1989; ROMÁN-RIUZ *et al.*, 2017; ALBA-ALEJANDRE *et al.*, 2019]. Aussi, le muscle adducteur entre les extrémités distale et proximale de la spermathèque, qui devrait permettre la libération des spermatozoïdes dans le vagin [KORMAN & OSETO, 1989; ROMÁN-RIUZ *et al.*, 2017] n'est pas décrit dans nos travaux bien qu'il soit perceptible à la loupe binoculaire.

Le système reproducteur femelle du Charançon du Mélilot *Sitona cylindricollis* Fähræus, 1840 est décrit comme sous-développé et improductif avant l'hivernation [GARTHE, 1970]. Seules les femelles ayant hiverné montrent un système reproducteur pleinement développé et productif. L'analyse phénologique de résultats de dissection à l'échelle d'une population de *Lixus juncii* pourrait présenter des résultats semblables.

Conclusion

Le système reproducteur femelle de *Lixus juncii* a été étudié et a fait l'objet d'une première description. À notre connaissance, c'est la seule espèce de cette sous-famille (Lixinae) à avoir été étudiée anatomiquement sous cette forme.

Pour cette description, nous avons cherché à apprécier un développement graduel 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 même famille (sous-familles des Curculioninae, Cyclominae, Entiminae et Scolytinae) mais aussi avec des espèces de la famille des Dryophthoridae.

Par ailleurs, le dernier segment dorsal visible de l'abdomen des deux sexes est illustré. Ces pièces présentent les critères morphologiques externes les plus fiables pour sexer les individus sans avoir recours à une dissection.

Ce Charançon est dommageable à la culture de la Betterave. 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 l'ensemble des organismes qui appuient nos études sur la biologie et l'écologie de *Lixus juncii* et participent à la collecte de spécimens sur un vaste territoire : la Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences (FNAMS), l'Institut technique de la betterave (ITB), Cristal-Union, Tereos, la Chambre d'agriculture du Loiret et la Chambre d'agriculture de l'Aube. Remerciements particuliers à Benjamin Coussy et Alexandre Pirot qui ont beaucoup œuvré à la réalisation d'études et de collectes. Merci à Mathieu Rapp pour la réalisation des dessins des pygidiums et à Daniel Rougon pour la relecture du tapuscrit.

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 10/03/2023).
- BALACHOWSKY A. (Ed.), 1963. – *Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I, Coléoptères. Second volume, Phytophagoidea (suite et fin) : Chrysomelidae, Curculionidae, Attelabidae, Scolytidae et Platypodidae*. Paris, Masson et Cie, p. 565-1384.
- 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.
- BOCQUILLON J.-C., 2021. – Une arrivée inquiétante dans l'Oise : *Lixus juncii* Boheman (Coleoptera, Curculionidae). *L'Entomologiste picard*, 34 : 36.
- BODENSTEIN D. & SHAYYA E., 1968. – The function of the accessory sex glands in *Periplaneta americana* (L.), I. A quantitative bioassay for the juvenile hormone. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 59 (4) : 1223.
- BRÉMOND P., 1938. – Recherches sur la biologie de *Lixus junci* Boeh. charançon nuisible à la betterave au Maroc. *Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole*, xxv (1) : 59-73.
- 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.
- CHAPELIN-VISCARDI J.-D., LOISEAU S., BELLIFA M., Riquet G., Ruck L., CORDAILLAT L. & ROCHER F., 2021. – La Bruche de la Lentille *Bruchus signaticornis* en France (Coleoptera Chrysomelidae Bruchinae). *L'Entomologiste*, 77 : Supplément, 64 p.
- COMPTE J.-C., 2015. – *Lixus de France*. Disponible sur internet : <<https://lixusdefrance.blogspot.com/>> (consulté le 10/03/2023).
- COURRENT A., QUENNEDEY A., NALEPA C.A., ROBERT A., LENZ M. & BORDEREAU C., 2008. – The fine structure of colleterial glands in two cockroaches and three Termitidae, including a detailed study of *Cryptocercus punctulatus* (Blattaria, Cryptocercidae) and *Mastotermes darwiniensis* (Isoptera, Mastotermitidae). *Arthropod structure and development*, 37 (1) : 55-66.
- COUSSY B., CHAPELIN-VISCARDI J.-D., MALATESTA G., MOUTON S., HUET W. & ROQUES F., 2021a. – Le *Lixus* de la Betterave : nouvelles connaissances sur un insecte ravageur qui impacte désormais toutes les filières de production françaises. *Actes de*

- la 12^e conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture Montpellier, les 26, 27 et 28 octobre 2021). Alfortville, Végéphyll, 1-10.
- COUSSY B., CHAPELIN-VISCARDI J.-D., MALATESTA G., MAUPAS F., MOUTON S., MORIAT H. & ROQUES F., 2021b. – Le *Lixus* de la Betterave sous investigation. *Phytoma*, 748 : 27-32.
- COUSSY B. & ROQUES F., 2021. – *Semences de betteraves*, NTB 17, NTP 138, Avril 2021. *Le lixus : un des ravageurs majeurs de la betterave potagère porte-graine. Note technique*. Paris, Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences, 2 p.
- DUQUEENNE F.-X., 2019. – Qui est *Lixus juncii* ? *Le Betteravier français*, 1097 : 21.
- 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.
- GUTIÉRREZ SOSA M., 2006. – *Efecto de las plagas y enfermedades sobre el rendimiento y la calidad industrial de la remolacha azucarera de siembra otoñal: Bases para el establecimiento de una Protección Integrada*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla, Escuela universitaria de ingenieros técnicos agrícolas, 355 p.
- HOFFMANN A., 1954. – *Faune de France n°59. Coléoptères Curculionides (Deuxième partie)*. Paris, Fédération française des sociétés de sciences naturelles, 485-1207.
- HOFFMANN A. & NEPVEU P., 1950. – Observations sur les insectes nuisibles aux cultures grainières dans le Vaucluse et dans la Drôme. *Revue de zoologie agricole et appliquée*, 1950 : 48-53.
- KORMAN A.K. & OSETO C.Y., 1989. – Structure of the female reproductive system and maturation of oöcytes in *Smicronyx fulvus* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 82 (1) : 94-100.
- LECOURTIER M., 2019. – Charançon "Lixus juncii" en betteraves, la petite bête qui monte... qui monte. *Cultivar*. Disponible sur internet : <<https://www.cultivar.fr/technique/charancon-lixus-juncii-en-betteraves-la-petite-bete-qui-monte-qui-monte>> (consulté le 10/03/2023).
- LOISEAU S. & CHAPELIN-VISCARDI J.-D., 2020. – Évolution saisonnière de l'appareil reproducteur femelle de *Bruchus signaticornis* Gyllenhal, 1833 (Coleoptera Chrysomelidae Bruchinae). *L'Entomologiste*, 76 (2) : 101-108.
- MERCER E.H. & BRUNET P.C.J., 1959. – The electron microscopy of the left colleterial gland of the cockroach. *The Journal of Cell Biology*, 5 (2) : 257-262.
- MNHN & OFB (Ed.), 2003-2023. – Fiche de *Lixus juncii* Boheman, 1835. *Inventaire national du patrimoine naturel (INPN)*. Disponible sur internet : <https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/242206> (consulté le 10/03/2023).
- 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.
- OCETE R., OCETE M.E., PÉREZ IZQUIERDO M.E. & RUBIO I.M., 1994. – Aproximacion a la fenologia de *Lixus junci* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la Rioja Alta: estimacion de las perdidas que causa. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 20 : 611-616.
- 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.
- POUZAT J., 1978. – Host plant chemosensory influence on oogenesis in the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera : Bruchidae). *Entomologia experimentalis et applicata*, 24 (3) : 401-408.
- PRYOR M.G.M., 1940. – On the hardening of the ootheca of *Blatta orientalis*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 128 (852) : 378-393.
- QAZI M.C.B., HEIFETZ Y. & WOLFNER M.F., 2003. – The developments between gametogenesis and fertilization: ovulation and female sperm storage in *Drosophila melanogaster*. *Developmental biology*, 256 (2) : 195-211.

Typologie du développement de l'appareil reproducteur femelle de *Lixus juncii* Boheman, 1835
(Coleoptera Curculionidae Lixinae)

- RIVNAY E., 1962. – *Field crop pests in the Near East. Volume X of Monographiae Biologicae*. Den Haag, Springer-Science+Business Media B.V., 450 p.
- 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.
- ROQUES F., 2015. – Le lixus : un des ravageurs majeurs de la betterave potagère porte-graine. *Semences potagères. Fiche technique Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences*, 121 : 2 p.
- 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.
- 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.
- ZAMBELLI N., 1961. – Contributo alla conoscenza della entomofauna delle Piante ortive da seme. *Bolletino dell'Istituto di Entomologia della Università di Bologna*, xxiv : 281-322.

*Manuscrit reçu le 25 avril 2023,
accepté le 10 juin 2023.*

