

Description d'un cas de prolifération d'une espèce géobionte: *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff 1785) (Coleoptera: Curculionoidea Curculionidae Entiminae) en zone urbaine dans le département de la Meurthe-et-Moselle (France)

Nicolas Maughan^{(1)*} & Dominique Menet⁽²⁾

⁽¹⁾ Doctorant, Université de Provence, case 18, LATP, UMR CNRS 6632, Équipe "Evolution Biologique et Modélisation", 3 place V. Hugo, F-13331 Marseille Cedex 3, France. Curculio-Institute (CURCI) <http://www.curci.de/>. *Auteur pour correspondance: Courriel: nicolas.maughan@etu.univ-provence.fr, Tél.: +33 4 (0) 13 55 11 21; Fax: +33 (0) 4 13 55 11 71.

⁽²⁾ Curculio-Institute (CURCI) <http://www.curci.de/>, Courriel: dominique-menet@club-internet.fr, 10 Avenue du Luxembourg, F-54810 Longlaville, France.

Reçu le 28 janvier 2011, accepté le 7 février 2011

Après avoir présenté une courte synthèse sur l'écologie et la distribution du coléoptère Curculionidae *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff 1785), les auteurs rapportent un cas de prolifération de cette petite espèce parthénogénétique dans une zone urbaine pavillonnaire du nord-est de la France. A partir des informations bibliographiques disponibles, quelques remarques et hypothèses sont formulées pour tenter d'expliquer ce phénomène.

Mots clés: Curculionidae, *Brachysomus*, prolifération, parthénogénèse, nord-est de la France.

After a short synthesis about the ecology and the distribution of the weevil *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff 1785), the authors relate a case of proliferation of this small parthenogenetic specie in an urban suburb of the north east of France. Some remarks and hypothesis are given to try to explain this phenomenon by the light of available literature data.

Keywords: Weevil, *Brachysomus*, proliferation, parthenogenesis, north east of France.

1. INTRODUCTION

Le coléoptère *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff 1785) (Curculionidae, Entiminae) de la tribu des Sciaphilini Sharp 1891 (Alonzo-Zarazaga & Lyal, 1999) est une petite espèce aptère géobionte de 2,5 à 3 mm de long. C'est la plus commune des espèces du genre *Brachysomus* Schoenherr 1823 qui comptait 35 espèces (Benedikt, 2001) jusqu'en 2006, date à laquelle 18 nouvelles espèces ont été découvertes en Europe centrale, ou dans des collections, et décrites par Yunakov (2006). C'est un insecte de forme globuleuse avec des téguments d'un brun plus ou moins soutenu en fonction des individus; le dessus des élytres est revêtu de squamules cendrées entièrement

oblongues réparties de manière régulière (Hoffman, 1950). En ce qui concerne sa biogéographie, *B. echinatus* est très largement distribuée alors que la majorité des autres espèces ne vivent que dans des secteurs très restreints et sont souvent endémiques de régions montagneuses. Il est cité au niveau des différentes régions de la zone holarctique. Sa présence est attestée dans tout l'ouest du secteur paléarctique; il est commun en Europe centrale (Fauna Europaea, 2010), dans les Balkans et dans le Caucase jusqu'à l'ouest de la Sibérie (Konstantinov *et al.*, 2009). Si on peut l'observer jusqu'au nord d'un pays comme la Finlande (Mazur, 2002; Karjalainen *et al.*, 2010), il est en revanche quasi absent des régions méridionales de

l'Europe. En France, il occupe toute la partie nord du pays jusqu'au Massif Central, mais est beaucoup plus rare dans le centre (Hoffman, 1950; Pelletier, 2005). En 1994, Voisin faisait état d'une raréfaction de l'espèce dans la région Île de France. Dans l'est du pays, il est cité en Alsace (Schott, 2000) et dans des pays limitrophes comme le Grand-duché du Luxembourg (Braunert, 2009), la Suisse et la Belgique (Delwaide & Thieren, 2009; Delbol, 2010). L'espèce est aussi répandue sur les îles Britanniques, mais est considérée comme rare, voire menacée, dans plusieurs comtés d'Angleterre tels que le Bedfordshire, le Nottinghamshire ou le Derbyshire, ainsi qu'en Écosse (Morris *et al.*, 1988; Morris, 1997; Taylor, 1998; Commont *et al.*, 2001). En zone néarctique, on la trouve aux États-Unis et au Canada avec un statut d'espèce introduite qui reste cependant à clarifier (Lindroth, 1957; O'Brien & Wibmer, 1984; Bright & Bouchard, 2008). Ce terme "d'espèce introduite" doit être utilisé avec prudence car il n'est pas complètement sûr que *B. echinatus* ne soit pas autochtone en Amérique du nord. En effet, jusqu'en 1985, date à laquelle des restes d'exosquelette ont été retrouvés par Schwert *et al.* dans des dépôts sédimentaires d'un lac de l'Ontario (États-Unis) datés de 9.000 à 11.000 ans B.P., un autre curculionide, *Barypeithes pellucidus* (Boheman 1834), était aussi considéré comme une espèce introduite en provenance d'Europe (Niemelä & Mattson, 1996)! Seules des recherches approfondies pourront apporter des éléments nouveaux pour répondre à cette question. Ces enregistrements paléontomologiques sont d'ailleurs très utiles non seulement pour connaître l'aire de répartition d'une espèce, mais aussi parce qu'ils apportent de précieuses informations sur l'histoire des environnements passés (Elias *et al.*, 2009). Au niveau de sa biologie, seules des populations composées de femelles parthénogénétiques (parthénogenèse thélytoque) étaient jusqu'à présent connues; cette spécificité a d'ailleurs conduit à beaucoup de recherches cytologiques et génétiques sur cette espèce (Holecová *et al.*, 2008). Cependant, pour la première fois en 2009, des populations amphigoniques ont été observées en Slovaquie dans l'ouest des Carpates (Balkans) et un spécimen mâle décrit avec précision (Benedikt, 2009). Une autre espèce du genre, *Brachysomus hirtus* (Boheman 1845), est aussi connue pour avoir des populations parthénogénétiques et amphigoniques en Europe

Centrale et dans les Alpes. En 2010, Lachowska *et al.* ont montré que l'espèce présentait un taux d'infection relativement important par le genre bactérien *Wolbachia* Hertig 1936 (symbiotes intracellulaires); on soupçonne que ces bactéries soient responsables de l'induction de la parthénogenèse thélytoque obligatoire chez beaucoup d'espèces insectes. Dans ce cas, il ne s'agit pas d'une induction de parthénogenèse par *Wolbachia* chez des lignées non parthénogénétiques, mais de la conversion de lignées dans lesquelles les mâles étaient produits de manière parthénogénétique en lignées dans lesquelles ce sont les femelles qui le sont (Normark, 2003).

Peu d'éléments sont disponibles sur l'écologie de *B. echinatus*; c'est une espèce épigée (Coiffait, 1960) polyphage (peut-être avec des tendances saprophages) sans stricte dépendance avec une plante hôte; elle doit se nourrir au niveau des racines de différents végétaux. On peut l'observer dans la litière et les débris végétaux. Elle est relativement euryèce mais avec un caractère xerothermophile assez prononcé; on la trouvera préférentiellement sur les versants sud exposés au soleil. C'est au niveau de zones calcaires steppiques et forestières, en plaine ou à moyenne altitude, voire sur les falaises littorales (îles Britanniques), qu'on la trouvera. Elle occupe des formations végétales variées, comme les pelouses calcaires, les chênaies ou les hêtraies (Ellenberg, 1988; Holecová *et al.*, 2002), mais aussi des zones de pinèdes avec *Pinus sylvestris* L. 1753 (Voolma *et al.*, 2003; Eklund & Larsson, 2004), pratiquement toujours au sein d'habitats plutôt ouverts, chauds et secs. Monguillon (1925) fait d'ailleurs état de captures dans des carrières de sable du département de la Sarthe (ouest de la France). Elle a pu aussi être capturée en Hongrie sur des bryophytes telles que *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. 1888 (Varga, 2008). C'est dans ce type de micro-écosystème ou dans des litières que les adultes peuvent hiverner.

2. DISCUSSION

2.1. Un cas de prolifération de l'espèce en zone urbaine

Comme nous l'avons précisé, si cette espèce occupe une grande partie des régions septentrionales de la zone holarctique, et qu'elle

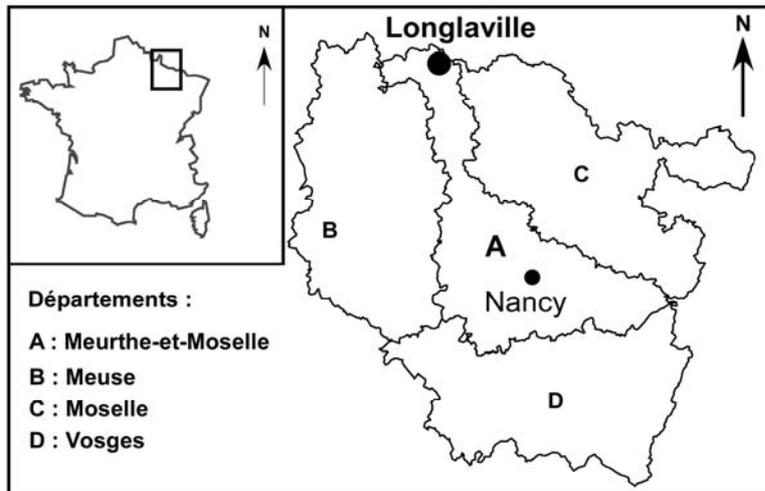


Figure 1: Carte de la région Lorraine (France) avec la localisation du site d'observation (commune de Longlaville) au nord du département de la Meurthe-et-Moselle.

Figure 2: Spécimen ♀ de *Brachysomus echinatus* (Photo N. Maughan, 2010).

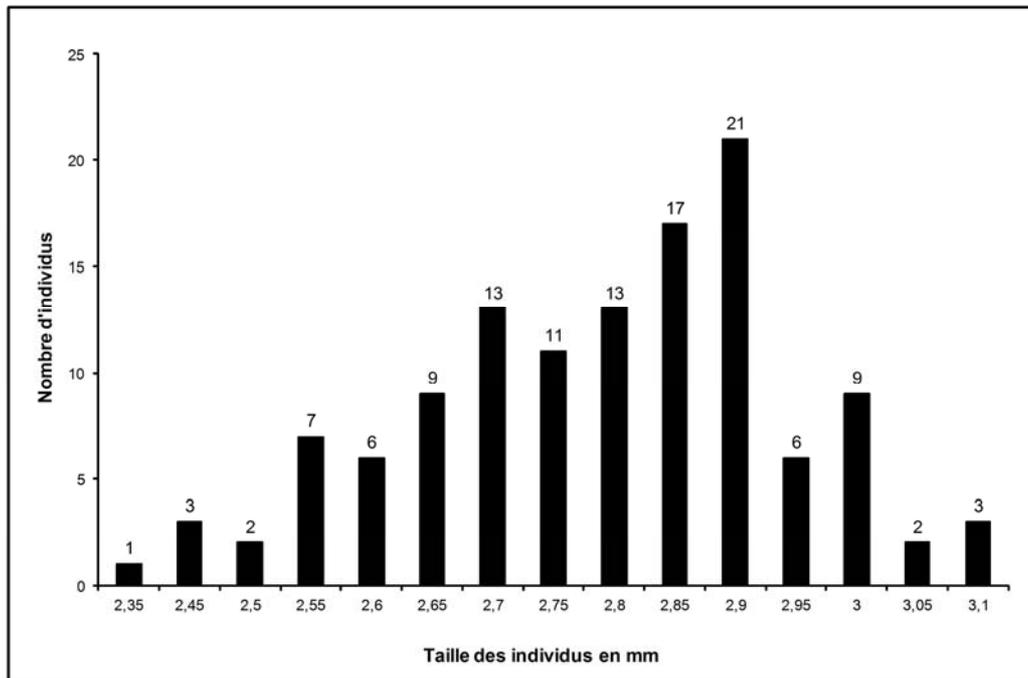


Figure 3: Diagramme représentant la distribution des tailles de spécimens ♀ d'un échantillon de la population observée de *Brachysomus echinatus* ($n = 123$).

est le plus souvent qualifiée de commune, elle n'est cependant généralement présente qu'en très faible nombre. C'est donc de manière inattendue qu'une émergence importante de *Brachysomus echinatus* a été observée dans le nord-est de la France dans un secteur calcaire du département de la Meurthe-et-Moselle au sein d'une zone pavillonnaire de la commune de Longlaville (GPS WGS 84: 02° 20' 43.0" E; 48° 51' 39.0" N, 250 m d'altitude), de mai à juillet 2010 (Figure 1).

Au total, deux cent dix individus ont été collectés sur le sol de manière régulière, entre le 22.v.2010 et le 5.vii.2010 par l'un des auteurs (D. M.). Bien entendu, les spécimens observés directement et capturés ne représentent qu'une petite partie de tous les individus présents durant la période d'émergence, et dont il est difficile d'évaluer le nombre exact, probablement plusieurs milliers. Aucun phénomène de ce type n'avait été observé les années précédentes. La majorité des spécimens capturés l'ont été au niveau de la terrasse bétonnée d'une maison, pavée avec un revêtement

en fausses pierres jointes par un enduit à base de chaux (colonisées par des moisissures et des algues), au pied d'un mur orienté au sud. Les abords immédiats de la terrasse sont composés d'un jardin avec de la pelouse, des arbustes et quelques plantes d'ornement (*Rhododendron* sp. Linné 1753, *Pseudosasa* sp. Makino ex Nakai, *Fargesia* sp., *Agastache* sp. Franch 1893, *Equisetum* Linné 1753, *Paeonia suffruticosa* Andrews 1804, *Carex morrowii* Boott 1856, *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl. 1864 ainsi que quelques annuelles en pot), le pourtour de la terrasse est recouvert d'une couche de coques de cacao. Pendant la journée, les insectes se déplaçaient relativement lentement le long de la base du mur. Mais, lors des périodes les plus chaudes, ceux qui se trouvaient directement exposés au niveau des secteurs ensoleillés mouraient rapidement du fait d'une température trop élevée; les individus morts pouvaient alors être aisément collectés à proximité de la porte d'entrée de l'habitation.

L'examen attentif des organes génitaux de l'ensemble des individus capturés (Figure 2), sous loupe binoculaire (NIKON SMZ 645, 50 x), a permis d'observer uniquement des femelles. Il est possible d'affirmer, avec une quasi certitude, que nous sommes bien en présence d'une population classique de femelles parthénogénétiques.

Des mesures de longueur effectuées sur un échantillon de la population à l'aide d'un micromètre oculaire ont permis d'établir que la taille moyenne des individus était de 2,79 mm ($n = 123$; $2,35-3,1$ mm; $\sigma = 0,15$) (Figure 3).

C'est la première fois qu'une population aussi importante est observée pendant un si court laps de temps en un même lieu. En effet, d'après la littérature, le nombre moyen de spécimens capturés est en général de un à trois individus pour les simples études faunistiques, et jusqu'à quelques dizaines pour les études écologiques qui mettent en œuvre des techniques de piégeage au sol. Par exemple, en Slovaquie, dans les vieilles forêts de l'ouest de la chaîne montagneuse des Carpates, 22 spécimens ont été capturés près d'amas de bois mort dans des chênaies exposées au sud (Topp *et al.*, 2006). Et, c'est dans ce même pays que le maximum d'individus a été capturé avec 99 spécimens comptabilisés sur 9 sites, distants de quelques centaines de mètres, pendant une année, grâce à des pièges au sol et des lavages

de terre (Majzlan, 2005). En 2007, Sprick & Floren ont rapporté la capture par fumigation de 29 spécimens lors de l'étude de la canopée d'une chênaie de Pologne. Mais, si ce charançon peut s'aventurer sur la végétation basse (en période humide), ces observations d'une espèce épigée au niveau de l'étage supérieur de la forêt amènent à s'interroger sur l'identité taxonomique des individus observés. Ajoutons qu'il existe aussi deux cas connus de captures avec des pièges à phéromones attractives (le *S-sulcatol* dans ce cas)¹ destinés à capturer des coléoptères saproxylophages Scolytidae des genres *Dendroctonus* Erichson 1836 et *Gnathotrichus* Eichhoff 1869, mais qui n'ont révélé que de très faibles abondances (Martikainen, 2001; Ostrauskas & Ferenc, 2010). Il faut noter que des individus d'une autre espèce de *Sciaphilini*, *Barypeithes pellucidus* (Boheman 1834), dont l'habitat est quasi identique, ont été trouvés sur le sol au même moment en compagnie de *B. echinatus*. Ces deux espèces se capturent pratiquement tout le temps ensemble.

Outre des espèces anthropophiles classiquement présentes comme le charançon du riz, *Sitophilus oryzae* (Linné 1763) (Robinson, 2005), d'autres espèces de Curculionidae sont connues pour proliférer en zones urbaines et pour pénétrer en grand nombre dans les habitations, surtout en Amérique du nord². C'est, par exemple, le cas du charançon de la racine du fraisier *Otiorhynchus ovatus* Linné 1758, de *Polydrusus impressifrons* (Gyllenhal 1834), de *Sciaphilus asperatus* (Bonsdorff 1785), ou bien encore de l'espèce précédemment citée, *Barypeithes pellucidus*. Au sujet de la capture de ce dernier dans une zone urbaine de l'État du Montana (États-Unis), Balsbaugh (1988) souligne de manière claire le caractère dérangentant de cet insecte pour les habitants: "*this species has also been recently collected in a home in Missoula, Montana, where its occurrence was also annoying the occupants*" (p. 102). Mais, si de tels phénomènes ont déjà pu être observés de manière régulière chez d'autres espèces, c'est la première fois qu'une prolifération est décrite pour *Brachysomus echinatus*. Quelques

¹ Pherobase:

<http://www.pherobase.com/database/species/species-Brachysomus-echinatus.php>

² Home-Invasive Weevils:

<http://www.extension.umn.edu/yardandgarden/ygbriefs/e606weevils.html>

remarques et hypothèses sont donc proposées pour tenter d'expliquer les raisons de cette abondance inhabituelle.

2.2. Remarques et hypothèses sur le phénomène

Avant de s'interroger sur les facteurs qui ont pu déclencher cette prolifération, plusieurs remarques et précisions sur la biologie et l'écologie de l'espèce s'imposent à la lumière des informations bibliographiques disponibles. Tout d'abord, il faut noter que plusieurs auteurs nord-américains dont Balsbaugh (1988) aux États-Unis et Bright & Bouchard (2008) au Canada ont attribué à *B. echinatus* le statut de ravageur de plantes d'ornement ("pest") et font état de sa présence régulière dans les jardins particuliers. Mais aucune preuve ni aucune observation tangibles ne sont données pour accréditer cette assertion; il n'y a pas de cas précis d'attaques recensées sur des végétaux. En Europe, aucun auteur ni aucune base de données ne font mention de ce charançon comme ravageur³ de cultures ou de plantes ornementales (Alford *et al.*, 1994). Dans le cas présent, bien que la prolifération soit la première officiellement décrite, aucune détérioration des essences végétales de la zone pavillonnaire ou de ses abords immédiats n'a été relevée. Ce statut de ravageur ne devrait donc pas être retenu pour le moment, d'autant plus que, comme nous l'avons dit dans l'introduction, l'espèce est considérée comme rare ou menacée dans certaines régions et dans certains habitats. Par contre, dans leur ouvrage intitulé les "*Ravageurs des végétaux d'ornement*" Alford *et al.* (1994) mettent clairement en évidence les nuisances provoquées par son congénère *Barypeithes pellucidus*: au moins 18 espèces végétales sont consommées par ce curculionide. La plupart du temps, les individus attaquent de manière très légère les feuilles des plantes basses ou l'épiderme des pédoncules des fleurs, mais ils délaissent rapidement les végétaux vivants pour ne consommer que les feuilles tombées au sol lorsque celles-ci sont en grand nombre (Galford, 1987). Toujours en ce qui concerne la biologie, l'attractivité effective constatée des individus pour les emplacements chauds, orientés au sud, confirme le caractère thermophile de ce charançon, et l'observation de déplacements fréquents en journée relativise les

informations qui le présentent comme strictement nocturne (Bright & Bouchard, 2008). La dernière remarque concerne la spécificité du mode de reproduction de la population étudiée, le fait que l'ensemble des individus trouvés soient uniquement des femelles parthénogénétiques renforce l'idée que les populations amphigoniques sont extrêmement rares. Celles-ci ne concernent que quelques zones qualifiées de relictuelles qui correspondent à des refuges glaciaires de l'Europe centrale. Les femelles parthénogénétiques auraient profité d'une période climatique plus favorable (réchauffement) durant la dernière période glaciaire pour quitter les refuges et coloniser rapidement une vaste aire de répartition grâce à leur mode de reproduction, alors que les populations bisexuelles (qualifiées de paléo-endémiques) seraient restées isolées dans les refuges (Benedikt, 2009).

S'il est très difficile de trouver les raisons exactes qui ont provoqué une telle prolifération et d'apporter des conclusions définitives, certaines hypothèses argumentées peuvent cependant être avancées. Chez les arthropodes, les phénomènes de prolifération sont courants chez des ordres d'insectes tels que les orthoptères, les diptères, les coléoptères ou bien les hémiptères, mais aussi chez les myriapodes (Williams & Simon, 1995; Sahli, 1996). Au sein de ces groupes taxonomiques, on trouve des espèces qui présentent un intérêt agronomique important, comme des ravageurs de culture, alors que d'autres présentent des nuisances pour le bien-être ou les activités humaines. Au-delà de variations liées à une phénologie particulière, ce sont les déséquilibres au sein des écosystèmes naturels ou des agrosystèmes (e.g. disparition des prédateurs, augmentation de certaines ressources trophiques, monocultures, modifications climatiques, etc...) qui, d'une manière globale, entraînent souvent une croissance exponentielle des populations d'arthropodes. Dans le cas de *Brachysomus echinatus*, il faut d'abord souligner que, bien que ce ne soit pas une espèce anthropophile, sa présence dans des jardins d'ornement en zone urbaine n'est pas surprenante. En effet, des parcelles de terrains, qui correspondent à d'anciens habitats naturels convertis, hébergent souvent des populations résiduelles. Ce fait a été constaté en Finlande par Huhta (2002) qui a montré que l'abondance de *B. echinatus* était significativement plus importante dans d'anciens champs convertis pour

³ Encyclopédie des ravageurs européens, INRA : <http://www.inra.fr/hyppz/>

la sylviculture du bouleau que dans les forêts naturelles décidues. Par ailleurs, l'impact des conditions météorologiques doit aussi être considéré car des phénomènes climatiques extrêmes sont souvent à l'origine de déséquilibres dans les écosystèmes et de proliférations d'espèces (e.g. sécheresse, humidité trop importante) (Dajoz, 1998). Cependant, s'il est difficile d'incriminer l'hiver 2009-2010, qui n'a été ni plus rigoureux ni plus doux que la normale, il faut évoquer l'influence possible de conditions microclimatiques stationnelles particulières avec des températures journalières et nocturnes plus élevées à proximité de l'habitation (îlot de chaleur) (Kuttler, 2008) qu'aux alentours; ces caractéristiques auraient pu profiter à l'espèce en favorisant son développement et en augmentant son taux de survie. Un phénomène similaire a été observé pour d'autres espèces, notamment en République Tchèque où Dolný (2000) a capturé, de manière exceptionnelle, plusieurs centaines de *Barypeithes pellucidus* au niveau d'une succession végétale primaire située sur une ancienne zone d'extraction de charbon, qui présentait un échauffement du sol très rapide et des températures journalières moyennes bien supérieures aux milieux adjacents. Si la convergence d'un ensemble de facteurs écologiques et climatiques favorables, qui ont pu agir en synergie, est fort probable, une dernière hypothèse se révèle des plus intéressantes; elle est liée au rôle écologique joué par des agents pathogènes qui entrent en jeu dans la limitation naturelle des populations d'insectes. Il s'agit ici de l'action de champignons cosmopolites et entomopathogènes, tel que *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, ascomycète anamorphe⁴ de la famille des Cordycipitaceae. Cette espèce bien connue, qui croît dans les sols, provoque des maladies chez divers insectes dont les imagos de *Brachysomus echinatus*, principalement en pénétrant par les téguments par attaques enzymatiques de la cuticule (Ferron, 1978). Des échantillonnages menés par Polovinko *et al.* (2010), dans une plaine alluviale de la région de Novossibirsk en Sibérie (Russie), ont révélé que le nombre de *B. echinatus* morts suite à une infection par *Beauveria bassiana* était de un à deux individus par m² de litière forestière et qu'aucun spécimen vivant n'avaient pu être trouvé sur la zone. On peut donc émettre l'hypothèse que ce

champignon, qui participe au contrôle naturel des populations de *Brachysomus*, ait été moins présent, ou moins actif, dans le sol "urbain" des jardins de la zone pavillonnaire car l'occurrence des champignons entomopathogènes n'est pas identique dans les sols de tous les écosystèmes. Par exemple, au Canada, les études ont démontré que ce champignon est bien moins abondant dans les sols agricoles que dans ceux des zones forestières naturelles (Bidochka *et al.*, 1998). En outre, il faut aussi souligner les liens étroits qui existent entre la rhizosphère des plantes et les populations fongiques entomopathogènes: la rhizosphère constitue en effet un micro-environnement clé pour la fixation et le développement des champignons entomopathogènes dans les sols (Bruck, 2010). Il est possible que les végétaux d'ornement présents n'aient peu ou pas de lien avec des espèces de champignons entomopathogènes comme *Beauveria bassiana*; les racines seraient alors plus facilement accessibles aux larves des espèces phytophages. Une expérience réalisée avec un autre entomopathogène, de la même famille que *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin 1883 renforce cette idée. En effet, la colonisation de la rhizosphère du conifère *Picea abies* (L.) H. Karst 1881, grâce à une solution aqueuse de ce champignon, a permis d'éliminer par infection environ 80 % des larves d'une population du curculionide *Otiorhynchus sulcatus* (Fabricius 1775) qui ont été fortement attirées, et ce en deux semaines d'exposition aux racines (Bruck, 2010)!

3. CONCLUSIONS

Si une meilleure connaissance de la biologie et de la phénologie d'un coléoptère comme *Brachysomus echinatus* est un préalable pour comprendre la genèse et le déroulement d'un tel phénomène de prolifération, c'est aussi un intérêt plus grand qui devrait être porté à l'ensemble des organismes qui composent la pédofaune (épigée mais aussi endogée). En effet, ceux-ci représentent une part très importante de la biodiversité terrestre (André *et al.*, 1994; Wall *et al.*, 2010) et jouent un rôle fondamental dans la dynamique des sols (Gobat *et al.*, 2010).

⁴ Anamorphe déf.: en mycologie c'est la forme reproductrice asexuée d'un champignon.

Remerciements

Nous remercions M. Stanislav Benedikt (République Tchèque) pour ses communications bibliographiques ainsi que M. Alain Tonetto du service commun de microscopie de l'Université de Provence (Marseille, France) pour son aide technique lors de la réalisation du cliché de *B. echinatus* présenté dans cet article. Merci également à M. Marc Delbol, spécialiste des coléoptères Curculionidae et collaborateur scientifique à l'Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive de Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège, Belgique), pour ses remarques pertinentes qui ont permis l'élaboration de la version finale de cet article.

Bibliographie

- Alford D.V., Commeau M.-F., Coutin R. & Fraval A. (1994). *Ravageurs des végétaux d'ornement: arbres, arbustes, fleurs*. INRA édition, 3^{ème} édition, 464 p.
- Alonzo-Zarazaga M.A. & Lyal Ch. H.C. (1999). *A World Catalogue of Families and Genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera). (Excepting Scolytidae and Platypodidae)*. Entomopraxis, S.C.P, Barcelona, 315 p.
- André H.M., Notti M.-I. & Lebrun P. (1994). The soil fauna: the other last biotic frontier. *Biodiversity and Conservation* **3**, p. 45-56.
- Balsbaugh E.U. Jr. (1988). Distributions for two Holarctic weevils which are new household pests (Coleoptera: Curculionidae). *Entomological News* **99**(2), p. 102-104.
- Benedikt S. (2001). *Brachysomus rokosensis* sp. n. from Slovakia with remarks on distribution and bionomics of the genus *Brachysomus* in the Western Carpathians Mts. (Coleoptera: Curculionidae). *Klapalekiana* **37**, p. 139-146.
- (2009). Amphigonic populations of the weevil species *Brachysomus echinatus* and *Cathormiocerus aristatus* (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae) in the Western Carpathians. *Klapalekiana* **45**, p. 1-7.
- Bidochka M.J., Kaspersk J.E. & Wild G.A.M. (1998). Occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in soils from temperate and near northern habitats. *Canadian Journal of Botany* **76**, p. 1198-1204.
- Braunert C. (2009). Verzeichnis der Rüsselkäfer Luxemburgs (Coleoptera, Curculionoidea) mit Ausnahme der Borkenkäfer (Scolytinae) und Kernkäfer (Platypodinae). *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* **110**, p. 125-142.
- Bright D.E. & Bouchard P. (2008). *The Insects and Arachnids of Canada, Part 25: Coleoptera, Curculionidae, Entiminae: Weevils of Canada and Alaska Volume 2*. Ottawa, NRC Research Press, 327 p.
- Bruck D.J. (2010). Fungal entomopathogens in the rhizosphere. *BioControl* **55**, p. 103-112.
- Coiffait H. (1960). Les coléoptères du sol. *Vie et milieu*, Bulletin du Laboratoire Arago, supplément **7**, 204 p.
- Commont J., Edwards M. & Arnold E. (2001). *Bedfordshire and Luton Biodiversity Action Plan "The Red Data Book"*, 131 p.
- Dajoz R. (1998). Les insectes forestiers nuisibles. In Technique Et Documentation (Ed.), *Les Insectes et la Forêt: Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier*, p. 149-208.
- Delbol M. (2010). Curculionidae de Belgique. Disponible à <http://www.curculionidae.be/>. Site consulté le 5 novembre 2010.
- Delwaide M. & Thieren Y. (2009). Liste des coléoptères observés dans l'ancienne carrière sablonneuse de Vance (Province de Luxembourg, Belgique). *Faunistic Entomology - Entomologie Faunistique* **62**(1), p. 3-10.
- Dolný A. (2000). Ecological-faunistic characteristics of the communities of beetles (coleoptera) at the coal-mine spoils. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium* **38**, p. 47-77.
- Eklund S. & Larsson E. (2004). *Inventory report on insects depending on logs of Pinus sylvestris*. St Anna, Östergötland, Sweden Final report, University of Linköping, 19 p.
- Elias S.A., Webster L. & Amer M. (2009). A beetle's eye view of London from the Mesolithic to Late Bronze Age. *Geologic Journal* **44**(5), p. 537-567.
- Ellenberg H.H. (1988). *Vegetation Ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, 4^{ème} édition, 753 p.
- Fauna Europea, version 2.2. Disponible à <http://www.faunaeur.org/>. Site consulté le 5 novembre 2010.
- Ferron P. (1978). Biological control of insect pests by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology* **23**, p. 409-442.
- Galford J.R. (1987). Feeding habits of the weevil *Barypeithes pellucidus* (Coleoptera: Curculionidae). *Entomological News* **98**, p. 163-164.
- Gobat J.-M., Aragno M. & Matthey W. (2010). *Le sol vivant: bases de pédologie - biologie des sols*. PPUR, 3^{ème} édition, 817 p.

- Hoffmann A. (1950). *Faune de France* **52**. Coléoptères Curculionides (Première partie). FFSSN, Paris, 486 p.
- Holecová M., Zach P. & Kardošová J. (2002). Epigeické Nosáčky (Coleoptera, Curculionoidea) Dubovo-Hrabových Lesov V Okolí Bratislavy (Jz Slovensko). *Folia Faunistica Slovaca* **7**, p. 39-48.
- Holecová M., Rozek M. & Lachowska D. (2008). Karyotype Analysis of Three Weevil Species from the Genera *Brachysomus* (Boheman, 1845) and *Strophosoma* Billberg, 1820 (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Biologica* (Kraków) **56**(1-2), p. 25-29.
- Huhta V. (2002). Soil macroarthropod communities in planted birch stands in comparison with natural forests in central Finland. *Applied Soil Ecology* **20**, p. 199-209.
- Karjalainen S., Salokannel J. & Albrecht A. (2010). Atlas of the Beetles of Finland. *Brachysomus echinatus* (Bonsdorff, 1785). The Finnish Expert Group On Coleoptera. Disponible à <http://www.luomus.fi/elaintiede/kovakuoriaiset/Maps4/bracechi.pdf>. Site consulté le 14 décembre 2010.
- Konstantinov A.S., Korotayev B.A. & Volkovitch M.G. (2009). Insect Biodiversity in the Palearctic Region, p. 107-143. In: Footitt R.G. & Adler P.H. (Ed.), *Insect Biodiversity: Science and Society*, Wiley-Blackwell, 656 p.
- Kuttler W. (2008). The Urban Climate - Basic and Applied Aspects, p. 233-248. In: Marzluff J.M., Shulenberg E., Endlicher W., Alberti M., Bradley G., Ryan C., Zumbunnen C. & Simon U. (2008). *Urban Ecology. An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*. Springer, 807 p.
- Lachowska D., Kajtoch Ł. & Knutelski S. (2010). Occurrence of *Wolbachia* in Central European weevils: correlations with host systematics, ecology, and biology. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **135**, p. 105-118.
- Lindroth C.H. (1957). *The Faunal Connections between Europe and North America*. John Wiley & Sons, New York, 344 p.
- Majzlan O. (2005). The beetle (Coleoptera) assemblages in various biotopes in the surroundings of the Domica cave (National Park Slovenský kras). *Folia Oecologica* **32**(2), p. 90-102.
- Martikainen P. (2001). Beetles (Coleoptera) caught with pheromones of *Gnathotrichus retusus* and *G. sulcatus* (Col., Scolytidae) in Southern Finland. *Anzeiger für Schädlingskunde* **74**, p. 7-10.
- Mazur M. (2002). The distribution and ecology of weevils (Coleoptera: Nemonychidae, Attelabidae, Apionidae, Curculionidae) in western Ukraine. *Acta Zoologica Cracoviensia* **45**(3), p. 213-244.
- Monguillon E. (1925). Catalogue des Coléoptères observés dans le département de la Sarthe. *Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe* **50**, p. 89-152.
- Morris M.G. & Rispin W.E. (1988). A beetle fauna of oolitic limestone grassland, and the responses of species to conservation management by different cutting regimes. *Biological Conservation* **43**(2), p. 87-105.
- (1997). Broad-nosed weevils: Coleoptera: Curculionidae (Entiminae). Handbooks for the Identification of British Insects. *Royal Entomological Society* **5**, Part 17 a, 106 p.
- Niemelä P. & Mattson W.J. (1996). Invasion of North American Forests by European Phytophagous Insects. *BioScience* **46**(10), p. 741-753.
- Normark B.B. (2003). The Evolution of Alternative Genetic Systems in Insects. *Annual Review of Entomology* **48**, p. 397-423.
- O'Brien C.W. & Wibmer G.J. (1984). Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies, Supplement 1. *Southwestern Entomologist* **9**(3), p. 286-307.
- Ostrauskas H. & Ferenca R. (2010). Beetles (Coleoptera) caught in traps baited with pheromone for *Dendroctonus rufipennis* (Kirby) (Curculionidae: Scolytinae) in Lithuania. *Ekologija* **56**(1-2), p. 41-44.
- Pelletier J. (2005). Catalogue des Curculionoidea de France (Coleoptera). *Biocosme Méditerranéen* **21**(3), p. 75-147.
- Polovinko G.P., Yaroslavtseva O.N., Teshebaeva Z.A. & Kryukov V.Yu. (2010). Dominating Species of Entomophilous Ascomycetes Anamorphs in West Siberia, Primorsky Krai, and Kyrgyzstan. *Contemporary Problems of Ecology* **3**(5), p. 515-521.
- Robinson W.H. (2005). *Urban insects and arachnids: a handbook of urban entomology*. Cambridge University Press, 472 p.
- Sahli F. (1996). Déplacements en masse dans le sud-est de la France chez *Ommatoius sabulosus* (Myriopoda, Diplopoda, Julidae) avec invasions d'habitations. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* **9**(169), p. 587-598.
- Schott C. (2000). *Catalogue et Atlas des Coléoptères d'Alsace*. Tome **11**. Curculionidae 2, Société Alsacienne d'Entomologie, 150 p, 278 cartes.
- Schwert D.P., Anderson T.W., Morgan A., Morgan A.V. & Karrow P.F. (1985). Changes in late

- Quaternary vegetation and insect communities in southwestern Ontario. *Quaternary Research* **23**, p. 205-226.
- Sprick P. & Floren A. (2007). Canopy leaf beetles and weevils in the Białowieża and Borecka Forests in Poland (Col., Chrysomeloidea, Curculionoidea). *Polish Journal of Entomology* **76**, p. 75-100.
- Taylor J.K. (ed). (1998). *Local Biodiversity Action Plan for Nottinghamshire*. Nottinghamshire Biodiversity Action Group. Nottinghamshire County Council, Appendix A: List of Species of Conservation Concern, 18 p.
- Topp W., Kappes H., Kulfan J. & Zach P. (2006). Litter-dwelling beetles in primeval forests of Central Europe: does deadwood matter? *Journal of Insect Conservation* **10**, p. 229-239.
- Varga J. (2008). Analysis of the Bryofauna of Some Moss Species. Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія, *Випуск* **23**, p. 264-265.
- Voisin J.-F. (1994). Catalogue des coléoptères de l'île de France. Fascicule IV: Curculionoidea. *Bulletin de liaison de l'ACOREP*, supplément, n° **19**, 146 p.
- Voolma K., Õunap H., Süda I. & Sibul I. (2003). The diversity and abundance of Coleoptera in intensively managed pine forests and clearings. *Metsanduslikud uurimused* **38**, p. 85-102.
- Wall D.H., Bardgett R.D. & Kelly E.F. (2010). Biodiversity in the dark. *Nature Geosciences* **3**, p. 297-298.
- Williams K.S. & Simon C. (1995). The ecology, behavior, and evolution of periodical cicadas. *Annual Review of Entomology* **40**, p. 269-295.
- Yunakov N.N. (2006). Contribution to a revision of the weevil genus *Brachysomus* Schoenh. (Coleoptera: Curculionidae: Entiminae). Description of new taxa. *Proceedings of the Russian Entomological Society* **77**, p. 294-329.

(57 réf.)