



Incendie de forêt et largage d'eau depuis un avion dans le département du Var
© Cemagref - Roger Valentin

Par Bruno Didier

Pyrophiles

ces insectes qui aiment le feu

Les Natifs nord-américains ou australiens les nomment "insectes de feu". Ils se rassemblent parfois en nombre lors des incendies de forêts, arpentant les braises à demi éteintes, semblant sortir des flammes. Ces insectes pyrophiles, appartenant à plusieurs ordres, sont si spécialisés qu'ils sont menacés de disparition, en particulier dans les forêts septentrionales où l'Homme maîtrise trop bien les incendies...

Depuis la nuit des temps, à intervalles irréguliers, les forêts brûlent. Si ces événements sont assez espacés pour ne pas compromettre la régénération des espèces végétales dominantes¹, ils contribuent au maintien de la diversité². Beaucoup d'espèces végétales ou animales – dont des insectes – s'y sont adaptées. Les unes présentent des modes de reproduction ou des résistances

particulières ; les autres tirent profit des dégâts dus aux flammes.

■ CUIT A POINT

Une forêt incendiée est un immense réservoir de bois mort ou souffrant qui attire de nombreux xylophages dits « secondaires », plus ou moins spécialisés, incapables de s'attaquer à des sujets sains. Parmi eux, certains Coléoptères affichent



des préférences marquées pour les bois fraîchement brûlés à l'exclusion des arbres tués ou morts dans d'autres circonstances. Ils ne font pas pour autant « feu de tout bois » et un arbre trop brûlé, donc trop sec, ne peut plus être attractif pour ces pyrophiles. Les raisons de leur attirance pour les brûlis sont mal connues. Les arbres léchés ou partiellement brûlés ont sans doute des propriétés particulières : consistance, concentration élevée en matières nutritives, chaleur favorisant la décomposition.

Peut-être en raison de la rareté de cette ressource, certains insectes xylophages pyrophiles ont un spectre alimentaire assez large. Ainsi, le Bupreste pyromètre *Melanophila*

1. Le cas contraire, typique, est celui de la forêt méditerranéenne. En de très nombreux endroits, la répétition rapprochée des incendies a entraîné l'apparition d'autres types de végétation comme le maquis.
2. Le feu est responsable d'un effet « mosaïque » : parce qu'il n'affecte jamais toute une zone de la même manière, un incendie provoque des différences de peuplement et de classe d'âge au sein des populations végétales, accroissant ainsi la biodiversité globale.



Survie

L'intensité, la durée et la sévérité des feux varient selon la quantité et la qualité de la matière combustible, la vitesse du vent, la topographie, la température, l'humidité... Les flammes font parfois moins de dégâts que des feux à combustion lente qui affectent la litière et le sol en profondeur. Les gaz toxiques et l'absence d'oxygène sont aussi redoutables que la chaleur. Plantes et champignons ont des systèmes de vie végétative (graines et spores) qui leur permettent, dans une certaine mesure, de résister au feu ou d'être favorisés par lui. Chez les insectes, les possibilités de survivre sont mal connues. Quelques adultes de grande taille peuvent fuir en marchant ou en volant. Les fourmis, dont les nids sont enfoncés dans le sol, résistent sur le coup mais subiront rapidement la disparition de leurs ressources. D'autres espèces disparaissent, comme les Cynipidés à cause de la combustion de leurs galles. En hauteur, les larves xylophages ou sous-corticales peuvent être protégées en fonction de leur enfoncement ou, suivant les espèces d'arbre, de la résistance des écorces...

Chenilles de processionnaires calcinées
© Cemagref - Joël Laurent

acuminata (Col. Buprestidé) ou *Stenotrachelus aeneus* (Col. Sténotrachelidé) sont capables de se développer sur plus d'une trentaine d'espèces. Les Coléoptères ne sont pas les seuls xylophages pyrophiles. On peut citer, par exemple, l'Hyménoptère Siricidé, *Syntexis libocedrii*, de Californie, dont la femelle recherche les troncs fraîchement brûlés du Cèdre à encens (*Libocedrus decurrens*) pour y pondre en profondeur.



■ AVEC UN PEU DE CHAMPIGNONS...

Une particularité des sols et des bois brûlés est qu'ils sont rapidement envahis par des champignons Ascomycètes, décomposeurs eux-mêmes très pyrophiles, qui servent de nourriture à de nombreux groupes d'Arthropodes. En Suède, une étude a montré que les groupes majoritairement présents sur site après un incendie (acariens, Collembolés, quatre espèces de Coléoptères et

deux groupes de Diptères) étaient tous majoritairement mycophages. Appartenant à d'autres groupes on peut citer, par exemple, la Pyrale *Apomyelois bistriatella* (Lépidoptère Pyralidé) et les punaises du genre *Aradus*, qui sont des mycophages pyrophiles. Chez les Coléoptères, des rapports complexes entre insectes et champignons ont pu être mis en évidence. Le Cryptophagidé *Henoticus serratus* (ci-contre) possède à l'état adulte, sur sa face ventrale au niveau du thorax, une paire de profondes dépressions entourées de soies. Ces réceptacles, appelés *mycangia*, sont positionnés de façon à recueillir les spores des champignons dont se nourrissent les Coléoptères, par le



simple mouvement de leurs pattes, assurant ainsi leur dissémination. De telles structures ont été mises en évidence chez d'autres Coléoptères Cryptophagidés, Latriidés et Cucujidés pyrophiles. *Biphyllus lunatus* (Col. Byphillidé), qui se nourrit exclusivement sur *Daldinia concentrica* un champignon Ascomycète pyrophile, possède sur la tête des invaginations qui sont probablement des *mycangia*. Des expériences d'inoculation artificielle de *D. concentrica* sur bouleaux morts ont montré que sa dispersion par le vent est limitée et que la réponse à l'inoculation est faible voire nulle si elle intervient trop tardivement après la mort des arbres. Les chercheurs pensent être



Daldinia concentrica, un champignon Ascomycète pyrophile – Cliché Patrice78500



Le Bupreste pyromètre - © AG Prof. Schmitz à idw-online.de/

en présence d'un phénomène de co-évolution dans lequel l'insecte jouerait le rôle nécessaire de « pollinisateur » pour le champignon, lui permettant d'atteindre rapidement des sites favorables à sa croissance. De son côté, l'Ascomycète a développé des spores dont la couleur, le goût et l'odeur sont attractifs pour ces Coléoptères. La pyrophilie des insectes mycophages ne serait donc, en réalité, que le résultat de celle des champignons.

Enfin, les prédateurs, parasites et parasitoïdes constituent la dernière catégorie d'insectes attirés par le feu. Ceux-là sont des opportunistes bénéficiant avant tout de la forte di-

minution de compétitivité interspécifique et de la réorganisation physique d'un milieu où les obstacles et les caches sont devenus rares, favorisant la prédation. Certains sont néanmoins des pyrophiles primaires, tels que les Coléoptères Carabidés du genre *Sericoda*.

■ UNE ODEUR DE BRÛLÉ

Après un incendie la qualité des bois se dégrade vite et, pour tirer avantage de la disparition des compétiteurs, la rapidité de colonisation est déterminante. Pour certaines espèces, la durée d'attractivité du bois brûlé ne dure guère que quelques jours à quelques semaines. S'il n'est pas rare de voir des in-

sectes pyrophiles courir près des flammes ou voler dans les fumées de forêts en feu, ils doivent être capables de détecter les incendies et posséder une grande capacité de dispersion. Le premier détecteur de rayonnements infra-rouges a été mis en évidence dans les années 1960 chez le Bupreste pyromètre. Il s'agit de deux petits puits mésothoraciques tapissés d'environ 70 sensilles. Leur sensibilité aux infra-rouges se situe dans la même gamme de rayonnements que ceux émis par une forêt en feu. Selon la position de l'insecte, ils sont efficaces à une distance de 1 à 6 km. Plus récemment, un nouveau type d'organe de détection a été mis en évidence chez le Buprestidé pyrophile *Merimna atrata* qui occupe la même niche en Australie que *Melanophila* dans l'Hémisphère Nord. Cet organe, en quatre exemplaires disposés ventralement, est physiologiquement plus proche des détecteurs de chaleur développés par les serpents. De tels détecteurs, qui ont par la suite été mis en évidence chez d'autres espèces, sont cependant insuffisants sur de grandes distances. Ils ne sont d'ailleurs pas la règle : personne n'a encore mis en évidence leur existence chez un autre Buprestidé très pyrophile d'Amérique

Un milieu profondément bouleversé

Après un incendie, la modification du milieu est à la fois abiotique et biotique.

- L'élévation de la température diurne (de 3 à 4°C), due à la disparition du couvert végétal et à la couleur noire absorbant les rayonnements lumineux, crée un microclimat. L'hygrométrie est bouleversée, l'évaporation étant facilitée par l'absence de couverture végétale. En zone tempérée et froide, le développement de nombreux insectes est accéléré et leur période d'activité étendue. Une éclosion ou une émergence anticipée sont des avantages compétitifs. Localement, on peut voir apparaître des espèces au-delà du Nord de leur zone de répartition, profitant de ce réchauffement momentané. L'élévation de température favorise également les phénomènes de décomposition et donc certaines espèces saproxyliques.
- Une masse énorme de ressources nutritives est libérée sous forme de matière organique non brûlée et de minéraux (les cendres), modifiant considérablement la composition chimique du milieu. Les éléments minéraux (principalement potassium, calcium, magnésium et phosphore) provoquent une élévation de la concentration ionique et une acidification du sol. Quelques groupes spécialisés tirent avantage de cette situation. Ainsi, des Diptères Éphydridés aux larves halophiles peuvent apparaître en nombre après un incendie dans les dépressions remplies de cendres.
- Après le passage des flammes, une très grande partie des habitants de la forêt a disparu. Momentanément, les espèces dominantes se trouvent réduites ou disparaissent et la compétition intra et interspécifique diminue, ce qui favorise l'augmentation de la diversité spécifique.

Tronc fumant pendant un incendie

© Cemagref - Joël Laurent





« Le Ptérostique charbonnier, *Pterostichus quadrifoveolatus*, une espèce pyrophile qui se rencontrait à proximité des « aires de charbonniers », en réalité des fours où les artisans fabriquaient jadis le charbon de bois en forêt. Cette pratique traditionnelle a disparu depuis fort longtemps, mais l'insecte se rencontre encore occasionnellement à la suite d'incendies de forêt, comme en 2004 dans le sud de la Seine-et-Marne. »

Pierre Zagatti, in : *La nature en Ile-de-France*, coord. G. Feterman. Delachaux & Niestlé, 2007.

Ptérostique charbonnier
Cliché Christoph Benisch à www.kerbtier.de

du Nord et très proche de *Melanophila* : *Xenomelanophila miranda*. Il faut sans doute tenir compte des énormes masses de substances volatiles émises et dispersées lors d'un incendie de forêt. En effet, toujours chez le Bupreste pyromètre, des chercheurs ont montré que ses antennes excisées réagissaient aux substances volatiles générées par du bois se consumant. Ces deux types de détecteurs sont probablement répandus chez les insectes pyrophiles, leur permettant de réagir à des stimulations proches (chaleur) ou plus éloignées (fumées et autres substances volatiles). Quant aux

distances réelles de réponse, elles sont fonction de critères tels que la topographie des lieux ou la vitesse du vent. Diverses espèces pyrophiles ont été récoltées à l'occasion d'incendies industriels³, loin de toute forêt, ce qui prouve qu'elles sont capables de parcourir de très grandes distances.

■ 100 % PYROPHILE ?

En comparant des espèces proches, des adaptations supposées au mode de vie pyrophile ont été constatées. Chez le Bupreste pyromètre, le poids des ailes est réduit et la masse musculaire dédiée au vol plus importante, la combinaison de ces deux facteurs favorisant les déplacements rapides qui permettent d'arriver tôt sur un site ou de voler à contre-vent pour « remonter une odeur ». La période d'activité est plus étalée, peut-être pour exploiter des feux plus tôt et plus tard dans la saison. Enfin, si l'émergence d'une nouvelle génération a lieu majoritairement la première année, une moindre proportion des individus peut émerger un ou deux ans après la ponte. Ces quelques caractéris-

tiques favorisent la possibilité de présence au moment d'un incendie. Il est difficile de déterminer si une espèce est simplement favorisée par le feu, adaptée ou réellement dépendante. Sauf lorsqu'elle a disparu dans une région où la gestion forestière a permis de maîtriser la quasi-totalité des feux. Pour tenter d'enrayer ces disparitions les forestiers suédois ont commencé, il y a une quinzaine d'années, à utiliser des feux contrôlés sur plusieurs milliers d'hectares. Il faut aussi savoir laisser sur place des bois morts et brûlés : les coupes rapides de récupération après les incendies piègent et éliminent les pontes et les premiers stades de l'ensemble d'un peuplement d'insectes pyrophiles qui a convergé depuis toute une région.

Finalement, le Bupreste pyromètre pourrait bien fournir les moyens de sa disparition. Car des chercheurs étudient de près le fonctionnement de ses capteurs infra-rouges afin de développer une nouvelle génération de détecteurs : les pompiers sont très intéressés... ■



Les insectes de feu est un film d'horreur américain de 1975 qui met en scène des insectes sortant du sol à l'occasion d'un tremblement de terre et qui sont capable de provoquer des incendies. De vrais pyrophiles... DR

3. En 1926 Van Dyke observe une forte concentration de *Melanophila consputa* à l'occasion d'un incendie de pétrole en Californie, à plus de 80 km de la plus proche forêt de conifères d'où ils auraient pu venir. En 1943, après un fort rassemblement de *M. consputa* et *M. acuminata* dans un stade lors d'un match de football à Berkeley (Californie), Linsley émet l'hypothèse qu'ils ont pu être attirés par la fumée de quelque 20 000 cigarettes...

À (re)lire : « Chaud sapin », Épingle de décembre 2008, en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/epingle08.htm#sap et « De Pyr en pyrr », *Insectes* n°141, 2006 (2), rubrique *Parlez-vous entomo ?* (En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/i-parlez.htm#pyr).