Chapitre 8

Épidémiologie des scolytes de l'épicéa et de leurs ennemis naturels

Jean-Claude Grégoire, Évelyne Hougardy, Jean-Marc Molenberg et Nathalie Warzée

Les tempêtes de décembre 1999 ont procuré aux scolytes ravageurs de l'épicéa des ressources considérables. Dans un premier temps, les chablis, volis et chandelles ont été colonisés sans difficulté. Par la suite, les énormes populations ainsi formées s'en sont prises à des arbres sur pied, occasionnant des pertes sérieuses (Nageleisen, chapitre 5). Parallèlement, les ennemis naturels des scolytides, prédateurs et parasitoïdes, ont aussi connu une croissance démographique.

Suivi des populations de scolytes

L'objectif de notre étude a été de suivre ce processus depuis sa naissance dans une série de sites frappés par les tempêtes dans lesquels il a été décidé par le gestionnaire de ne prendre aucune mesure sanitaire, assurant ainsi des conditions optimales au développement des scolytes et des entomophages (tableau 8.1). Les populations d'ennemis naturels ont d'abord été suivies directement sur les arbres attaqués, par prélèvement d'échantillons d'écorce infestée (entre 2000 et 2002) deux fois par an, ce qui correspond aux deux générations annuelles de ces insectes. Lorsque les arbres attaqués ont commencé à faire défaut, l'étude s'est poursuivie (en 2003 et 2004) à l'aide de rondins exposés sur les sites à l'attaque des scolytes. Ici aussi, deux séries de rondins ont été suivies. Comme cette approche diffère de la première, les résultats sont présentés séparément.

Enfin, une étude distincte a concerné l'influence de la composition spécifique des peuplements sur l'abondance du prédateur *Thanasimus formicarius* (2001-2004). Les adultes de cette espèce répondent particulièrement bien aux médiateurs chimiques produits par leurs proies (kairomones) ; des réseaux de pièges à kairomones ont donc été déployés dans divers sites. Le tableau 8.1 fournit une description des sites suivis. Un site belge notoirement bien peuplé de parasitoïdes a été inclus dans les relevés de 2003 à titre de « témoin » destiné à fournir une estimation de la validité de la méthode des rondins-pièges.

IA_LFFT_MEP.indd 111 19/03/2009 14:14:55

Tableau 8.1. Sites expérimentaux et mesures effectuées.

Site (département) période d'étude	Altitude	Essences dominantes	Types de mesures
Forêt domaniale de Hanau (57) 2001-2004	260 m	Chênes > pins > hêtres > épicéas	Pièges à kairomones
Forêt domaniale de Steinbach (67) 2000-2004	260 m	pins > épicéas = chênes	Pièges à kairomones Disques d'écorce Rondins-pièges
Forêt domaniale des Deux Lacs (68) 2000-2004	1 100 m	épicéas	Pièges à kairomones Disques d'écorce
Forêt domaniale de Guebwiller (68) 2000-2004	1 100 m	hêtres > épicéas > érables = sapins	Pièges à kairomones Disques d'écorce Rondins-pièges
Forêt domaniale du Donon (67) (« La chatte pendue ») 2002-2004	900 m	épicéas > sapins > hêtres	Disques d'écorce Rondins-pièges Pièges à kairomones
Forêt communaule de Wellin (Luxembourg belge) 2003	340 m	épicéas	Pièges à kairomones Rondins-pièges

Ips typographus et parasitoïdes sur arbres attaqués au cours des années 2000 à 2002

Matériel et méthodes

Trois disques d'écorce de 1 dm² ont été prélevés à l'emporte-pièce (figure 8.1) sur chaque face du tronc de chablis ou d'arbres attaqués sur pied, à 5, 15, 35, 65, 85 et 95 % de la longueur attaquée (Gonzalez *et al.*, 1996), à un moment où les scolytes et les parasitoïdes étaient au stade nymphal ou prénymphal. Ces échantillons ont été ramenés au laboratoire. Les insectes émergents ont été comptés.

Figure 8.1. Prise d'échantillons à l'emporte-pièce. (photo xxxx)

IA_LFFT_MEP.indd 112 19/03/2009 14:14:55

En 2000 et en 2001, l'étude s'est déroulée en forêt domaniale de Steinbach (68), en forêt domaniale de Guebwiller (67) et en forêt communale des Deux Lacs (67). En 2002, des échantillons ont aussi été prélevés en forêt domaniale du Donon, au lieu-dit La chatte pendue (tableau 8.1).

Résultats et discussions

Parasitoïdes

Six espèces d'hyménoptères ectoparasites ont été recensées : deux braconides, *Coeloides bostrichorum* (figure 8.2a, planche 10) et *Dendrosoter middendorffi* et quatre ptéromalides, *Roptrocerus xylophagorum* (figure 8.2b, planche 10), *Rhopalicus tutela* (figure 8.2c, planche 10), *Roptrocerus mirus* et *Dinotiscus eupterus* (Hougardy et Grégoire, 2001 ; Grégoire *et al.,* 2003). Le taux global de parasitisme a varié d'arbre en arbre, de site en site et d'année en année, sans montrer d'augmentation au cours du temps (tableau 8.2). Les espèces dominantes ont également varié selon les arbres, les sites et les relevés.

Tableau 8.2. Taux global de parasitisme (%) dans les quatre sites suivis (nombres d'arbres échantillonnés).

Période de test	Taux global de parasitisme dans les sites suivis (%)				
	Deux Lacs	Donon	Guebwiller	Steinbach	Total
Juillet 2000	8,00 (3)	–	1,66 (3)	1,32 (4)	3,48 (10)
Octobre 2000	2,51 (8)	–	2,75 (4)	14,63 (5)	6,18 (17)
Juillet 2001	2,85 (5)	–	5,94 (5)	4,48 (5)	4,26 (15)
Octobre 2001	14,99 (9)	–	3,25 (5)	4,17 (2)	7,87 (16)
Juillet 2002	0,24 (9)	6,74 (6)	–	–	1,96 (15)
Octobre 2002	–	9,94 (6)	15,03 (3)	3,10 (4)	6,32 (13)

Ips typographus

La figure 8.3 présente l'évolution des densités de populations de typographe dans chacun des sites. Le nombre d'*Ips typographus* produits n'est jamais très différent du nombre d'*Ips typographus* total (scolytes + scolytes parasités), ce qui montre que l'impact du parasitisme n'est pas très élevé.

À Steinbach (figure 8.3a), la population d'*Ips typographus* a augmenté de manière continue durant les deux années comme l'attestent l'augmentation de la densité entre juillet 2000 et octobre 2001 et de la longueur moyenne attaquée entre juillet 2000 et juillet 2001. À Guebwiller (figure 8.3b), les densités d'attaque sont restées constantes, tout comme la longueur moyenne attaquée. Dans le site des Deux Lacs (figure 8.3c), une augmentation importante de la densité de population est observée entre 2000 et 2001, alors que la longueur moyenne attaquée reste relativement constante. Ces résultats suggèrent que des populations importantes étaient déjà en place à Guebwiller, et s'y sont maintenues jusqu'en 2001 (voir aussi la figure 8.6b, planche 12), tandis que ces populations se construisaient plus lentement dans les deux autres sites.

IA_LFFT_MEP.indd 113 19/03/2009 14:14:55

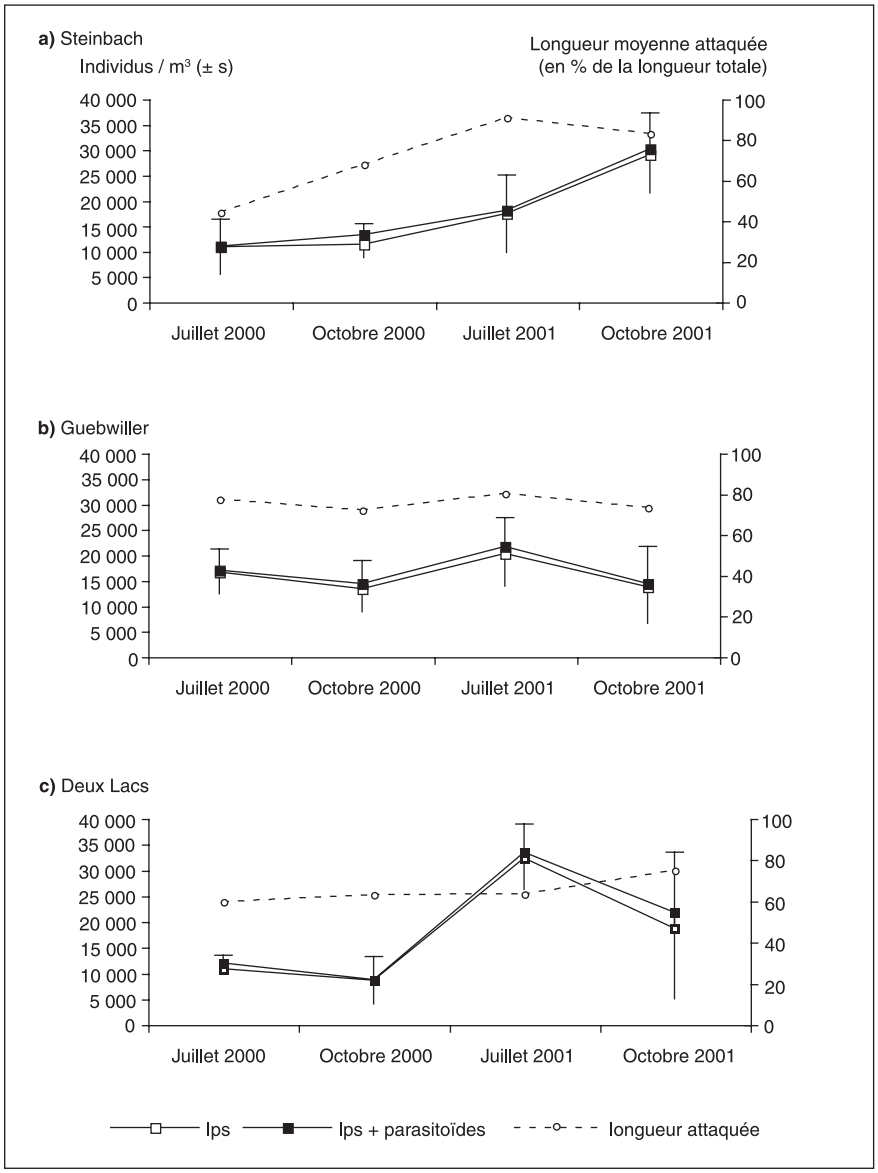

Figure 8.3. Évolution des densités de population (nombre *d'Ips typographus* / m³) et de la longueur attaquée dans les différents sites.

Barres d'erreur : Ips / m³ : +s ; Ips + parasitoïdes/m³: –s

IA_LFFT_MEP.indd 114 19/03/2009 14:14:55

Parasitoïdes et prédateurs mesurés sur rondins-pièges en 2003 et 2004

Matériels et méthodes

Des rondins (hauteur, 40 cm ; diamètre moyen, 20 cm), prélevés sur un arbre vivant fraîchement abattu et paraffinés sur les tranches lors de l'abattage et préalablement infestés au laboratoire (mai 2003), ou auxquels un attractif avait été fixé en vue d'obtenir une infestation en forêt (juillet 2003, juin 2004, août 2004) ont été exposés à la colonisation par les scolytes et les ennemis naturels, puis ramenés au laboratoire et installés en cages d'émergence (figure 8.4). Les rondins de chaque série ont chaque fois été ramenés en deux groupes : la première moitié un mois après l'installation, pour un décompte des prédateurs (plus précoces que les parasitoïdes), la seconde moitié deux mois après installation, pour un décompte des parasitoïdes.

Pour comparaison avec un site attaqué depuis longtemps (1996) et à haut niveau de parasitisme, un lot de rondins a aussi été déposé en mai 2003 à Wellin, en Belgique (tableau 8.1).

L'impact des différents ennemis naturels a été calculé à partir des décomptes sur chaque rondin, en appliquant un coefficient d'impact à chaque entomophage compté : 1 par parasitoïde ; 60 pour chaque larve de *Thanasimus formicarius* (Kenis *et al.,* 2004) ; 6 par

Figure 8.4. Installation de rondins-pièges à Steinbach. (photo xxxx)

IA_LFFT_MEP.indd 115 19/03/2009 14:14:55

larve de *Medetera* (Wermelinger, 2004) ainsi que, par extrapolation, pour chaque larve de *Lonchaea* et de *Rhizophagus*. De même, les *Pityogenes chalcographus* présents ont été convertis en « équivalents *Ips typographus* » en se fondant sur des équivalences pondérales mesurées (un individu d'*Ips typographus* pèse autant que 15 *P. chalcographus*).

Résultats et discussion

L'impact des ennemis naturels a été élevé en juin 2003 sur le site belge et à Steinbach, ainsi qu'à Guebwiller en juillet 2003 (figure 8.5a, planche 11). Les prédateurs ont prédominé déjà en 2003, mais les parasitoïdes ont également été actifs, en particulier à Guebwiller en juin 2003 et à Wellin au printemps et en automne 2003 (figure 8.5b, planche 11). Cette stabilité plus élevée des parasitoïdes à Wellin est difficile à expliquer (d'autant qu'il n'y a qu'un seul site et pas de répétitions dans le temps), mais ces résultats particuliers valident la méthode des rondins-pièges. L'impact des ennemis naturels, très marqué au cours de l'été de l'année 2004 (figure 8.5c), était surtout lié à un accroissement numérique des prédateurs, *Medetera* spp. (Diptera, Dolichopodidae) à Guebwiller (figure 8.6a, planche 12), *Medetera* spp. et *Thanasimus formicarius* (Coleoptera, Cleridae) à Steinbach (figure 8.6b, planche 12).

▸▸ Étude particulière de *Thanasimus formicarius*

Des travaux récents (Warzée et Grégoire, 2003 ; Warzée, 2005) montrent que *Thanasimus formicarius* (figure 8.7, planche 10) est plus abondant dans les peuplements comportant du pin qu'en pessière pure. Des résultats encore non publiés suggèrent qu'il se reproduit mieux dans l'écorce épaisse des pins que dans l'écorce fine des épicéas, d'où des rapports prédateurs / proies plus élevés dans les peuplements mixtes pin et épicéa, et une redistribution des populations de *T. formicarius* à partir de peuplements « sources » avec pins vers des peuplements « puits », sans pins. La mobilité du prédateur lui permet aussi bien de circuler entre pins et épicéas dans un peuplement mélangé que de migrer vers la pessière pure à partir de pins présents dans des peuplements voisins. Les sites dévastés par les tempêtes de 1999 dans les Vosges offraient une opportunité de tester l'hypothèse du développement préférentiel en présence de pin, tout en mesurant la réponse numérique du prédateur en conditions de pullulation du typographe (Warzée *et al.*, 2006).

Matériels et méthode

Dix pièges-bouteilles (figure 8.8) ont été installés dans chacun des cinq sites en avril et retirés à la fin d'octobre chaque année pendant la période 2001 à 2004. La source attractive était constituée d'ipsdiénol racémique (Phero Tech, Colombie britannique), d'*exo*-brevicomine (Phero Tech), ainsi que d'une préparation commerciale de méthyl-buténol et de *cis*-verbénol (Pheroprax, Cyanamid Agrar). Les pièges ont été relevés toutes les deux à trois semaines.

Résultats et discussions

Dès après la tempête, les captures d'*Ips typographus* ont été plus élevées à Deux lacs et Guebwiller (épicéa majoritaire, voir tableau 8.1) qu'à Hanau et à Steinbach (figure 8.9),

IA_LFFT_MEP.indd 116 19/03/2009 14:14:56

Figure 8.8. Piège-bouteille. (photo N. Warzée)

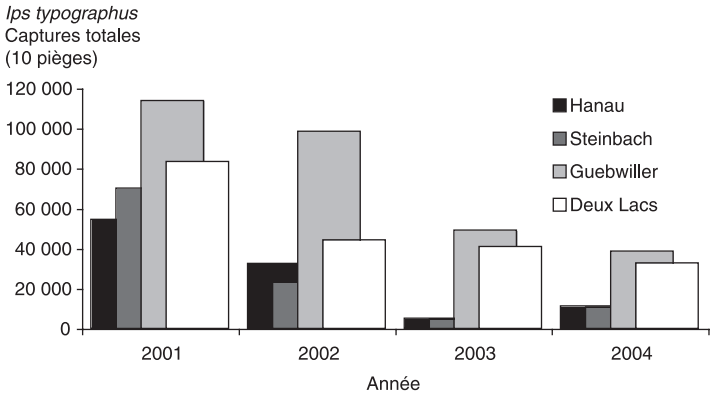

Figure 8.9. Captures totales *d'Ips typographus* dans les 4 sites suivis.

tandis que les captures de *Thanasimus formicarius* étaient plus élevées à Hanau et à Steinbach, qui comportent du pin (figure 8.10). Les prédateurs étaient donc plus nombreux dans les deux sites comportant du pin dès le début de la pullulation qui suit la tempête. En revanche, les effectifs d'*Ips typographus* étaient d'emblée plus réduits dans ces deux sites, ce qui peut refléter une moindre abondance locale d'arbres attaquables, puisque les essences sont mélangées. La combinaison des deux effets (abondance de prédateurs, faibles populations de typographes) a abouti à une plus rapide stabilisation de ces derniers. Le tableau 8.3 montre à cet égard l'évolution du rapport des captures *Ips typographus* / *Thanasimus formicarius*. Ce rapport décroît considérablement avec le

IA_LFFT_MEP.indd 117 19/03/2009 14:14:56

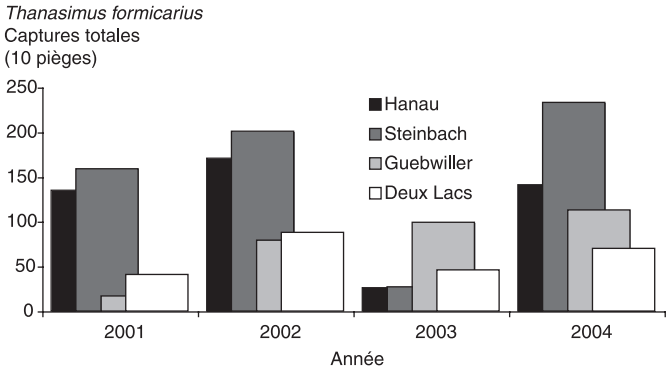

Figure 8.10. Captures totales de *Thanasimus formicarius* dans les 4 sites suivis.

Tableau 8.3. Ratios des captures *Ips typographus* / *Thanasimus formicarius* de 2001 à 2004.

Sites	captures *Ips typographus* / *Thanasimus formicarius*			
	2001	**2002**	**2003**	**2004**
Hanau	404	191	196	80
Steinbach	441	115	180	46
Guebwiller	6 693	1 248	495	343
Deux Lacs	2036	503	892	468
Donon	–	808	878	1 067

temps dans quatre des cinq sites (sauf au Donon, pour lequel nous n'avons cependant pas de données en 2001), mais est nettement plus bas, dès le départ, dans les deux sites comportant du pin, Hanau et Steinbach. La réduction observée des populations de typographes dans quatre sites n'est cependant pas liée à une disparition des ressources. En effet, de nombreux épicéas vivants y subsistaient encore fin 2004.

Il existe une relation inverse significative entre les captures de *T. formicarius* et celles d'*Ips typographus* (figure 8.11). Ceci suggère un impact important de ce prédateur, dont on sait par ailleurs que chaque adulte consomme 1 à 2 scolytes adultes par jour, que chaque femelle peut produire une centaine d'œufs et que chaque larve consomme une soixantaine de larves de scolytes (Kenis *et al.*, 2004).

Conclusions

Notre étude montre qu'après une période de latence d'un an, les populations de typographes ont crû et se sont maintenues à des niveaux élevés durant quatre ans dans trois des cinq sites suivis. Dans les deux autres sites, qui comportent du pin, on observe cependant une forte décroissance des populations à partir de 2003, tandis que le prédateur *Thanasimus formicarius* y est, lui, capturé en abondance. Une étude plus large, comportant de nombreuses placettes avec différentes compositions en essences, devrait permettre

IA_LFFT_MEP.indd 118 19/03/2009 14:14:56

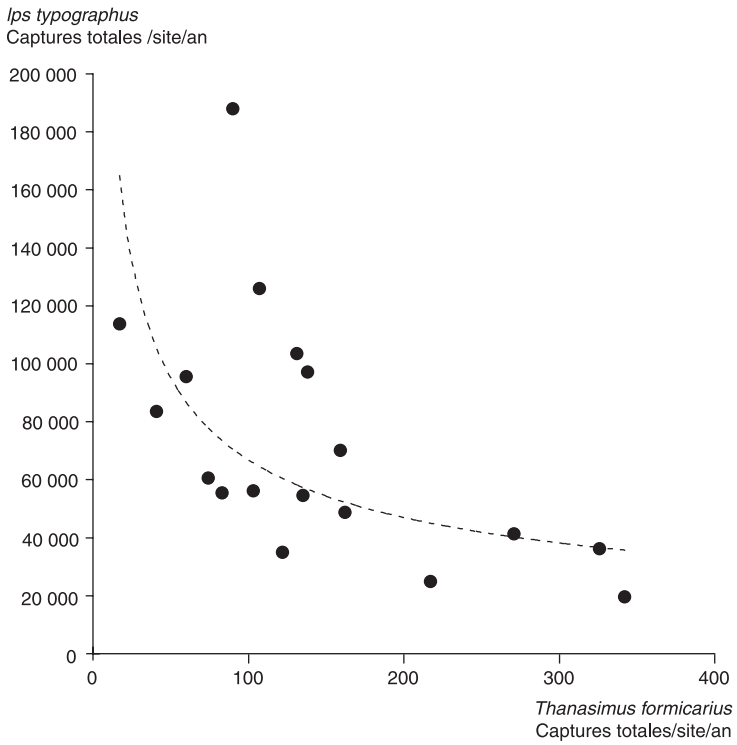

Figure 8.11. Lien entre les captures de *Thanasimus formicarius* et les captures d'*Ips typographus*. Chaque point représente la somme des captures d'un an dans un site.

d'étayer l'hypothèse selon laquelle, en présence de pin, *Thanasimus formicarius* est plus abondant et régule plus efficacement les populations de typographes. Cette étude a été réalisée en 2005 et les résultats sont en cours de traitement.

D'une manière plus générale, nos résultats suggèrent qu'à moyen terme (4-5 ans), les prédateurs (coléptères et diptères) gagnent en abondance et exercent un impact prédominant. Diverses espèces d'hyménoptères parasitoïdes, *Coeloides bostrichorum*, *Dendrosoter middendorffi*, *Roptrocerus xylophagorum*, *Rhopalicus tutela, Roptrocerus mirus* et *Dinotiscus eupterus* sont également présents dans tous les sites, en proportions variables selon les arbres, les sites, et les années, sans qu'aucune tendance ne soit mise en évidence, dans le temps ou dans l'espace. Durant les deux premières années (2000-2001), leur impact se révèle très faible dans les sites suivis ; en 2003, on observe un certain poids des parasitoïdes au printemps à Guebwiller, mais par la suite ce sont les prédateurs qui prédominent.

Références bibliographiques

Gonzalez R., Grégoire J.C., Drumont A., de Windt N., 1996. A sampling technique to estimate within-tree populations of preemergent *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 120: 569-576.

IA_LFFT_MEP.indd 119 19/03/2009 14:14:57

Grégoire J.-C., Warzée N., Hougardy E., 2003. Suivi des parasitoïdes et des prédateurs du typographe dans les Vosges à la suite des tempêtes de décembre 1999 : premiers résultats de trois années d'observations. *In* ministère de l'Agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales (DGFAR), Les cahiers du DSF, 1-2003/2004 (La santé des forêts [France] en 2002). Paris, ministère de l'Agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales (DGFAR), p. 72-75.

Hougardy E., Grégoire J.C., 2001. Bark-beetle parasitoids population surveys following storm damage in spruce stands in the Vosges region (France). *Integrated Pest Management Reviews*, 6(3-4): 163-168.

Kenis M., Wermelinger B., Grégoire J.C., 2004. Research on parasitoids and predators of Scolytidae in living trees in Europe – a review. *In* Lieutier F., Day K., Battisti A., Grégoire J.C., Evans H. (eds.). *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis*. Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer, p. 237-290.

Warzée N., 2005. Prey unpredictability and unfavourable host trees influence the spatial distribution of the polyphagous predator *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae). Thèse de doctorat en Sciences, Bruxelles, Université Libre de Bruxelles, 113 p.

Warzée N., Gilbert M., Grégoire J.C., 2006. Predator/prey ratios: a measure of bark-beetle population status influenced by stand composition in different French stands after the 1999 storms. *Annals of Forest Sciences*, 63: 301-308.

Warzée N., Grégoire J.C., 2003. Biodiversité forestière et ennemis naturels des scolytes: le cas exemplaire de *Thanasimus formicarius*. *Forêt Wallonne*, 66 : 2-6.

Wermelinger B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67-82.

Remerciements

Nous remercions les collègues du département de la Santé des forêts (L.M. Nageleisen, J. Poirot, J.Ch. Reuter, T. Roussel) et de l'ONF (D. Adam, A. Brocard, F. Durmann, M. Mathieu, M. Muller, G. Peter, P. Schlosser, H. Schmuck et P. Stoquert) pour leur aide à différents niveaux de ce travail. À l'Université libre de Bruxelles, nous remercions O. Brahy, T. Defrance, T. Drouet, E. Ferreiro, S. Noël, P. Obsomer, J. Oversteyns, F. Piel, M. Rouart, J. Steurs, S. van Looy, pour leur assistance sur le terrain et au laboratoire.

IA_LFFT_MEP.indd 120 19/03/2009 14:14:57