

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**



Au-dessus : femelle de *Megastigmus spermotrophus* (taille réelle : 3 mm).

Grâce à son immense ovipositeur (organe de ponte terminant l'abdomen), la femelle est capable de déposer ses œufs dans les graines en traversant les écailles des cônes de douglas.

En dessous : *Megastigmus spermotrophus* émergeant d'une graine de douglas.



MEGASTIGMUS SPERMOTROPHUS, RAVAGEUR DE GRAINES DE DOUGLAS, ET SES ENNEMIS NATURELS EN WALLONIE

ANNE-CATHERINE MAILLEUX – JEAN-MARC MOLENBERG
JEAN-CLAUDE GRÉGOIRE

Megastigmus spermotrophus est un ravageur de graine d'origine américaine introduit accidentellement en Europe avec son hôte le sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziensis*). Les ravages occasionnés par la larve de cet insecte dans les récoltes de graines réduisent significativement les récoltes de graines en peuplements d'élite ou en vergers à graines. *Megastigmus spermotrophus* est parasité par divers hyménoptères partout en Wallonie ; cependant ces ennemis naturels semblent être actuellement trop peu nombreux pour effectuer un contrôle efficace.

Le sapin de Douglas encore appelé pin d'Oregon, est une essence résineuse particulièrement prisée en Belgique comme dans bien d'autres pays d'Europe. Dans son aire d'origine, la grande ceinture forestière longeant la côte occidentale des États-Unis, le douglas figure parmi les

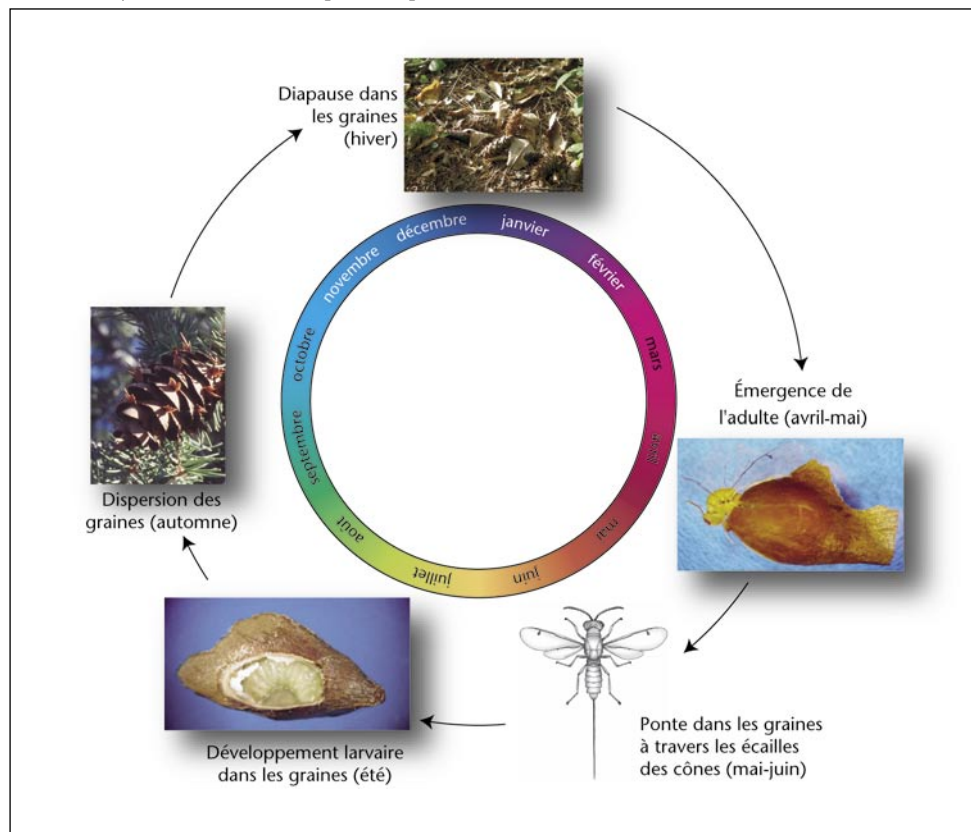
géants et dépasse fréquemment 90 mètres de haut et 3 mètres de diamètre tandis que, dans nos contrées, il atteint humblement la taille de 55 mètres². Même s'il n'occupe aujourd'hui qu'une surface relativement modeste (19 000 hectares en 1996³) soit à peine 3,8 % de la forêt

wallonne, il est de plus en plus clair qu'il est appelé à avoir une grande importance économique. De 1990 à 1999, quelques 537 hectares de douglas ont été plantés en Wallonie. En 2001-2002, les ventes de graines de douglas ont largement dépassées celles de l'épicéa : près de 70 kg de graines de douglas (90 000 graines/kg) ont été écoulés par le comptoir à graine de Marche-en-Famenne (40 kg de graines d'épicéa). La remarquable capacité d'adaptation du douglas à une grande variété de climats et de sols et la qualité de son bois en font une essence très appréciée. De plus, la rusticité de son compor-

tement, sa bonne tolérance à l'élagage et la rapidité de sa croissance expliquent largement pourquoi le douglas est actuellement en Belgique une essence de reboisement capitale.

Un approvisionnement suffisant en graines de qualité constitue de ce fait une préoccupation importante des forestiers d'autant plus que la ressource nationale est limitée. En effet, cet approvisionnement est fortement compromis par un insecte ravageur de graines, *Megastigmus spermotrophus* WACHTL. (Hyménoptère Torymide)⁸. Cet insecte, d'origine amé-

Figure 1 – Cycle de *Megastigmus spermotrophus*.



ricaine, a été introduit accidentellement en Europe et en Nouvelle-Zélande vraisemblablement à l'intérieur de graines importées⁹. *Megastigmus* présente plusieurs caractères adaptatifs facilitant son expansion géographique : 1. la possibilité de rester en diapause larvaire prolongée pendant une période pouvant atteindre 5 ans (diapause = état où l'organisme diminue l'intensité de ses activités métaboliques. On considère que l'animal est en vie ralentie) ; 2. un cycle facultatif de reproduction permettant aux femelles de pondre des mâles sans fécondation préalable (un phénomène appelé parthénogenèse arrhénotoque) ; 3. la possibilité de se développer dans des graines non fertilisées, leur permettant de survivre lors de périodes de faible pollinisation¹². On le rencontre actuellement dans toute l'Europe y compris dans les pays méditerranéens.

Les adultes de *Megastigmus* sont des insectes mesurant de 3 à 3,4 voire 4 mm de long et aisément reconnaissables par la couleur de leur corps variant du jaune orange au jaune foncé. Ils se nourrissent de nectar et de miellat et peuvent vivre jusqu'à quatre semaines. En avril-mai, les *Megastigmus* adultes émergent des graines (illustration du cycle figure 1). La rencontre entre les deux sexes semble se faire au hasard⁶. En mai-juin, la femelle dépose les œufs, directement dans les graines à l'aide de son ovipositeur de grande taille dépassant la longueur du gastre et du thorax réunis. La ponte s'effectue en coïncidence étroite avec certaines phases de développement des cônes, commençant après leur rotation (port érigé à un port pendant) et se terminant avec la fin de leur période de croissance (dans la phase qui précède le

maximum de teneur en eau des cônes). En moyenne, le nombre d'œufs pondus par femelle varie de trois à vingt-six. La larve passe le reste de son développement dans la même graine qu'elle consomme en totalité. Cette larve passe par cinq stades, le cinquième durant jusqu'au printemps. Elle se nymphose dans la graine au début avril ou peut rester en diapause prolongée pendant plusieurs années, en attendant des périodes climatiques plus favorables.

Megastigmus spermatrophus est capable de s'attaquer à plusieurs espèces de *Pseudotsuga* : *P. menziesii* (MIRB.) FRANCO, *P. guinieri* FLOUS, *P. japonica* (SHIR.) BEISSN, *P. macrocarpa* (VASEY) MAYR. De nombreux travaux menés tant en Belgique que dans la plupart des pays d'Europe mettent en évidence un taux de destruction de semences viables variant de 5 à 90 % en France, de 2 à 15 % en Amérique, 100 % en Pologne, de 5 à 70 % en Belgique¹¹⁻⁵. Les graines de douglas ont une forte valeur ajoutée due aux modalités de production dans des peuplements à graines (108 hectares en Wallonie), dans des vergers à graines (11 hectares en Wallonie) ou due aux modalités de récolte (par grimpeurs spécialisés dans les peuplements d'élite). C'est pourquoi plusieurs techniques de lutte contre ce ravageur ont été étudiées et développées.

LUTTE PHYSIQUE

La chaleur

Les larves contenues dans les graines sont soumises à une température de 45 °C pendant 27 heures (pour des graines de 2 ans) et pendant 33 heures (pour des graines de 1 an). Ce traitement est effi-

cace : il tue les larves, ne change pas le taux de germination des graines ou la croissance des semis¹⁰ mais elle demande un sévère contrôle du taux d'humidité des graines.

Les fumigations

Cette technique est efficace mais semble affecter la germination des graines. Ces

Figure 2 – *Mesopolobus spermotrophus*, le principal ennemi de *Megastigmus* (taille réelle : 2 mm). Son ovipositeur étant très court, la femelle ne peut pondre à travers les écailles des cônes. Elle n'a accès aux graines que lors de l'ouverture du cône, à la fin de l'été.



deux techniques ne permettent pas de lutter préventivement contre le ravageur.

LUTTE CHIMIQUE

La lutte contre *Megastigmus* s'est, en général, limitée à des traitements insecticides. Les différents traitements efficaces contre *Megastigmus spermotrophus* sont la Cyperméthrine (Cerbere®), le Fenvalerate, le Malathion, l'Azinphosméthyle, le Diméthoate (Cygon). Le Diméthoate doit être évité car il diminue la germination du pollen et semble phytotoxique pour certains clones de douglas. Certains autres insecticides se sont révélés inefficaces tels les implants* d'Acéphate (Acecap®) et la Cyfluthrine (Baythroid®). Une des difficultés liées à la pratique des insecticides réside dans l'estimation précise de la période d'application, celle-ci devant avoir lieu après la période de pollinisation afin d'éviter l'élimination des insectes pollinisateurs. Cela est d'autant plus difficile que les peuplements sont composés d'un mélange de clones dont certains présentent des périodes de pollinisation tardives proches des périodes d'attaque des ravageurs. Un autre inconvénient est qu'une pulvérisation d'insecticides régulière pourrait aboutir à la sélection de lignées d'insectes résistants. De même, les risques de phytotoxicité envers le cône et les graines incitent à n'utiliser ces traitements chimiques qu'en dernier recours¹.

* Les implants sont des capsules insérées à l'intérieur de l'arbre. L'insecticide est ainsi libéré directement dans le xylème. Il sont utilisés pour lutter contre de nombreuses espèces d'insectes.

L'ampleur des ravages de *Megastigmus* était due, croyait-on, à l'absence quasi totale d'ennemis naturels en Europe⁷. La seule espèce connue était le parasitoïde *Mesopolobus spermotrophus*⁴ (figure 2) (un parasitoïde est un insecte dont la larve vit sur, ou dans sa proie et s'en nourrit. La proie survit jusqu'au terme du cycle du parasitoïde et puis meurt). Cependant, les populations de parasitoïdes ont été probablement sous-estimées jusqu'ici parce que les échantillonnages ont été établis à partir des récoltes commerciales de cônes de douglas, lesquelles ont lieu très précocement, alors que les cônes sont encore fermés, ceci afin d'éviter de perdre des graines. Or, les femelles des parasitoïdes de *Megastigmus*, contrairement à leur hôte, semblent incapables de pondre à travers les écailles des cônes et n'ont accès aux graines que lors de l'ouverture du cône, au terme de l'été. Les résultats des recensements précédents étaient donc faussés car les récoltes avaient lieu bien avant la ponte des parasitoïdes.

Afin de préciser le rôle et l'importance des ennemis naturels de ce ravageur de graines, nous avons donc effectué des prélèvements tardifs (de mars à mai) de cônes de l'année précédente gisant sur le sol dans de nombreux peuplements répartis dans toute la Wallonie. Une fois les cônes séchés, les graines en ont été extraites avant d'être placées à 20 °C en laboratoire, ce qui a provoqué l'émergence de tous les insectes, ravageurs et parasitoïdes. Nos prélèvements en 2003 et 2004 révèlent la présence de *Megastigmus spermotrophus* dans plus de 98 % des sites



Figure 3 – *Brasema urozonus*, un ennemi naturel de *Megastigmus spermotrophus* (taille réelle : 2,5 mm).



Figure 4 – *Anogmus hohenheimensis*, un ennemi naturel de *Megastigmus spermotrophus* (taille réelle : 2,5 mm).

visités. L'intensité des dégâts varie selon les années : en 2003 et 2004, en moyenne, 16 et 5 % des graines contenaient des insectes. Cette intensité est aussi variable (de 0 à 55 %) en fonction des sites, tant en 2003 qu'en 2004. Les sites les plus at-

taqués se situent à plus de 300 mètres, en Haute-Ardenne.

Un résultat inattendu est que les parasitoïdes sont, eux aussi, présents dans la majorité des sites inspectés. Les parasitoïdes les plus abondants sont *Mesopolobus spermatrophus* (figure 2) et *Mesopolobus americanus*. Ont émergé aussi quelques *Brasema urozonus* (figure 3) et *Anogmus hohenheimensis* (figure 4). En 2003 et 2004, *Mesopolobus spermatrophus* était présent sur tous les sites explorés. Aucun des trois autres parasitoïdes récoltés n'avait jamais été signalé en Europe comme inféodé à *M. spermatrophus*. Malgré leur omniprésence, les parasitoïdes semblent peu importants en nombre : en 2001 et 2002, ils n'éliminent respectivement que 8 et 17 % de la population de *Megastigmus*. À ce jour, il semble qu'ils ne soient pas assez nombreux pour contrôler les populations du ravageur.

Tous ces insectes parasitoïdes méritent cependant une étude approfondie, afin d'évaluer leurs potentialités comme agents régulateurs des populations de *Megastigmus*. Il convient d'abord d'examiner très soigneusement les caractéristiques biologiques de chaque espèce : coïncidence de cycles, exigences climatiques, exigences écologiques, comportement, écologie chimique. Ensuite, un examen approfondi des conditions de vie des diverses espèces permettra peut-être de comprendre comment favoriser leur succès. On sait par exemple que certains parasitoïdes ont besoin de se nourrir au stade adulte de nectar floral ou de pollen, que d'autres espèces ont besoin d'hôtes alternatifs pour survivre avec une proie primaire fluctuante. L'Amérique du Nord, zone d'origine de *Megastigmus spermatrophus*, demeure une

source potentielle d'ennemis naturels pour le ravageur exotique. Les prospections réalisées par Alain Roques (INRA, Station forestière d'Orléans) au Canada et aux USA ainsi que par nous même ont permis l'identification de quatre espèces de parasitoïdes : *Mesopolobus spermatrophus*, *Mesopolobus americanus*, un *Eurytoma* spp et un *Brasema* nr *brevicauda*. En 2002, des adultes de *Mesopolobus americanus*, espèce absente de France actuellement mais présente en Belgique, ont été lâchés par l'équipe d'Alain Roques près d'un verger à graines de douglas. Le lâcher réalisé dans les vergers français semble avoir diminué le nombre de *Megastigmus spermatrophus* émergeant l'année suivante. Affaire à suivre... D'autres moyens de lutte préventive pourraient être envisagés tels l'utilisation des différences de sensibilité clonale à *Megastigmus* ou la récolte de tous les cônes des vergers avant la chute annuelle afin d'éviter de constituer un réservoir de ravageurs interne.

Le contrôle biologique de cette espèce est important dans la perspective d'une protection durable des ressources génétiques de l'essence douglas mais également pour bien d'autres conifères. En effet, *Megastigmus* est un genre regroupant des espèces potentiellement très invasives dont les caractéristiques biologiques sont similaires à celles de *Megastigmus spermatrophus*. On pourrait donc assister à l'avenir à des invasions de ravageurs détruisant les graines des autres espèces de conifères. Comme le commerce de matériel reproductif (graines, fruits) est en augmentation constante en Europe, de nouvelles invasions par des ravageurs exotiques sont à redouter. Ces invasions de nouveaux ravageurs sont d'autant plus probables que la législation concernant l'importation de

Peut-on compter sur les prédateurs actuellement découverts pour diminuer les dégâts aux graines ou bien se limitent-ils à contrôler les populations ?

Les parasitoïdes découverts en Belgique ne semblent pas assez nombreux pour contrôler les populations ni pour diminuer les dégâts aux graines. Il est possible que l'on trouve un parasitoïde plus efficace aux États-Unis mais cela ne peut être affirmé avec une totale certitude. En effet, outre-Atlantique, *Megastigmus* suscite peu d'intérêt de la part des gestionnaires et des autorités. Les dégâts qu'il provoque sont dès lors moins étudiés et donc moins connus. Les raisons de cette différence d'attitude entre les États-Unis et les pays européens tiennent en trois points :

1. Aux États-Unis, en cas de problème occasionné par un insecte, une majorité de propriétaires n'hésiteraient pas à utiliser des insecticides en grandes quantités. Les forêts se situant assez loin des habitations, cela pose moins de problème qu'en Europe.
2. Vu la surface des forêts nord-américaines, même si un important pourcentage de graines était détruit, il en resterait suffisamment pour assurer les nouvelles plantations.
3. La recherche d'un bois de qualité est moins poussée qu'en Europe occidentale. Chez nous, chaque hectare de forêt est connu, soigné, rentabilisé au maximum et entouré de toute notre attention. Les surfaces forestières nord-américaines sont telles qu'une pareille politique ne serait pas envisageable.

Bref, la situation est tout à fait différente de celle que nous connaissons. En Belgique, nos besoins de graines sont orientés vers des arbres déjà acclimatés. De plus, nous attendons de ces graines qu'elles engendrent des arbres de qualité supérieure vu le peu d'espace dont nous disposons.

Les populations de Megastigmus sont-elles mieux contrôlées aux USA ?

Des études récentes menées par Alain Roques, réalisées sur trois ans, abondent dans ce sens. Il a montré que, aux États-Unis, les insectes (*Megastigmus* et parasitoïdes) sont mieux synchronisés. Il faudrait donc importer des insectes, contrôler leur spécificité et, le cas échéant, décaler leur émergence afin que les insectes importés soient synchrones avec nos pestes. Cela demande un contrôle de la diapause que nous n'avons pas actuellement.

Il ne peut être exclu que les parasitoïdes découverts lors de notre étude en Région wallonne se multiplient à l'avenir et qu'ils parviennent enfin à contrôler les populations de *Megastigmus*. C'est le souhait de toute notre équipe.

matériel biologique présente de grandes lacunes en Europe. ■

BIBLIOGRAPHIE

- ¹ ANNILA E. [1973]. Chemical control of spruce cone insects in seed orchards. *Commun. Inst. For. Fenn.* **78**(1) : 1-25.
- ² CLAESSENS H., THIBAUT A., RONDEUX J. [1996]. *Le Douglas en Belgique*. Faculté des

- Sciences agronomiques de Gembloux, Centre de Recherche et de Promotion Forestière (I.R.S.I.A.) et le Ministère des Classes Moyennes de l'agriculture, section Ecologie, 141 p.
- ³ FRANKLIN A., BOINON M., DE CANNIÈRE C. [1998]. Le Douglas en province de Luxembourg : état de la ressource. *Silva Belgica* **105** : 7-14.
 - ⁴ HUSSEY N.W. [1955]. The life-histories of *Megastigmus spermatrophus* WACHTL (*Hymenoptera* : *Chalcidoidea*) and its principal parasite,

with descriptions of the developmental stages. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* **2** : 133-151.

- ⁵ MOLENBERG J.M. [1996]. *Répartition spatiale de Megastigmus spermotrophus en milieu forestier*. Travail de fin d'études, Graduat en Agronomie (Institut provincial d'Enseignement supérieur pédagogique et agricole de La Reid), réalisé à l'Université Libre de Bruxelles, 111 p.
- ⁶ OSTERMEYER R. [1990]. *Étude de la spécificité du choix de l'hôte chez les insectes des cônes et graines colonisant les essences de résineux français et exotiques présents à l'arboretum des Barres*. Institut National de la Recherche Agonomique (Orléans), 84 p.
- ⁷ RAPPAPORT N.G., ROQUES A. [1991]. Resource use and clonal differences in attack rate by *Megastigmus spermotrophus* WACHTL colonizing Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [MIRB.] FRANCO) cones from Interior France. *Can. Entomol.* **123** : 1 219-1 228.
- ⁸ ROQUES A. [1981]. Biologie et répartition de *Megastigmus spermotrophus* WACHTL. (Hymenoptera : Chalcidoidea Torymidae) et des autres insectes liés aux cônes dans les peuplements et vergers à graines français de sapin de Douglas *Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO. *Acta Oecol. Oec. Appl.* **2** : 161-180.
- ⁹ ROQUES A., SKRZYPZYNSKA M. [2003]. Seed-infesting chalcids of the genus *Megastigmus Dalman* (Hymenoptera : Torymidae) native and introduced to the West Palearctic region : taxonomy, host specificity and distribution. *J. Nat. Hist.* : 127-238.
- ¹⁰ RUTH D.S., HEDLIN A.F. [1974]. Temperature treatment of douglas-fir seeds to control the seed chalcid *Megastigmus spermotrophus* WACHTL. *Can. J. Forest Res.* **4** : 441-445.
- ¹¹ TOMBUYES F. [1993]. *Étude de Megastigmus spermotrophus* (Hymenoptera : Torymidae) en tant que parasite des graines de Douglas dans le verger de Fenffe et les peuplements avoisinants. Travail de fin d'études en Agronomie, Université Libre de Bruxelles, 78 p.

- ¹² VON ADERKAS P., ROUAULT G., WAGNER R., CHIWOCHA S., ROQUES A. [2005]. Multinucleate storage cells in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (MIRBEL) FRANCO) and the effect of seed parasitism by the chalcid *Megastigmus spermotrophus* WACHTL. *HEREDITY* **94** : 616-622.

Nous remercions le personnel de la Division de la Nature et des Forêts (Région wallonne), Direction des Ressources forestières, qui nous a élégamment autorisé à effectuer des travaux de terrain dans toute la Wallonie. Nous remercions également MM. A. Roques, A. Servais, O. Desteucq, D. Jacques, M. De Proft ainsi que MM. H. Lecomte et P. Auquière pour leur aide et leur soutien. Merci également à Gaëtan Daine pour son aide lors de la récolte des cônes et le tri des graines. Cette étude est financée par la Région wallonne (projet PDR, Mesure n° 6, 1.1.2).

ANNE-CATHERINE MAILLEUX

amailleu@ulb.ac.be

Écologie Sociale,

Université Libre de Bruxelles,

CP 231

Boulevard du Triomphe

B-1050 Bruxelles

JEAN-MARC MOLENBERG

JEAN-CLAUDE GRÉGOIRE

Lutte Biologique et Écologie Spatiale,

Université Libre de Bruxelles,

CP 160/12

avenue Franklin Roosevelt, 50

B-1050 Bruxelles