

Le dendroctone de l'épicéa en France : situation et mesures de lutte en cours

H. Pauly (antenne spécialisée du DSF)

Introduction

Dendroctonus micans (Kugelann) est probablement originaire de l'est sibérien. Espèce inféodée au genre épicéa, elle migre vers l'ouest depuis plusieurs décennies. Arrivé dans le Nord-Est de la France à la fin du dix-neuvième siècle, le dendroctone s'est dans un premier temps propagé naturellement dans les pessières autochtones les plus proches (Vosges, Jura, Alpes). Les importants travaux d'enrésinement effectués après la dernière guerre mondiale ont favorisé l'extension de son aire de distribution.

La régulation des populations de dendroctone est essentiellement réalisée par son prédateur spécifique, *Rhizophagus grandis* Gyll., un coléoptère Rhizophagidae. Si les dégâts occasionnés par le dendroctone sont mineurs lorsque celui-ci se trouve en présence de son prédateur, ils sont considérables en son absence. La lutte biologique est la meilleure parade, tant sur le plan économique que de l'efficacité technique, pour enrayer la prolifération de ce ravageur. Des opérations de lutte ont été conduites récemment en France dans différentes régions.

Biologie



Larves de dendroctone dans la chambre familiale sous corticale.

Les femelles fécondées partent à la recherche d'un arbre hôte afin d'effectuer leur ponte. En France les attaques de dendroctone n'ont été notées par le DSF que sur épicéas commun et de Sitka. L'état de santé de l'arbre ne semble pas intervenir dans le choix du dendroctone : pourvu d'une résistance notable à la résine et aux effets toxiques des monoterpènes émis par l'arbre en guise de défense (Everaerts et al., 1988), le dendroctone est un ravageur primaire. Il s'installe généralement au sein d'arbres parfaitement sains et de préférence sur des arbres de diamètre important. On observe toutefois que l'état d'affaiblissement général des peuplements, du fait d'une mauvaise adaptation à la station, de choix sylvicoles inadaptés, ou lié à des conditions climatiques difficiles, est un facteur favorisant les pullulations de l'insecte. En particulier, dans le Jura, il semble que le dendroctone attaque préférentiellement les arbres affaiblis par des dégâts d'exploitation. De même des observations effectuées en Normandie montrent que le dendroctone attaquerait préférentiellement des arbres ayant subi un élagage artificiel. Un lien a été mis en évidence dans certains pays (Grégoire, 1988) entre les attaques de l'insecte et l'infestation des arbres par certains champignons (*Heterobasidion annosum* et *Armillaria* sp.). De

même une étude danoise (Bejer, 1985) établit une relation entre deux phénomènes de pullulation et les importants stress hydriques à la fois estivaux et hivernaux qui les ont précédés.

La ponte est déposée au fond d'une galerie maternelle située au collet de l'arbre, voire sur les racines émergentes, ou sur le tronc jusqu'à une hauteur de 8 à 10 mètres. Les hauteurs préférentielles des attaques semblent varier en fonction des régions concernées : si dans la majorité des cas les attaques sont plutôt basales, elles se portent préférentiellement dans la partie supérieure de la grume en Normandie. En Grande Bretagne les attaques de dendroctone sont majoritairement distribuées au niveau de la couronne (Nicholas J. Fielding et al., 1997).

Après éclosion, les larves vont se nourrir du phloème et du cambium de l'arbre infesté. L'ensemble des larves issues de la même ponte va se développer au sein d'une même chambre sous corticale. Un tel comportement grégaire favoriserait la résistance de l'espèce aux réactions de défense de l'arbre. C'est également dans cette chambre larvaire sous corticale qu'a lieu l'accouplement : c'est un phénomène typique d'endogamie

La résine, émise par l'arbre qui réagit à l'agression, mêlée aux déjections des larves et à la sciure, s'écoule par l'entrée de la galerie maternelle en formant un grumeau de résine caractéristique qualifié de « praline », indiquant la présence de l'espèce. Le nombre de pralines par arbre donne une idée de l'importance de l'infestation.

Dynamique des populations et régulation par prédation

Selon que l'on est ou pas dans une zone anciennement colonisée par le dendroctone, les attaques, liées à l'importance des populations, sont plus ou moins spectaculaires. En effet, les populations de dendroctone sont naturellement régulées par un coléoptère *Rhizophagus grandis*, qui est un prédateur monophage : il se nourrit uniquement de dendroctones (œufs, larves et adultes immatures).

Aussi, la présence de *Rhizophagus grandis* dans un peuplement donné est-elle inféodée à celle de sa proie. Toutefois, les capacités de dissémination à longue distance de *Rhizophagus grandis* sont plus faibles que celles de *Dendroctonus micans* si bien que l'expansion de l'aire de présence du dendroctone est plus rapide que celle de son prédateur. Cela donne lieu à des dégâts importants sur les zones où ce ravageur prolifère en l'absence de régulation, et ceci pendant la dizaine d'années nécessaires au prédateur pour rejoindre sa proie.



***Rhizophagus grandis* adulte dévorant une larve de dendroctone**

De tels cas de dynamique explosive des populations, avec de fortes conséquences pour les peuplements d'épicéas, jalonnent l'histoire de cet insecte au cours de l'extension de son aire de répartition. En France, ces pullulations

ont été favorisées par la création de vastes pessières équiennes et mono spécifiques dans le Massif central après la seconde guerre mondiale sous l'impulsion du Fond Forestier National. Dans les peuplements dépassant un certain diamètre, l'arrivée du dendroctone a été marquée par des pullulations successives, provoquant d'énormes dégâts, avant que la mise en œuvre de moyens de lutte coordonnés et suffisants ne parviennent à ramener les populations d'insectes à un stade endémique (et les dégâts à un seuil acceptable).

Dégâts causés aux peuplements –

Les dégâts causés par le dendroctone aux peuplements sont liés à la consommation de l'assise cambiale par les larves : la destruction d'une ou plusieurs plages de ce tissu entraîne une perte de



croissance locale générant un méplat au niveau de la partie lésée, un défaut lié à la cicatrisation de l'assise cambiale et un affaiblissement de l'arbre.

Lorsque ses populations sont régulées par *Rhizophagus grandis*, le dendroctone se comporte en espèce discrète ne générant que de très faibles dégradations dans les peuplements d'épicéas. Les arbres attaqués subissent toutefois un stress qui peut être mis à profit par des ravageurs ou des pathogènes secondaires. De plus, la partie lésée constitue une zone de moindre résistance mécanique du fût : le risque de bris de la tige sous l'action du vent s'en trouve accru.

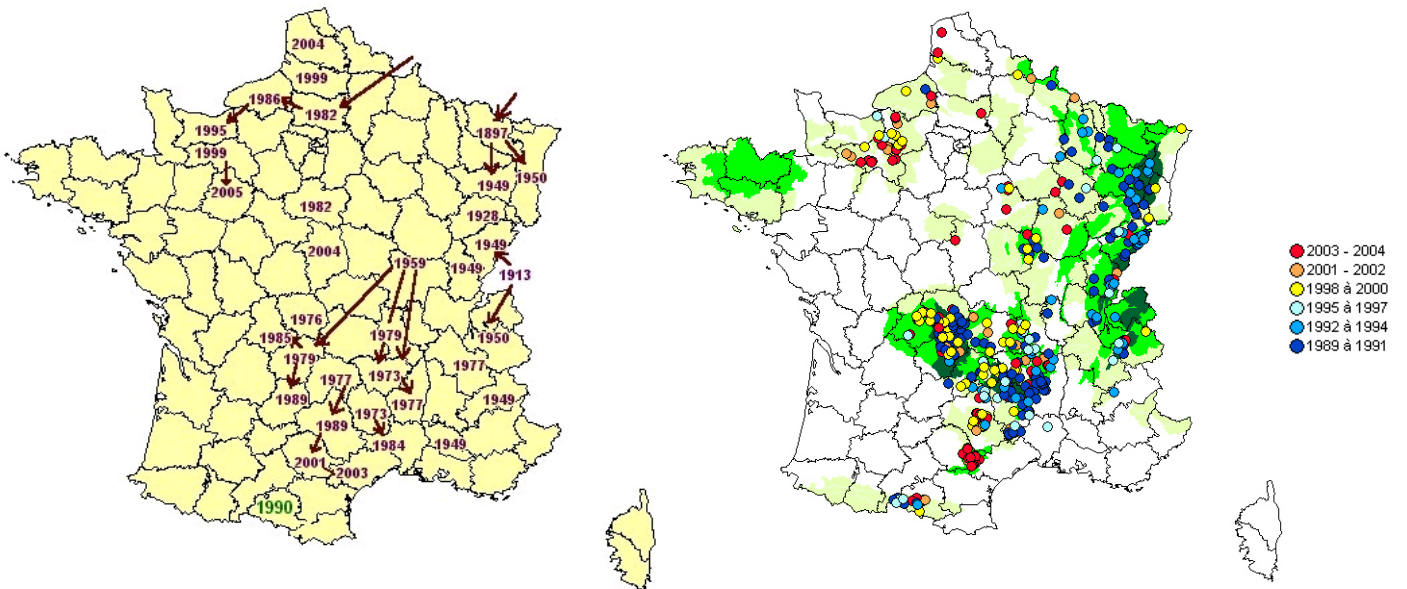
En cas d'attaque plus importante, la multiplication du nombre de chambres familiales sous-corticales forme autant de zones de destruction du cambium et du phloème. Les tissus conducteurs peuvent aussi être rendus non fonctionnels par des champignons associés au dendroctone ou suite à des réactions de défense de l'arbre. La détérioration de la circulation de la sève sur la totalité de la circonférence de la tige provoque de façon inéluctable la mort de l'arbre. Toutefois ce dernier scénario n'a lieu que dans les zones de forte pullulation du dendroctone, c'est-à-dire au niveau des fronts de progression de ce scolyte.

Les études menées par des chercheurs bruxellois

Au sein de l'Université Libre de Bruxelles, le laboratoire dirigé par J. C. Grégoire mène depuis plusieurs années des études sur la biologie de *Dendroctonus micans* et de son prédateur spécifique *Rhizophagus grandis*. Il s'intéresse actuellement aux mécanismes chimiques qui régissent les relations entre les deux espèces. Il apparaît qu'au sein des chambres familiales qui contiennent les larves de dendroctone, le mélange de résine, de sciure et des déjections des larves constitue un ensemble attractif pour les *Rhizophagus*. Les composés chimiques volatils qui en émanent (kairomones) sont reconnus par le prédateur et lui permettent de localiser sa proie. De même des médiateurs chimiques issus de ce mélange agissent sur les *Rhizophagus* en stimulant leur ponte. La spécificité moléculaire de ces composés est à la base de l'efficacité de la régulation naturelle des populations de dendroctone. La maîtrise de la synthèse artificielle de ces kairomones permet d'utiliser ces molécules dans les dispositifs de suivi par piégeage spécifique.

Distribution géographique

Les cartes ci-dessous rendent compte, dans le temps, de la progression géographique en France de l'aire de présence du dendroctone. Arrivé en France à la fin du dix-neuvième siècle, cet insecte colonise actuellement à peu près tout le territoire métropolitain pourvu d'épicéas.



Régions IFN présentées selon les surfaces en épicéas commun et Sitka
Surface d'épicéa en Ha par région IFN

20 000 - 60 000	(10)
5 000 - 20 000	(32)
500 - 5 000	(79)
0 - 500	(188)

Carte de gauche : dates d'arrivée de *Dendroctonus micans* dans différents départements retraçant la progression géographique en France de l'aire de répartition de l'espèce.
Carte de droite : observations de dendroctone par les correspondants observateurs du DSF. Les dates mentionnées ne correspondent pas toujours à celle de l'arrivée du ravageur.

Longtemps cantonné dans les peuplements naturels d'épicéa des Vosges, du Jura et du Nord des Alpes, le dendroctone fait sa première apparition sur les flancs de l'Aigoual en 1949, profitant des reboisements du massif cévenol, où il trouve probablement des épicéas de diamètre adapté à ses exigences biologiques. Le reste du Massif-Central n'est colonisé que plus tardivement, par le nord-est du massif, probablement une fois que les peuplements d'épicéas introduits (reboisements d'après guerre) ont atteint une taille suffisante. Sa progression devient alors régulière vers le sud ouest : en 2001 il atteint le sud de l'Aveyron et le Tarn, en 2003 la frange ouest de l'Hérault. Un cheminement identique est observé dans le nord-ouest de la France avec l'arrivée de l'insecte en Haute Normandie via la Picardie, elle-même probablement atteinte de proche en proche par les populations venant de Belgique. La Basse-Normandie sera à son tour colonisée (exception faite de la Manche), et en 2005 l'insecte fait son apparition dans la Sarthe. Les départements du centre de la France, pourvus de boisements épars d'épicéas, semblent faire l'objet d'une colonisation plus aléatoire. L'éloignement des peuplements les uns des autres rend la progression de l'insecte moins systématique. Dans les Pyrénées, l'apparition d'un nouveau foyer de dendroctone en Ariège et en Haute-Garonne en 1989 est certainement la conséquence de transports de bois contaminés. Depuis cette introduction, l'insecte s'est légèrement propagé vers l'est. Actuellement, parmi les régions et départements relativement boisés en épicéa, seuls les suivants sont indemnes de ce scolyte : la Bretagne, la Manche, l'extrémité sud de l'arc alpin, l'ouest du piémont pyrénéen et la Montagne Noire, massif à cheval sur les départements du Tarn, de l'Aude et de la Haute Garonne.

Méthodes de lutte

La lutte contre le dendroctone comprend deux volets complémentaires, intervention sylvicole et lutte biologique, qui doivent en pratique être mis en œuvre de manière coordonnée de façon à obtenir une efficacité suffisante : les coupes sanitaires ont pour objectif de diminuer rapidement les niveaux de population et la lutte biologique permet ensuite de les maintenir durablement à un niveau très bas, aucune nouvelle intervention n'étant alors nécessaire. Lorsque la lutte sylvicole n'est pas mise en œuvre et que les populations de dendroctone sont importantes, la lutte biologique à elle seule ne suffit pas à la ramener à un niveau endémique.

La lutte sylvicole consiste à repérer le plus précocement possible les tiges attaquées (recherche de pralines), puis à les exploiter, à les débarder et à détruire les insectes avant leur envol. Dans le cas de faibles attaques, des éclaircies sanitaires peuvent être pratiquées, mais pour des attaques plus importantes des coupes rases sont nécessaires. Cette intervention a pour objectif de faire baisser le niveau de la population par l'exploitation et l'enlèvement rapide des arbres infestés : un stockage prolongé des produits pourrait permettre aux larves d'achever leur cycle de développement et de réinfester les peuplements environnants. L'écorçage des arbres abattus demeure la méthode la plus sûre pour s'assurer de l'élimination immédiate des larves mais aussi pour éviter que le transport des grumes infestées ne favorise l'émergence de nouveaux foyers dans des peuplements encore indemnes. Si l'écorçage sur coupe est aujourd'hui une technique désuète en raison de son coût, on peut penser que le travail des abatteuses qui conduit à une élimination partielle de l'écorce constitue un progrès en matière de lutte contre cet insecte.

La lutte biologique consiste à introduire des populations de *Rhizophagus grandis* dans les peuplements d'épicéas attaqués où il fait défaut. Cette introduction artificielle a pour objectif de raccourcir le délai (d'environ 10 ans en conditions naturelles) entre l'arrivée du dendroctone dans une zone, et celle de son prédateur. Cette technique a été pratiquée dans les années 70 et 80 en Lozère et dans le Gard lors de l'arrivée du dendroctone dans le Massif Central ainsi qu'en Seine Maritime (1986). Puis les efforts se sont portés en Margeride et dans le Limousin. Depuis, les années 90, des lâchers ont été pratiqués en Normandie, en Ariège, en Aveyron et plus récemment dans le Tarn, l'Orne et la Sarthe, les prédateurs étant fournis par un élevage réalisé à l'Université Libre de Bruxelles. Si les zones de lâchers sont classiquement situées sur le front de progression du ravageur, il arrive que des foyers de population à comportement épidémique se réaniment en arrière du front, comme ce fut le cas en Margeride une vingtaine d'années après l'arrivée de l'insecte.



Enfin, le contrôle des flux de grumes contaminées pourrait permettre une meilleure maîtrise des populations de dendroctone par rapport aux quelques régions encore non infestées : en effet les tiges exploitées en coupe sanitaire, transportées vers des zones de transformation, peuvent être à l'origine de nouveaux foyers d'infestation à partir des larves présentes dans les grumes stockées. C'est de cette manière que l'on explique l'introduction du dendroctone au Royaume Uni en 1982.

Des opérations de lutte biologique menées en Normandie et au sud du Massif-Central

La basse Normandie et le sud du Massif central constituent actuellement, compte-tenu de l'arrivée récente de l'insecte et de la présence de peuplements d'épicéas encore non contaminés à proximité, les principales zones d'extension de l'aire du dendroctone. Aussi, des prospections systématiques sur le terrain y ont été réalisées en 2003 et 2004, afin de repérer les massifs forestiers attaqués : elles ont montré, en régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon, que les peuplements d'épicéas de Sitka étaient nettement plus sensibles aux attaques du dendroctone que les peuplements d'épicéas communs. A la suite de ces enquêtes spécifiques, des opérations de lâchers de *Rhizophagus* ont été mises en œuvre dans le but de limiter les dégâts aux peuplements. Ces introductions sont réalisées selon deux méthodes: un lâcher de type inoculatif à raison de 20 insectes par hectare est opéré afin de conforter les populations de prédateurs déjà en place suite à des lâchers antérieurs, alors que les zones situées sur le front de progression ont fait l'objet d'un lâcher de type inondatif à raison de 100 insectes par hectare visant à implanter les populations de prédateurs. Ainsi, en 2004, 17400 *Rhizophagus* ont été lâchés sur 29 sites dans le Tarn, 8700 sur 28 sites en Aveyron et 6000 dans l'Orne sur 100 sites.

En cours d'année 2005, les campagnes de lâchers (Sarthe, Tarn, Aveyron, nord-ouest du département de l'Hérault) ont connu des difficultés d'approvisionnement en insectes, du fait de l'infestation de l'élevage de l'Université Libre de Bruxelles par un champignon du genre *Beauveria* qui a provoqué d'importantes mortalités et interrompu le cours des livraisons. Le laboratoire concerné étant actuellement le seul en mesure de fournir des *Rhizophagus*, cette contamination bactérienne pourrait, si elle n'est pas éradiquée, compromettre durablement les opérations de lutte biologique menées en France contre le dendroctone.

Par ailleurs, les sites dans lesquels des lâchers ont déjà été effectués font l'objet d'un suivi. L'installation sur les sites concernés de pièges à kairomone spécifiques du *Rhizophagus* permet de vérifier si, un an après, l'implantation du prédateur est réussie. Des pièges ont également été disposés en amont du front pour permettre, en cas de capture, de démontrer l'éventuelle colonisation du milieu par le dendroctone, la présence du prédateur révélant celle de la proie.

En Normandie, les piégeages ont révélé en 2004 la présence de *Rhizophagus* dans le nord du département de l'Orne et son absence dans le sud, ce qui correspondait alors au positionnement estimé du front de progression. Les pièges installés dans les Côtes d'Armor n'ont capturé aucun *Rhizophagus* confirmant l'absence du ravageur en Bretagne..

Sur la bordure sud-ouest du Massif-Central, les pièges ont été implantés en 2005. Dans le Tarn, 15 sites sont équipés chacun de 20 pièges (5 sites en zone contaminée ayant fait l'objet de lâchers en 2004, 5 sites en zone contaminée sans lâchers et 5 sites en zone non contaminée). En Ariège, 2 dispositifs de 10 pièges chacun ont été installés dans la zone contaminée depuis le début des années 90

De tels suivis doivent être poursuivis pendant plusieurs années pour apprécier l'efficacité des opérations de lâchers de prédateurs. En effet, on estime qu'une régulation stabilisée des populations du dendroctone n'est réellement acquise que dans un délai d'environ 7 à 9 ans après les lâchers inoculatifs.

A l'avenir, il pourrait être intéressant d'effectuer des lâchers de *Rhizophagus* dans les zones situées en avant de la limite supposée du front d'infestation : la confirmation, un an après, de la présence du prédateur constituerait la preuve de celle du dendroctone. On suppose en effet que privé de sa proie, ce prédateur monophage ne pourrait survivre pendant une durée aussi longue. La mise en œuvre de cette technique assez simple pourrait présenter un intérêt pratique



considérable : la recherche de dendroctone donne lieu aujourd'hui à une phase de terrain lourde, coûteuse et assez incertaine. Seules les très fortes attaques conduisent à des mortalités d'épicéas facilement repérables. De ce fait, la prospection des peuplements en avant du front doit être réalisée selon un maillage assez fin pour être fiable, les indices (pralines) étant relativement discrets. Si la technique du piégeage se révèle fiable et suffisamment sensible, elle pourrait alléger considérablement le dispositif de lutte.

Une autre technique envisageable, mais a priori plus difficile à faire accepter par les sylviculteurs, consisterait à réaliser des lâchers conjoints du prédateur et de sa proie dans les zones boisées en épicéa et encore indemnes de dendroctone : outre l'économie importante réalisée sur la phase de recherche d'indice de présence en avant du front, on éviterait la phase potentielle de pullulation du ravageur, l'équilibre biologique entre les deux espèces s'instaurant plus rapidement.

Conclusion

La progression d'est en ouest de l'aire de répartition du dendroctone, et plus particulièrement en France du nord-est vers le sud-ouest, génère régulièrement des dégâts importants aux peuplements situés au niveau du front d'infestation. Au cours des dernières décennies, le souci de protection des milieux et des peuplements a conduit le monde forestier et scientifique à mettre au point une technique préventive de lutte biologique, par l'introduction du prédateur au fur et à mesure de la progression du ravageur.

Sous réserve qu'elle puisse à l'avenir continuer à être mise en œuvre (ce qui nécessite de fiabiliser la production des prédateurs en élevage), cette technique est particulièrement intéressante, du fait de la spécificité des relations entre le *Rhizophagus* et le dendroctone. C'est ainsi un exemple inédit de lutte biologique mise en œuvre dans le monde forestier européen, et la seule pour lutter contre un scolyte.

Références bibliographiques

Legrand Ph. (1991). Lutte biologique en Auvergne-Limousin. *Rev. Sc. Nat. d'Auvergne*, 56, pp. 49-57

Legrand Ph., Durand Ph. (1999). Lutte en Forêt domaniale de la Croix-de-Bor (Lozère). Département de la Santé des Forêts (1999). *Les Cahiers du DSF, 1-1999*, (La santé des forêts [France] en 1998), Min. Agri Pêche (DERF), Paris, pp. 40-43

Baisier M. (1990). Biologie des stades immatures du prédateur *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Rhizophagidae). *Université Libre de Bruxelles*, pp. 1-195

Everaerts C., Grégoire J.-C., Merlin J. (1988). The toxicity of norway spruce monoterpenes to two bark beetle species and their associates. Pp.335-344 in W.J.Mattson, J.Lévieux and C.Bernard-Dagan (Eds.), *Mechanisms of Woody Plant Defenses Against Insects*, Springer Verlag, New-York.

Grégoire J.-C. (1988). The Greater European Spruce Beetle. In *Population Dynamics of Forest Insects*. Berryman, A. A. (Ed). Plenum : New-York, pp. 455-478

Grégoire J.-C., Baisier M., Drumont A., Dahlsten D.-L., Meyer H., Francke W. (1991). Volatile compounds in the larval frass of *Dendroctonus valens* and *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae) in relation to oviposition by the predator, *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae). *Journal of Applied Entomology* 17: pp. 2003-2020



- Grégoire J.-C., Couillien D., Krebber R., König W. A., Meyer H., Francke W.** (1992). Orientation of *Rhizophagus grandis* (Coleoptera : Rhizophagidae) to oxygenated monoterpenes in a species-specific predator-prey relationship. *Chemoecology* 3: pp. 14-18
- King C.-J., Fielding N.-J.** (1989). *Dendroctonus micans* in Britain - its biology and control. Forestry Commission : London, 19 p.
- Meurisse N.** (2003). Etude par piégeage de la distribution de *Rhizophagus grandis* Gyll. *Université Libre de Bruxelles*, pp. 1-76
- Miller M., Moser J.-C., Mcgregor M., Grégoire J.-C., Baisier M., Dahlsten D.-L., Werner R. A.** (1987). Potential for biological control of native North American *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America* 80: pp. 417-428
- Tondeur A.** (1976). Phéromones des scolytides : synthèse bibliographique et contribution à l'étude du système de communication entre *Dendroctonus micans* Kug. et *Rhizophagus grandis* Gyll. *Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux*, pp. 1-131
- Tvaradze M. S.** (1977). [Using *Rhizophagus grandis* to control *Dendroctonus micans*] in Russian. In *Sb.Nauch.rabot po lzuch.B.E.Luboeda v Gruzii, Tbilisi*, 3: pp. 56-61
- Vastiau K.** (1996). Localisation de *Dendroctonus micans* Kug. (Coloptera: Scolytidae) par son prédateur spécifique *Rhizophagus grandis* Gyll (Coleoptera: Rhizophagidae). *Université Libre de Bruxelles*, pp. 1-89
- Wyatt T. D., Phillips A. D. G., Grégoire J.-C.** (1993). Turbulence, trees and semiochemicals: wind-tunnel orientation of the predator, *Rhizophagus grandis*, to its barkbeetle prey, *Dendroctonus micans*. *Physiological Entomology* 18: pp. 204-210

