

Affinités écologiques de deux espèces jumelles syntopiques : les Criocères des céréales *Oulema melanopus* et *Oulema duftschmidi* (Coleoptera Chrysomelidae Criocerinae)

Julie LEROY & Jean-David CHAPELIN-VISCARDI

Laboratoire d'Éco-Entomologie
5 rue Antoine-Mariotte, F-45000 Orléans
leroy@laboratoirecoentomologie.com
chapelinviscardi@laboratoirecoentomologie.com

Résumé. – Les espèces jumelles de Criocères des céréales, *Oulema melanopus* et *Oulema duftschmidi* (Coleoptera Chrysomelidae), sont considérées comme des espèces potentiellement nuisibles aux cultures céréalières en France. Il est essentiel de développer les connaissances sur ce complexe d'espèces afin de mieux cerner leurs exigences et les facteurs qui influencent leurs distributions. L'analyse de plusieurs facteurs environnementaux permet de mettre en évidence le rôle important joué par la composition du paysage sur ces Criocères. En effet, *O. melanopus* s'avère être dominant dans les milieux fermés boisés tandis qu'*O. duftschmidi* domine dans les paysages agricoles semi-ouverts et d'openfield.

Summary. – The sibling species of Cereal leaf beetles, *Oulema melanopus* and *Oulema duftschmidi* (Coleoptera; Chrysomelidae), are considered as potentially harmful species to cereal crops in France. It is essential to develop knowledge about this species-complex in order to understand their ecological requirements and the factors that influence their distributions. The analysis of several environmental factors makes highlight the important role played by the composition of the landscape on Cereal leaf beetles. Indeed, *O. melanopus* is dominant in closed wooded environments while *O. duftschmidi* is dominant in semi-open agricultural and openfield landscapes.

Keywords. – Cereal leaf beetles, Wooded environments, Open landscapes, Crops pests, Cereals.

Introduction

Oulema melanopus (L., 1758) et *Oulema duftschmidi* (Redtenbacher, 1874) sont des Coléoptères de la famille des Chrysomelidae qui se développent sur diverses Graminées cultivées et/ou spontanées [VENTURI, 1942; JOLIVET, 1997]. Ces deux espèces sont considérées comme des espèces jumelles tant elles sont proches d'un point de vue morphologique. Leur identification nécessite l'analyse systématique des pièces génitales [CHAPELIN-VISCARDI & MAILLET-MEZERAY, 2015; BEZDĚK & BASELGA, 2015; LEROY & CHAPELIN-VISCARDI, 2018], ce qui rend leur étude particulièrement difficile pour les non-spécialistes. Une étude portant sur la distinction par le « barcode » des Criocères des céréales, a permis de confirmer la séparation génétique des deux espèces en France métropolitaine (hors zone méditerranéenne) et de séparer clairement les mâles, les femelles et les larves de ce complexe d'espèces, proposant ainsi un élément technique d'intérêt pour connaître l'identité des espèces présentes dans les cultures dès l'état larvaire [LEROY *et al.*, 2020].

Afin de développer les connaissances sur ce complexe d'espèces, plusieurs études ont été menées ces dernières années dans les plaines céréalières françaises. Tout d'abord, des suivis agricoles ont permis de montrer que, contre toute attente, *O. duftschmidi* est l'espèce la plus commune des deux dans le Santerre (Somme), en Beauce (Loiret) et dans le Gâtinais (Essonne) [CHAPELIN-VISCARDI & MAILLET-MEZERAY, 2015]. Ces relevés ont également mis en évidence que les adultes des deux espèces ont une activité de vol synchrone, ce qui suggère un développement larvaire lui aussi synchrone. Plus récemment, une étude portant sur la biogéographie des espèces a permis de montrer qu'à l'échelle de la France les deux espèces sont sympatriques et syntopiques [LEROY & CHAPELIN-VISCARDI, 2018]. En effet, l'analyse d'un grand nombre de données indique que les deux espèces se trouvent quasiment systématiquement ensemble dans un même habitat (dans 9 cas sur 10). Au regard de ces éléments, il semble donc indispensable de réaliser des études bio-écologiques afin de mieux cerner leurs exigences et les facteurs qui

influencent la distribution des deux espèces dans les milieux.

Matériel et méthodes

Collecte de données

Dans un souci de cohérence climatique, seules des localités des régions Centre – Val de Loire et Île-de-France ont été échantillonnées. Elles présentent des contextes paysagers différents. Dans chaque localité, plus de dix mâles ont été collectés à un endroit donné et au cours d'une même période (entre début janvier et le 15 août) pour une année précise (*Tableau 1*). Ces relevés par site correspondent au cycle de génération des Criocères et seront appelés par la suite « situation » de collecte. Les individus ont été collectés lors de différentes campagnes de prélèvements menées par le Laboratoire d'Éco-Entomologie ou lors de prospections entomologiques ciblées sur ces deux espèces [LEROY & CHAPELIN-VISCARDI, 2018]. Des collègues entomologistes, conseillers agricoles ou expérimentateurs ont également été sollicités afin d'obtenir des spécimens provenant de milieux écologiques variés (cf. Remerciements). Les spécimens ont été collectés grâce à plusieurs méthodes : 1) des prospections passives (utilisation de pièges d'interception : tente Malaise et piège cornet), 2) des prospections actives (collectes à vue ou par fauchage) (*Figures 1 et 2*).

Analyse du matériel

L'ensemble du matériel collecté ou reçu a été étudié et seuls les mâles du complexe *O. melanopus* / *duftschmidi* ont été pris en compte dans le cadre de cette étude. Ces derniers ont été identifiés

grâce à l'extraction et la dissection des genitalia. L'examen du flagelle s'avère le plus pertinent pour séparer de manière certaine les deux espèces du complexe. En effet, *O. duftschmidi* possède un flagelle fin et allongé tandis qu'*O. melanopus* possède un flagelle court et trapu [BEZDĚK & BASELGA, 2015]. Les femelles n'ont pas été prises en compte dans le cadre de cette étude, car leur identification morphologique est peu abordable en l'état actuel des connaissances [LEROY & CHAPELIN-VISCARDI, 2018].

Choix des variables

Au vu des différentes études qui ont été menées sur la biologie et l'écologie des Criocères [e.g. BALACHOWSKY, 1963; LECIGNE & ROEHRICH, 1977; GUPPY & HARCOURT, 1978; CHAMBON *et al.*, 1983; WARCHALOWSKI, 2003; OLFERT & WEISS, 2006; BECHINI *et al.*, 2013; CHAPELIN-VISCARDI & MAILLET-MEZERAY, 2015] et des observations que nous avons pu faire, il ressort que plusieurs facteurs jouent un rôle important dans le développement de ces insectes et pourraient expliquer la dominance d'une espèce sur l'autre en fonction des milieux. Nous nous sommes donc intéressés à l'influence de ces différents facteurs (6 au total, définis comme les variables explicatives) sur les proportions d'*O. melanopus* et *O. duftschmidi* (variables à expliquer : « P.MEL » et « P.DUF » respectivement), calculées pour l'ensemble des localités sélectionnées (nombre de mâles d'une espèce divisé par le nombre total de mâles du complexe). Les variables explicatives étudiées sont les suivantes :

- les températures moyennes hivernales « TH » (moyenne des températures moyennes de janvier à mars) et printanières « TP »



Figure 1. – Tente Malaise dans une zone herbacée. Cliché J.-D. Chapelin-Viscardi.



Figure 2. – Fauchage de la strate herbacée. Cliché J.-D. Chapelin-Viscardi.

Affinités écologiques de deux espèces jumelles syntopiques : les Criocères des céréales
Oulema melanopus et *Oulema duftschmidi* (Coleoptera Chrysomelidae Criocerinae)

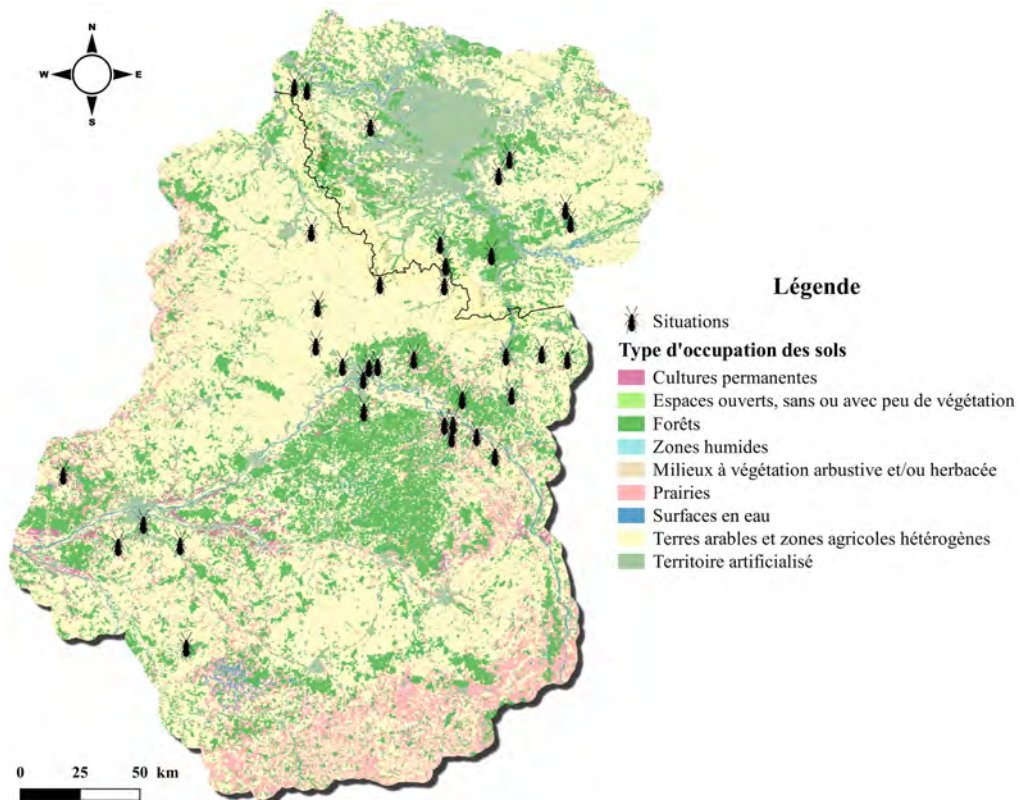
- (moyenne des températures moyennes d'avril à juin) en degré Celsius (°C).
- la moyenne du cumul mensuel des précipitations hivernales « MOY_PH » (de janvier à mars) et printanières « MOY_PP » (d'avril à juin) en millimètres (mm).
 - le pourcentage de recouvrement en éléments boisés calculé dans un rayon de 500 m « REB_500 » autour des sites de collecte en hectares (ha).
 - le pourcentage de recouvrement en bâti calculé dans un rayon de 500 m « RB_500 » autour des sites de collecte.

Les pourcentages de recouvrement et la carte montrant la localisation des situations sélectionnées dans les régions Centre – Val de Loire et Île-de-France ont été obtenus via le logiciel de SIG, QGIS version 2.18.12 [QGIS

D.T., 2016]. Plusieurs fonds cartographiques de l'IGN ont été utilisés : la BD TOPO® zone de végétation; bâti remarquable; bâti indifférencié et bâti industriel [IGN, 2017a], la BD ORTHO® [IGN, 2017b] et la couche géographique CORINE Land Cover France métropolitaine 2012 [UE-SOeS, 2012].

Analyse des données

Dans un premier temps et afin d'étudier le lien pouvant exister entre les variables explicatives (« REB_500 », « RB_500 », « MOY_TH », « MOY_TP », « MOY_PH », « MOY_PP ») et les proportions de *O. melanopus* ou *O. duftschmidi* (« P.MEL » ou « P.DUF », respectivement), une analyse graphique des relations entre ces dernières a été réalisée. Dans le but d'estimer dans quelle mesure les variations des variables explicatives citées ci-dessus expliquent la variation de la



Carte 1. – Localisation des 36 situations sélectionnées, en fonction de l'occupation des sols en régions Centre – Val de Loire et Île-de-France. La limite entre les deux régions est matérialisée par la ligne noire. Conception J. Leroy (Logiciel QGIS version 2.18.12 [QGIS D.T., 2016]; couche géographique CORINE Land Cover France métropolitaine 2012 [UE-SOeS, 2012]).

variable à expliquer choisie (« P.MEL » ou « P. DUF »), une régression linéaire multiple a été réalisée. L'effort d'échantillonnage ayant été différent entre les différentes localités, nous avons pondéré notre régression en fonction du nombre total d'individus capturés pour chaque situation de collecte. Les p-values obtenues ont

ensuite été ajustées afin de garder un risque global α de se tromper pour l'ensemble de l'analyse du modèle à 5 %.

Afin de ne conserver que les variables explicatives les plus pertinentes pour expliquer les valeurs prises par les variables à expliquer

Tableau I. – Liste des 36 situations échantillonnées en régions Centre – Val de Loire et Île-de-France.

Département	Commune	Année	Eff. <i>O. melanopus</i>	Eff. <i>O. diffschmidi</i>	Effectif total	Proportion d' <i>O. melanopus</i>	Proportion d' <i>O. diffschmidi</i>	Recouvrement en éléments boisés sur 500 m	Recouvrement en éléments boisés sur 1 km	Recouvrement en bâti sur 500 m	Recouvrement en bâti sur 1 km
28	Fontenay-sur-Conie	2017	8	18	26	0,308	0,692	26,031	20,187	3,994	1,058
	Houville-la-Branche	2014	43	136	179	0,24	0,76	2,9	24,42	0,611	0,575
37	Chambray-lès-Tours	2015	8	5	13	0,615	0,385	71,276	48,125	3,368	6,592
	Charnizay	2015	24	12	36	0,667	0,333	68,915	67,179	0,281	0,201
	Cigogne	2017	15	23	38	0,395	0,605	10,304	3,902	2,859	0,84
	Pont-de-Ruan	2015	105	148	253	0,415	0,585	63,161	44,502	0,483	5,629
	Saint-Laurent-de-Lin	2014	13	7	20	0,65	0,35	60,8064	39,8015	1,2904	0,8867
45	Chuelles	2017	1	13	14	0,071	0,929	26,433	36,273	1,252	0,733
	Coudray	2017	6	8	14	0,429	0,571	8,624	21,369	1,855	0,645
	Erceville	2010	22	93	115	0,191	0,809	3,91	2,42	0	0
	Ingrannes	2016	10	1	11	0,909	0,091	84,43	71,96	0,202	0,355
	Marigny-les-Usages	2017	14	31	45	0,311	0,689	37,434	45,173	3,19	3,857
	Montargis	2017	38	41	79	0,481	0,519	26,345	28,34	15,276	16,242
	Montcorbon	2017	25	123	148	0,169	0,831	13,927	14,591	0,675	1,239
	Nogent-sur-Vernisson	2016	35	9	44	0,795	0,205	69,034	51,289	0,515	0,785
	Orléans	2012	7	12	19	0,368	0,632	24,469	26,003	3,099	10,485
	Ormes	2017	7	24	31	0,226	0,774	9,5318	9,0275	12,568	10,369
	Ouzouer-sur-Loire	2017	8	5	13	0,615	0,385	91,3325	97,8154	0,1563	0,0376
	Saint-Aignan-le-Jaillard	2017	11	3	14	0,786	0,214	72,286	52,133	0,552	0,656
	Saint-Brisson-sur-Loire	2017	13	16	29	0,448	0,552	84,1914	77,6995	0,4353	0,3245
	Saint-Cyr-en-Val	2017	32	10	42	0,762	0,238	76,324	64,629	0,316	0,434
	Saint-Florent-le-Jeune	1999	5	8	13	0,385	0,615	33,75	54,34	0,473	0,274
	Saint-Gondon	2017	40	26	66	0,606	0,394	24,303	19,856	0,446	0,367
	Saint-Péravy-la-Colombe	2017	70	447	517	0,135	0,865	1,36	0,73	0,513	0,127
Semoy	2017	15	3	18	0,833	0,167	63,178	59,833	5,824	8,892	
Sully-sur-Loire	2017	6	8	14	0,429	0,571	39,053	56,099	0,483	0,404	
77	Coubert	2017	2	10	12	0,167	0,833	1,713	5,328	0	2,069
	Gretz-Armainvilliers	2017	12	6	18	0,667	0,333	51,133	26,103	4,35	10,605
	Gurcy-le-Châtel	2017	4	35	39	0,103	0,897	26,539	34,101	0,202	0,632
	Rampillon	2017	5	33	38	0,132	0,868	8,1906	2,7555	0,2495	0,2386
	Recluses	2009	18	2	20	0,9	0,1	94,25	93,44	0	0,009
78	Lommoye	2017	2	26	28	0,071	0,929	7,8042	6,4174	2,9033	1,1422
	Rosny-sur-Seine	2017	2	9	11	0,182	0,818	50,187	47,003	2,235	0,952
	Thiverval-Grignon	2014	2	10	12	0,167	0,833	1,22	10,89	1,939	4,979
91	Boigneville	2010	128	311	439	0,292	0,708	29,54	45,36	0,132	1,659
	Maisse	2010	102	304	406	0,251	0,749	37,35	23,83	0	0,03

Affinités écologiques de deux espèces jumelles syntopiques : les Criocères des céréales
Oulema melanopus et *Oulema duftschmidi* (Coleoptera Chrysomelidae Criocerinae)

choisies (« P.MEL » ou « P.DUF ») dans notre modèle, ces dernières ont fait l'objet d'une sélection descendante de type « backward », via une approche « pas à pas ». Une analyse de la significativité du modèle obtenu a ensuite été réalisée. Cette dernière a été effectuée en deux étapes : l'analyse du point de vue de la qualité globale d'une part et de la qualité individuelle des coefficients d'autre part. L'appréciation de la qualité globale du modèle est basée sur la statistique de Fisher (F-test) et celle des coefficients sur la statistique de Student (Test de Student). Les tests statistiques ont été menés via l'utilisation du logiciel RStudio [R CORE TEAM, 2016]. Le seuil de significativité était fixé à $\alpha = 0,05$ (soit un intervalle de confiance de 95 %).

Résultats

Collecte des données et étude du matériel

Au total, 36 localités situées en régions Centre – Val de Loire et Île-de-France, où plus de 10 mâles ont été collectés, au même endroit et au cours d'une même année (soit 1 976 *O. duftschmidi* et 858 *O. melanopus* mâles au total), ont été sélectionnées pour mener les analyses statistiques (Tableau I). Afin de visualiser la répartition des différentes situations sélectionnées et d'en apprécier la diversité paysagère, une carte de distribution a été réalisée (Carte 1).

Les facteurs analysés

L'analyse graphique est illustrée en Figure 3. Les résultats étant inversement proportionnels

pour *O. duftschmidi* (variable à expliquer « P. DUF »), seuls les résultats pour *O. melanopus* (variable à expliquer « P.MEL ») sont présentés ici.

Le Tableau II reprend les résultats de l'analyse de régression, à savoir les valeurs de coefficients β obtenus et les probabilités associées (après pondération et ajustement) à chaque variable intégrée aux modèles de régression linéaires complet, puis issu de la sélection « backward ».

Les hypothèses de linéarité, de normalité, d'homogénéité et d'indépendance des résidus étant satisfaites et les problèmes de multicollinéarité étant exclus, les résultats des régressions sont donc valides et interprétables.

Le modèle de régression obtenu à la suite de la sélection « backward » permet d'expliquer une part significative de la variance de la proportion d'*O. melanopus* ($F(4,31) = 19,84$, $p < 0,001$). Il existe au moins une variable dans le modèle permettant d'expliquer la proportion d'*O. melanopus* dans les 36 situations sélectionnées en régions Centre – Val de Loire et Île-de-France.

Concernant la significativité individuelle des variables, les résultats du modèle sélectionné montrent que seulement une variable ressort comme étant significative : le pourcentage de recouvrement en éléments boisés sur 500 m (« RB_500 ») et ce, de façon hautement significative ($p < 0,001$). Par ailleurs, le coefficient de la variable « RB_500 » étant positif

Tableau II. – Récapitulatif des valeurs de coefficients β obtenus et des probabilités associées (après pondération et/ou ajustement) à chaque variable intégrée aux modèles de régression linéaires complet, puis issu de la sélection « backward ».

	Estimate (β)	Std. Error	p-value 1	p-value 2	p-value 3	p-value 4
Intercept	0,6511028	0,3848700	0,1014	0,414	0,1604	0,501
REB_500	0,0067463	0,0008745	$1,66e^{-8}$ ***	$< 0,001$ ***	$9,57e^{-10}$ ***	$< 0,001$ ***
RB_500	0,0092963	0,0062539	0,1479	0,546	0,1629	0,507
MOY_TH	0,0363533	0,0249457	0,1558	0,566	0,0612	0,228
MOY_TP	-0,0330733	0,0279060	0,2456	0,749	x	x
MOY_PH	-0,0063795	0,0027994	0,0302 *	0,149	0,0665	0,245
MOY_PP	0,0007609	0,0016216	0,6424	0,995	x	x
Légende :	p-value 1) p-value du modèle pondéré complet. p-value 2) p-value du modèle pondéré avec ajustement de la p-value. p-value 3) p-value du modèle restreint, issu de la sélection backward. p-value 4) p-value du modèle restreint, issu de la sélection backward avec ajustement de la p-value.					

($\beta=0,0067$), cela signifie que toutes choses égales par ailleurs, la proportion d'*O. melanopus* augmente avec l'augmentation du pourcentage de recouvrement en éléments boisés dans un rayon de 500 mètres autour des points de collecte.

Les autres variables « RB_500 », « MOY_TH », « MOY_TP », « MOY_PH », « MOY_PP » n'ayant pas été conservées par le modèle, ces dernières ne permettent donc pas d'expliquer les valeurs prises par la variable à expliquer testée « P.MEL ».

Discussion

Au cours de cette étude un nombre important de spécimens d'*O. melanopus* et *O. duftschmidi* provenant de situations présentant des contextes paysagers variés, a été étudié. Aux termes de nos analyses, il ressort clairement qu'*O. melanopus* est dominant dans les milieux fermés boisés, tandis qu'*O. duftschmidi* domine dans les paysages agricoles semi-ouverts et d'openfield. Ces résultats permettent de vérifier et de généraliser les premières observations faites par CHAPELIN-VISCARDI & MAILLET-MEZERAY [2015]. Ces derniers avaient pu mettre en évidence qu'*O. duftschmidi* était l'espèce la plus abondante parmi les *Oulema* du complexe, dans les milieux agricoles de Beauce (Loiret), du Gâtinais (Essonne) et du Santerre (Somme).

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces observations. Tout d'abord, les deux espèces pourraient présenter des affinités alimentaires différentes. En effet, *O. duftschmidi* pourrait se rencontrer préférentiellement sur les graminées cultivées et *O. melanopus* sur les graminées spontanées situées en bordure de parcelle aux abords d'éléments boisés ou au sein de ces derniers (clairières forestières, bord d'allées...).

D'autre part, la question de l'hygrométrie des milieux peut également être évoquée. En effet, *O. melanopus* est dominant dans les milieux fermés boisés, qui sont souvent plus frais et qui conservent une certaine hygrométrie. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse qu'*O. melanopus* pourrait préférer ces conditions, et notamment aux stades d'œufs, de larves ou de nymphes. Il pourrait également être envisagé que des conditions d'hygrométrie plus importantes pourraient favoriser des plantes-hôtes préférées par *O. melanopus*, d'où sa prédominance dans les milieux fermés boisés.

Un effet des cultures est également à envisager. Le fait qu'*O. duftschmidi* domine dans les milieux agricoles semi-ouverts ou d'openfield, pourrait indiquer que ce dernier semble moins impacté ou du moins mieux adapté qu'*O. melanopus* au milieu agricole et à ses pratiques « perturbatrices » comme le déchaumage et le labour d'automne (pour les adultes) ou encore les traitements

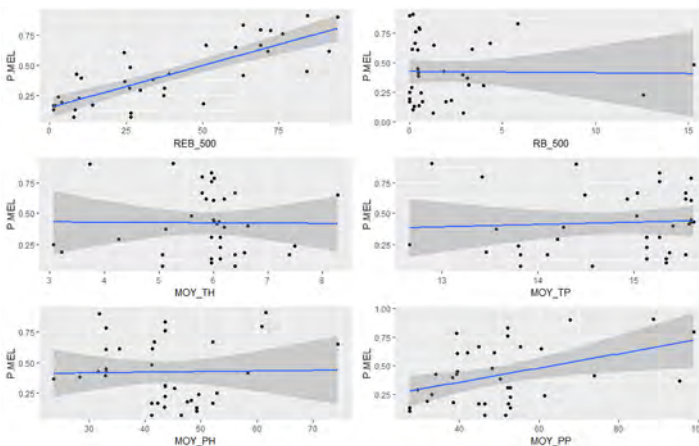


Figure 3. – Analyse graphique des relations entre la proportion d'*O. melanopus* (« P.MEL ») et l'ensemble des variables explicatives testées (« REB_500 »; « RB_500 »; « MOY_TH »; « MOY_TP »; « MOY_PH »; « MOY_PP »). Les droites de régression pour chaque graphique sont en bleu et l'intervalle de confiance à 95 % apparaît en gris.

Affinités écologiques de deux espèces jumelles syntopiques : les Criocères des céréales
Oulema melanopus et *Oulema duftschmidi* (Coleoptera Chrysomelidae Criocerinae)

insecticides à large spectre (particulièrement à l'état larvaire) [BALACHOWSKY, 1963; CHAPELIN-VISCARDI & MAILLET-MEZERAY, 2015]. Il n'est d'ailleurs pas à exclure que ces deux espèces distinctes ne présentent pas les mêmes profils de réponse aux traitements insecticides.

L'effet des variétés de céréales cultivées ne doit pas non plus être écarté. En effet, il a été démontré qu'une densité importante de trichomes sur les feuilles de certaines variétés de blé n'était pas favorable à l'oviposition et au développement des œufs de « *O. melanopus* » (complexe *O. melanopus* / *duftschmidi* en réalité) [SCHILLINGER & GALLUN, 1968; WELLSO, 1973; HOXIE *et al.*, 1975; HAYNES & GAGE, 1981; WEBSTER *et al.*, 1982; PHILIPS *et al.*, 2011]. Le fait qu'*O. duftschmidi* soit dominant dans les milieux agricoles semi-ouverts ou d'openfield pourrait donc peut-être s'expliquer également par une meilleure tolérance ou adaptation face aux différentes variétés de céréales sur lesquelles il se développe et leurs particularités morphologiques (épaisseur des feuilles, pubescence plus ou moins dense, etc.).

La réalisation de piégeages, d'observations *in situ* et l'utilisation de l'outil moléculaire (afin de s'assurer de l'identité des Criocères prélevés) [LEROY *et al.*, 2020] pourrait permettre de mettre en évidence l'existence d'affinités alimentaires différentes entre ces deux espèces ou la préférence pour certains substrats de développement [CHAPELIN-VISCARDI & MAILLET-MEZERAY, 2015].

Conclusion

L'étude écologique révèle qu'*O. melanopus* est plus abondante que sa jumelle dans les milieux boisés fermés et qu'*O. duftschmidi* est *a contrario* plus abondante dans les milieux semi-ouverts à ouverts d'openfield. La réalisation de nouvelles études bio-écologiques à l'avenir, pourrait permettre de mieux cerner les raisons pour lesquelles les deux espèces jumelles ne répondent pas de la même façon selon le paysage dans lequel elles évoluent. Une étude des plantes-hôtes nécessaires au développement des larves pourrait également être entreprise à terme, afin de tenter d'établir s'il existe des différences

notables de régime alimentaire entre les espèces et apporter ainsi des éléments de compréhension quant à leur capacité respective à se développer aux dépens des céréales cultivées.

Remerciements. – Nous remercions les nombreux contributeurs qui ont réalisé des récoltes sur le terrain : Christian Cocquempot (INRAE Montpellier); Nolwenn Perrinel (Chambre d'Agriculture du Loiret); Pascale Marty, Samuel Loiseau et Emmanuelle Bolotte (Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire); Bruno Mériguet (OPIE); Gwenaëlle Barrilliet (Arvalis-Institut du Végétal); Antoine Gardarin (INRAE Grignon); Jean-Robert Moronval et Déborah Shiku (Lycée agricole Édouard-de-Chambray); Jessie Dourlens (Bayer CropScience); Daniel Rougon, Jean-Claude Gagnepain et Claude Chauvelier (So.MOS); Michel Binon (MOBE); Lucie Malon; Olivier Despons; Anthony Granger; Vincent Lecoq; Françoise Verkest. Nous avons été aidés lors des analyses de laboratoire par Brigitte Gauthier, Romain Le Divelec et Julien Fleury au Laboratoire d'Éco-Entomologie.

Certaines données climatiques sont issues des stations principales du réseau Météo-France et des stations du réseau StatIC, disponibles sur le site internet infoclimat.fr. Les données climatiques, pour les situations de Pont-de-Ruan et de Saint-Laurent-de-Lin, situées en Indre-et-Loire (37), sont issues du partenariat entre la Chambre d'agriculture d'Indre-et-Loire, Aramil et Météo-France. La majorité des données climatiques pour les situations situées dans le Loiret (45) proviennent de la Chambre d'agriculture du Loiret.

Références bibliographiques

- BALACHOWSKY A.S., 1963. – *Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I. Coléoptères Second volume.* Paris, Masson et Cie, 564-1391.
- BECHINI L., MORLACCHI P. & BAUMGÄRTNER J., 2013. – Coinciding development of winter wheat and leaf beetles along an Alpine transect. *Acta Oecologica*, 47 : 95-104.
- BEZDĚK J. & BASELGA A., 2015. – Revision of western Palaearctic species of the *Oulema melanopus* group, with description of two new species from Europe (Coleoptera: Chrysomelidae: Criocerinae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 55 : 273-304.

- CHAMBON J.-P., VAN LAERE C., GENESTIER G., PINEAU C. & COCQUEMPOT C., 1983. – Étude des populations d'*Oulema melanopus* L. et *Oulema lichenis* WEISS. (Coleoptères Chrysomelidae) sur blé dans la région parisienne. *Agronomie*, 3 : 685-690.
- CHAPELIN-VISCARDI J.-D. & MAILLET-MEZERAY J., 2015. – Données bio-écologiques sur deux espèces jumelles sympatriques en milieux agricoles : *Oulema melanopus* (L.) et *O. duftschmidi* (Redtenbacher) (Coleoptera, Chrysomelidae). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 84 (1-2) : 19-30.
- GUPPY J.-C. & HARCOURT D.G., 1978. – Effects of temperature on development of the immature stages of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae). *The Canadian Entomologist*, 110 : 257-263.
- HAYNES D.L. & GAGE S.H., 1981. – The cereal leaf beetle in North America. *Annual Review of Entomology*, 26 : 259-287.
- HOXIE R.P., WELLSO S.G. & WEBSTER J.A., 1975. – Cereal leaf beetle response to wheat trichome length and density. *Environmental Entomology*, 4 : 365-370.
- IGN, 2017a. – Bd TOPO®, édition octobre 2017, version 2.2 (Ed. 17.2) (flux WMS). Disponible sur internet : <<https://www.data.gouv.fr/>>.
- IGN, 2017b. – Bd ORTHO®, WM DO13, version 2.0 (flux WMS). Disponible sur internet : <<https://www.data.gouv.fr/>>.
- JOLIVET P., 1997. – *Biologie des Coléoptères Chrysomélides*. Paris, Société nouvelle des éditions Boubée, 279 p.
- LECIGNE P. & ROEHRICH R., 1977. – Le Criocère des Céréales *Oulema melanopus* L. (Coleoptera, Chrysomelidae). Mise en évidence des déplacements des adultes. *Revue de zoologie agricole et de pathologie végétale*, 76 : 71-76.
- LEROY J. & CHAPELIN-VISCARDI J.-D., 2018. – Sympatrie et syntopie de deux espèces jumelles : *Oulema melanopus* (L., 1758) et *Oulema duftschmidi* (Redtenbacher, 1874) (Coleoptera Chrysomelidae). *L'Entomologiste*, 74 (3) : 163-169.
- LEROY J., CHAPELIN-VISCARDI J., GENSON G., HARAN J., PIERRE É. & STREITO J., 2020. – Distinct barcodes for the Cereal leaf beetles *Oulema melanopus* and *Oulema duftschmidi* (Coleoptera: Chrysomelidae), two syntopical sibling species. *European Journal of Entomology*, 117 : 490-503.
- OLFERT O. & WEISS R.M., 2006. – Impact of climate change on potential distributions and relative abundances of *Oulema melanopus*, *Meligethes viridescens* and *Ceutorhynchus obstrictus* in Canada. *Agriculture, ecosystems & environment*, 113 : 295-301.
- PHILIPS C.R., HERBERT D.A., KUHAAR T.P., REISIG D.D., THOMASON W.E. & MALONE S., 2011. – Fifty years of cereal leaf beetle in the US: an update on its biology, management, and current research. *Journal of Integrated Pest Management*, 2 : C1-C5.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2016. – QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible sur internet : <<http://qgis.osgeo.org>> [consulté le 18/01/2018].
- R CORE TEAM, 2016. – *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA. Disponible sur internet : <<http://www.rstudio.com/>> [consulté le 18/01/2021].
- SCHILLINGER JR J.A. & GALLUN R.L., 1968. – Leaf pubescence of wheat as a deterrent to the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus*. *Annals of the Entomological Society of America*, 61 : 900-903.
- UE-SOES, UNION EUROPÉENNE – SERVICE DE L'OBSERVATION ET DES STATISTIQUES, 2012. – *CORINE Land Cover*. Disponible sur internet : <<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/clc/fichiers/>> [consulté le 25/04/2021].
- VENTURI F., 1942. – La *Lema melanopa* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Redia*, 28 : 11-88.
- WARCHALOWSKI A., 2003. – *Chrysomelidae. The leaf beetles of Europe and the Mediterranean area*. Warszawa, Natura Optima Dux Foundation, 600 p.
- WEBSTER J.A., SMITH D.H. & HOXIE R.P., 1982. – Effect of Cereal Leaf Beetle on the Yields of Resistant and Susceptible Winter Wheat 1. *Crop Science*, 22 : 836-840.
- WELLSO S.G., 1973. – Cereal leaf beetle: larval feeding, orientation, development, and survival on four small-grain cultivars in the laboratory. *Annals of the Entomological Society of America*, 66 : 1201-1208.

Manuscrit reçu le 21 mai 2021,
 accepté le 20 juillet 2021.

