



Les arbres touchés par le dépérissement des pousses du frêne sont souvent visibles de loin.

Photo: Mischa Hauswirth

Résistance croisée à l'agrile et aux champignons chez le frêne

Le frêne est menacé par deux espèces invasives différentes; un champignon asiatique, également connu sous le nom de dépérissement des pousses du frêne ou chalarose, ainsi que l'agrile du frêne qui, selon les modèles, devrait atteindre la Suisse dans quelques années.

Michael Eisenring* | Les ravageurs et les agents pathogènes exotiques envahissants font des ravages dans les forêts du monde entier. Il en résulte des coûts écologiques et économiques considérables. La graphiose de l'orme, le chancre de l'écorce du châtaignier ou la pyrale du buis en sont des exemples. Heureusement, les arbres disposent d'un arsenal de mécanismes

de défense chimiques et morphologiques qui leur permettent de se défendre contre les organismes nuisibles. En raison du nombre croissant d'espèces exotiques introduites, les arbres sont souvent menacés par plusieurs organismes nuisibles, souvent très différents. Peu de recherches ont été menées pour savoir si, dans une telle situation, les arbres peuvent recourir efficacement à des mécanismes de défense qui, dans l'idéal, tiennent en échec plusieurs organismes nuisibles simultanément (mécanismes dits de résistance croisée).

Le frêne (*Fraxinus excelsior*), une essence très importante pour la Suisse sur le plan écologique et économique, est menacé par deux organismes nuisibles envahissants. D'une part, plus de 90% des frênes sont atteints par la chalarose du frêne. L'agent pathogène est un champignon originaire d'Asie appelé *Hymenoscyphus fraxineus* (Faux cèdre blanc) (figure 1). D'autre part, le frêne est menacé par l'agrile du frêne (*Agrilus planipennis*). Introduit en Russie depuis l'Asie de l'Est, cet insecte se propage lentement mais sûrement en direction de l'Europe occidentale. Les

*Michael Eisenring est collaborateur scientifique en santé des forêts et en entomologie forestière des interactions biotiques au WSL.

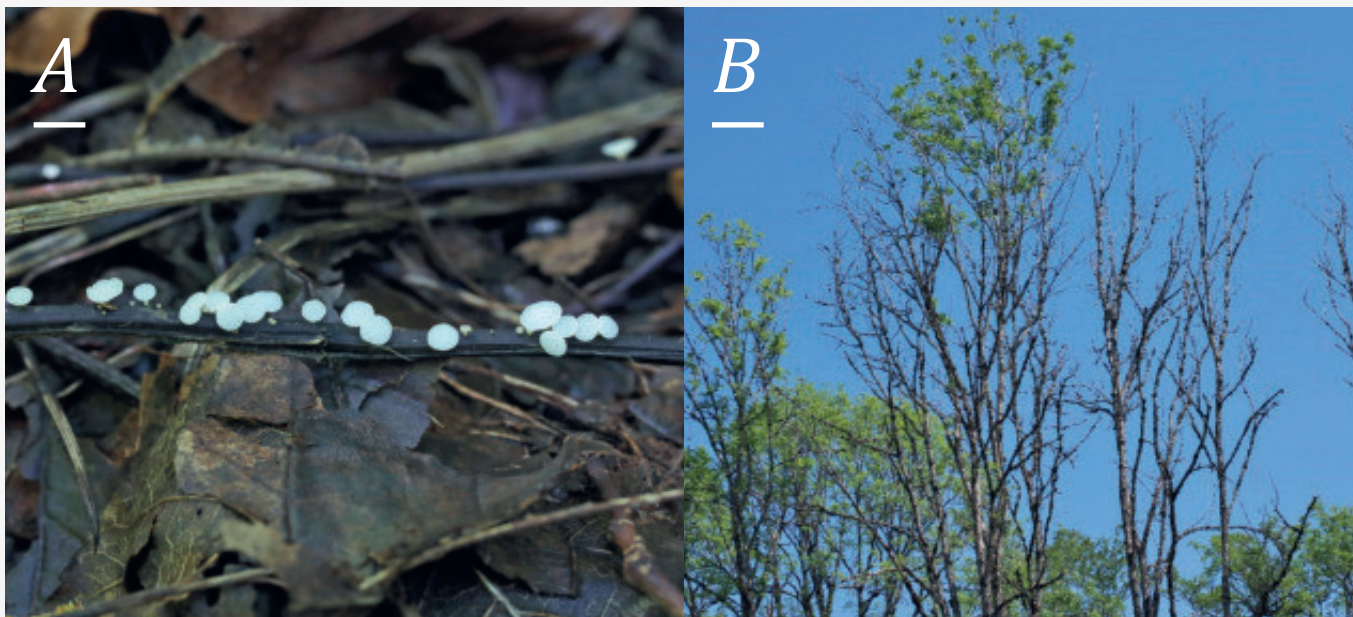


FIGURE 1

Hymenoscyphus fraxineus est un champignon ascomycète importé d'Asie et l'agent pathogène du dépérissement des pousses de frêne ou charlarose. **A)** Sur les rachis foliaires tombés dans la litière du sol, *H. fraxineus* forme des fructifications blanches en été. **B)** Le dépérissement progressif des pousses provoqué par la charlarose entraîne un éclaircissement du houppier en cas de forte infestation.

Photo: V. Queloz

larves qui se développent sous l'écorce sont mortelles pour les frênes (figure 2). C'est ce que montrent des chiffres provenant des États-Unis, où l'agrile a provoqué la mort de plus de 53 millions de frênes rien que dans le Michigan, l'Ohio et l'Indiana au cours des six premières années depuis son apparition.

Il est intéressant de constater que tous les frênes ne présentent pas la même susceptibilité au dépérissement des pousses du frêne. On trouve régulièrement des frênes isolés qui ne présentent aucun symptôme de la maladie ou seulement des symptômes minimes, bien qu'ils soient entourés d'arbres atteints. De tels arbres résistants sont d'une grande valeur, tant du point de vue écologique que sylvicole, car ils pourraient assurer la pérennité du frêne et des organismes qui en dépendent dans les zones infestées par le champignon. Il est probable que le frêne en Suisse soit menacé dans un avenir proche par l'agrile du frêne, en plus du dépérissement des pousses du frêne. Si les arbres qui montrent une résistance accrue à la charlarose présentent également une résistance croisée à l'agrile du frêne, une promotion ciblée de frênes résistants à la charlarose pourrait en même

temps ralentir la propagation de l'agrile et permettre la conservation du frêne.

Y a-t-il une résistance croisée?

Afin d'étudier si les frênes résistants à la charlarose présentent également une résistance accrue à l'agrile du frêne, nous avons collecté des branches, ci-après nommées «pousses», de frênes matures présentant

Les arbres résistants sont importants tant du point de vue écologique que sylvicole.

une résistance accrue à la charlarose, d'une part, et de frênes très susceptibles au champignon, d'autre part. Nous avons récolté des pousses saines et exemptes d'infestation dans dix régions différentes réparties dans toute la Suisse. Dans chacune des régions, un arbre résistant à la charlarose et un arbre susceptible ont été échantillonnés. Nous avons également utilisé des pousses provenant du Danemark et de Suède. De chaque arbre, plusieurs

pousses ont été greffées sur des porte-greffes de frêne de deux provenances. Nous avons ensuite confronté les arbres greffés au champignon de la charlarose ainsi qu'à l'agrile du frêne dans la serre de haute sécurité (niveau de sécurité 3) de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL.

Il s'est avéré que les frênes qui présentaient moins de symptômes de dépérissement des pousses du frêne sur le terrain (<25% de défoliation du houppier due à l'attaque fongique) étaient en moyenne aussi plus résistants aux larves de l'agrile du frêne. 18 jours après la date d'éclosion, les larves qui se sont développées dans les arbres résistants à la charlarose étaient 40 à 50% plus légères que celles qui se sont développées dans des arbres susceptibles (figure 3 A). Les larves se sont également développées plus lentement sur les frênes résistants à la charlarose que sur les frênes susceptibles. Des résultats similaires ont été obtenus pour les larves qui ont pu se développer pendant 45 jours sur des frênes résistants ou susceptibles (figure 3 B). Dans un deuxième temps, des greffons de frêne suisses ont été infectés de manière ciblée par l'agent pathogène du

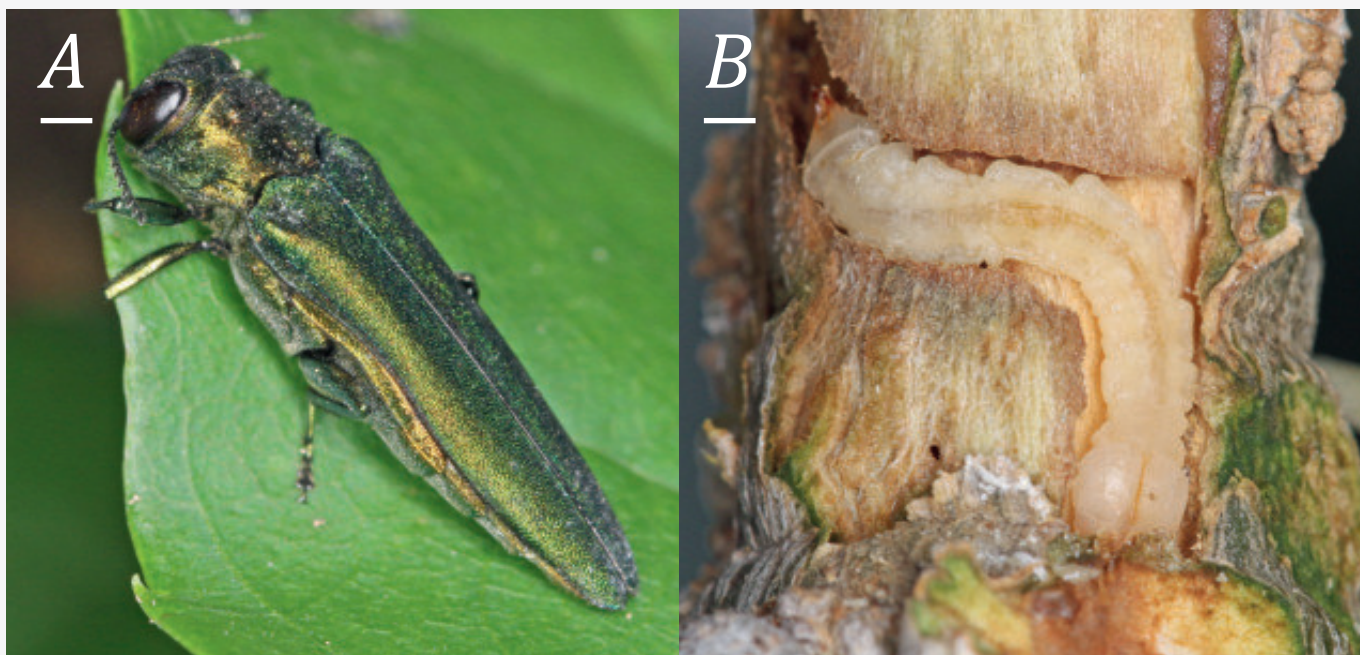


FIGURE 2

L'agrile du frêne (*Agrilus planipennis*), originaire d'Asie, se propage lentement mais sûrement vers l'Europe occidentale. **A)** Les femelles de l'agrile du frêne déposent leurs œufs sur l'écorce des frênes. **B)** Les larves de l'agrile du frêne se développent sous l'écorce et se nourrissent des vaisseaux conducteurs, ce qui entraîne finalement la mort de l'arbre. Photo: Beat Wermelinger

dépérissement des pousses du frêne. Après 14 semaines, les nécroses fongiques ont été mesurées. La longueur des nécroses peut être utilisée comme indicateur de la résistance du frêne. On s'attend à ce que le champignon se propage moins bien sur les frênes résistants au dépérissement des pousses du frêne que sur les frênes susceptibles, c'est-à-dire que les frênes résistants présentent des nécroses fongiques plus courtes que les frênes susceptibles au champignon. Une comparaison entre la résistance au champignon (longueur des nécroses) et la résistance à l'agrile (poids des larves) montre que les deux facteurs sont positivement corrélés (figure 4). Les larves ont atteint des poids plus faibles sur les arbres sur lesquels des nécroses fongiques plus courtes ont été mesurées. Plus un frêne est résistant au dépérissement des pousses du frêne, plus il est résistant à l'agrile du frêne.

Quels facteurs expliquent la résistance?

Le champignon et les larves de l'insecte se nourrissent tous deux des vaisseaux conducteurs et des structures adjacentes

(phloème et cambium) du frêne. Il est donc possible que les frênes qui présentent une résistance accrue au champignon et à l'insecte se distinguent par la composition chimique du phloème. Pour tester cette hypothèse, nous avons récolté le phloème de cinq à sept répliques de trois frênes résistants et de trois frênes susceptibles à la chararose, et nous avons analysé leur composition chimique. Parallèlement, nous avons infecté un deuxième ensemble d'arbres avec des larves de l'agrile du frêne afin de tester si les différences de développement sur les différents arbres pouvaient s'expliquer par des différences dans la chimie du phloème et du cambium.

En effet, nous avons constaté que les arbres résistants et les arbres susceptibles à la chararose se distinguaient par la composition chimique du phloème et du cambium. De plus, les différences chimiques expliquent les différences de poids des larves d'insectes sur les arbres résistants et susceptibles. Nos résultats indiquent que ce n'est pas une seule substance chimique qui est responsable de la résistance croisée entre le dépérissement

des pousses du frêne et l'agrile du frêne, mais la différence du cocktail chimique entre les frênes résistants et susceptibles.

La résistance croisée démontrée face à l'agrile du frêne et à la chararose du frêne offre une raison d'espérer. La promotion à grande échelle d'arbres présentant une résistance accrue à la chararose pourrait contribuer à préparer les populations suisses de frênes à l'arrivée imminente de l'agrile du frêne en Europe centrale. En outre, la promotion de génotypes résistants à la chararose peut également soutenir les stratégies de gestion de l'agrile dans les régions déjà touchées par l'insecte. Par exemple, un poids plus faible des larves de l'agrile, comme celui observé sur les arbres résistants à la chararose dans notre étude, pourrait entraîner une mortalité hivernale plus élevée et des femelles plus petites avec une fécondité plus faible.

En outre, des taux de développement réduits peuvent élargir la fenêtre de temps pour la mise en œuvre de lutte biologique avec des parasitoïdes ou pour l'identification et l'élimination des arbres infestés par l'agrile du frêne. ■

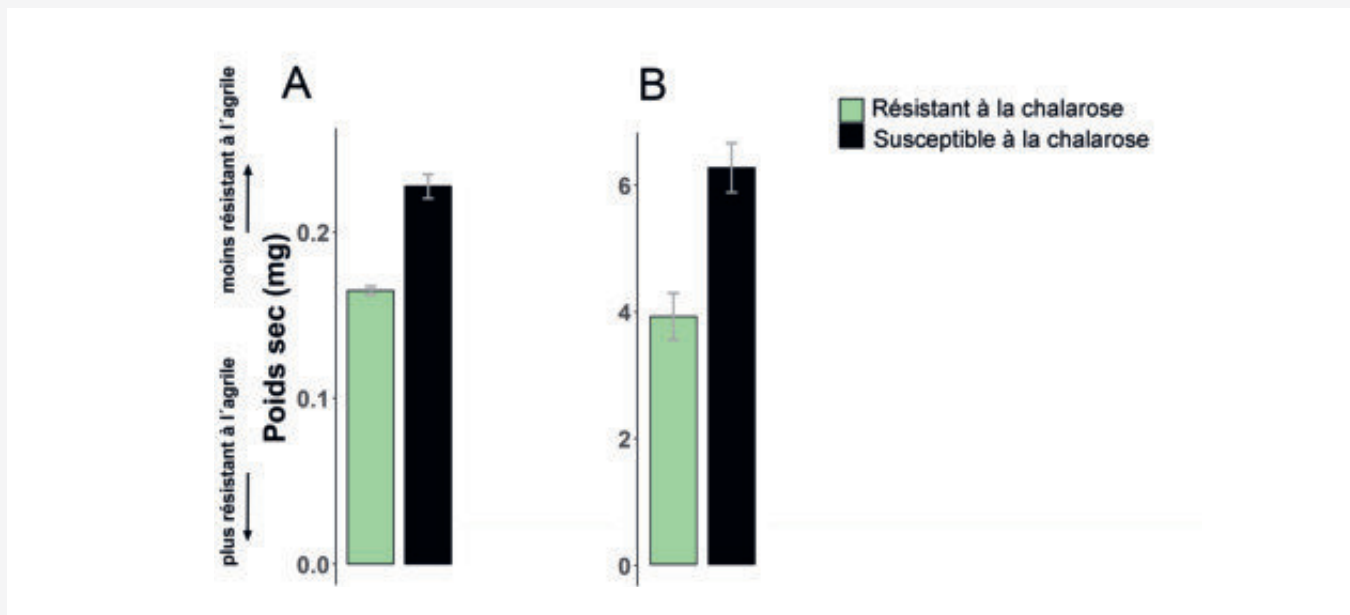


FIGURE 3

Poids sec moyen des larves de l'agrile du frêne sur des arbres résistants et susceptibles à la chalarose du frêne. **A)** Poids sec des larves après 18 jours sur des frênes suisses. Moyenne des données de 40 greffons résistants issus de pousses de 10 frênes différents et de 36 greffons susceptibles issus de pousses de 9 frênes différents. **B)** Poids sec des larves après 45 jours sur des frênes suisses. Moyenne des données pour 30 greffons résistants issus de pousses de 3 frênes différents, résistants et susceptibles. Les barres verticales grises représentent l'erreur standard de la moyenne.

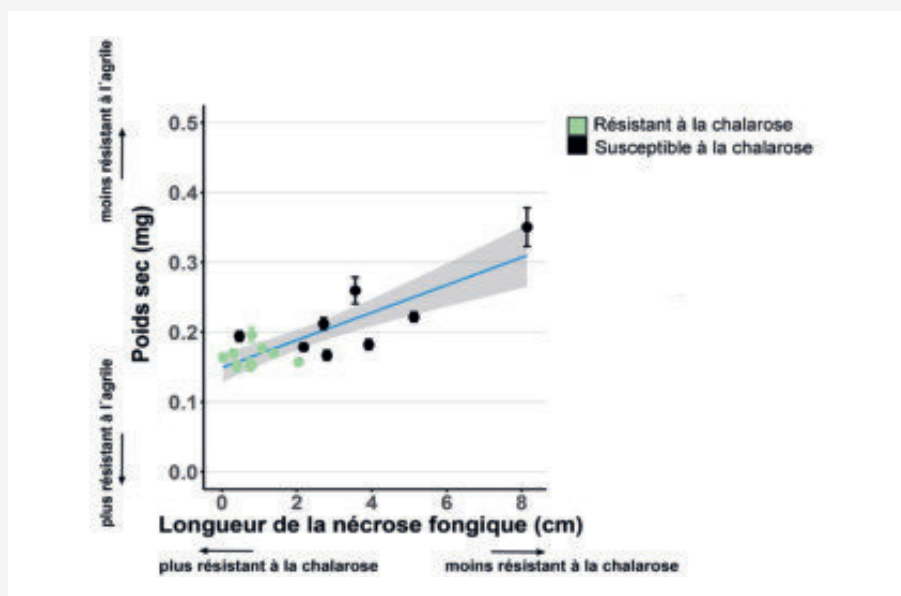


FIGURE 4

Relation entre la longueur des nécroses fongiques, une mesure de la résistance au dépérissement des pousses du frêne, et le poids sec des larves, une mesure de la résistance à l'agrile du frêne. Plus un frêne est résistant au dépérissement des pousses du frêne, plus il est résistant à l'agrile du frêne. Les points individuels indiquent les valeurs moyennes (\pm erreur standard) pour des frênes individuels dont les branches ont été greffées et ensuite infectées par des larves ou le champignon. La bande grise indique la zone d'incertitude de 95% pour la droite de régression bleue.

Auteurs

Michael Eisenring¹, Valentin Queloz², Anouchka Perret-Gentil¹, Elisabeth Britt², Martin M. Gossner¹

Adresses

¹ Groupe de recherche en entomologie forestière, Unité de recherche sur la santé des forêts et les interactions biotiques, Institut fédéral de recherches WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

² Protection de la forêt suisse, Unité de recherche Santé des forêts et interactions biotiques, Institut fédéral de recherches WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

L'étude a été publiée dans le journal suivant : <https://doi.org/10.1111/nph.19068>

Remerciements:

Cette étude a été soutenue par l'Office fédéral de l'environnement dans le cadre des projets SURVIVASH et RESISTASH ainsi que par le Fonds national suisse dans le cadre du projet DEFENDASH (310030_189075/1).