



| Résistance

Lutte contre le frelon asiatique

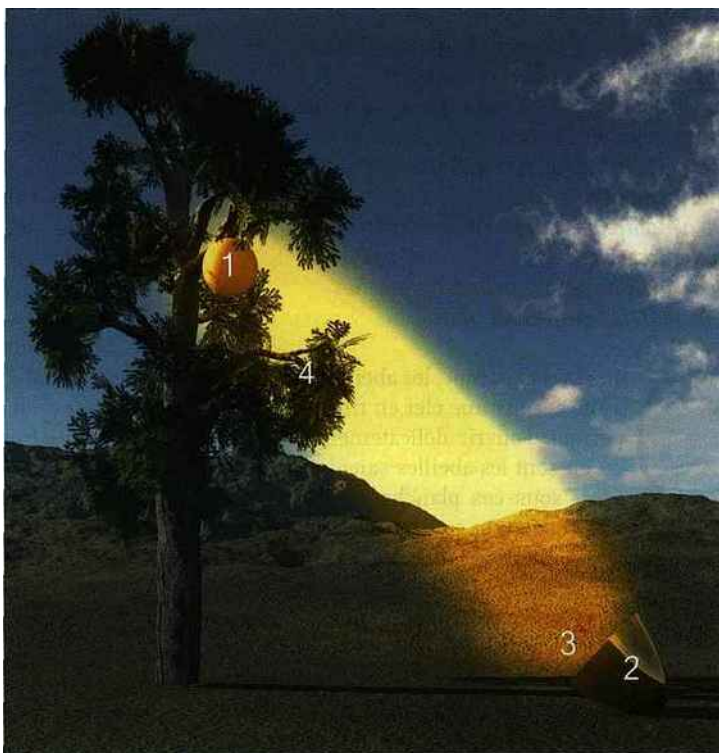
Du canon à micro-ondes à la tulipe entomophage, histoire du développement d'un nouvel outil pour la lutte contre le frelon asiatique menaçant l'entomofaune des vallées cévenoles.

Tout a commencé dans nos montagnes lors d'un déjeuner chez des amis, Claude et Mireille Pellecuer, au Pont-de-Montvert.

La genèse

Cela faisait déjà quelques années que nous travaillions ensemble, alertés par l'arrivée du frelon asiatique, *Vespa velutina*. C'était une menace de plus pour les colonies d'abeilles noires que nous voulions conserver. Et nous cherchions des moyens de détruire les nids de ce nouveau prédateur. Nous avions testé plusieurs idées, du gaz détonnant et, plus récemment, une arbalète à carreaux explosifs pour pulvériser les nids. Au cours du repas, nous faisons un petit bilan de nos essais et réalisons que nos idées ne pourraient pas aller très loin : si nous augmentions la charge explosive pour détruire complètement les nids, il devenait très difficile d'obtenir les autorisations et le risque d'une charge amorcée et perdue était inquiétant. Il fut difficile de renoncer à cette idée d'explosif en laquelle nous avions cru, même si aujourd'hui nous la trouvons naïve. Mais il fallait faire ce constat pour avancer.

Après quelques instants de réflexion et de consommation silencieuse d'un lièvre bien cuisiné, nous ne tardâmes pas à chercher de nouvelles pistes gravitantes, bon repas oblige, autour de la cuisson. Comme nous pensions à l'époque que les abeilles asiatiques se défendaient du frelon en formant une mêlée autour de lui



pour le faire surchauffer⁽¹⁾, nous cherchions un moyen de cuire le nid de frelon tout entier. L'idée de cuire était très intéressante, car elle ne laisse pas d'empreinte négative pour l'environnement, au contraire des produits chimiques qui pourraient être utilisés pour une intoxication. Au lieu de semer des cadavres contenant un poison

▲ Illustration du principe du canon à micro-ondes. Le nid (1) est visé par une antenne parabolique (2) et éclairé par une source (3). L'absorption des micro-ondes par la végétation (4) est significative

susceptible de remonter plusieurs maillons de la chaîne alimentaire, servir aux petits oiseaux un nid entier de frelons asiatiques cuits à point était plus séduisant.

Mais la beauté du concept ne donne pas la solution ; chauffer un nid d'un demi-mètre cube à 20 mètres de hauteur ou plus ne peut pas être exécuté avec un simple sèche-cheveux en haut d'une échelle. Ayant lu une publication sur une arme développée par l'armée américaine pour dis-

1 Il s'est avéré depuis que les abeilles formant la mêlée autour du frelon asiatique provoquent en fait sa mort par asphyxie en écrasant sa cage thoracique. Ceci a été démontré par l'équipe de Gerard Arnold en plaçant des cages en plastique protégeant le frelon contre l'écrasement. Les abeilles en mêlée sont alors incapables de le tuer



perser les foules, je proposais de réadapter l'idée et de fabriquer un canon à micro-ondes pour chauffer à distance le nid de frelon. L'idée semblait prometteuse et nous décidâmes de la développer. Le problème résolu, la discussion changea de sujet et notre repas continua joyeusement.

Le projet avance à l'École Polytechnique

Quelque temps plus tard, je reviens de mon service dans la Marine Nationale pour poursuivre ma formation d'ingénieur à l'École Polytechnique. Là-bas, une occasion se présente : la direction de l'enseignement nous demande de mener des projets scientifiques de recherche ou de développement en groupe de six pendant environ six mois. Profitant de cette occasion, je forme une équipe autour du projet des canons à micro-ondes contre le frelon asiatique et nous commençons à travailler sérieusement sur le sujet.

Bientôt, quatre d'entre nous faisons un voyage en train de nuit vers Toulouse pour faire des expériences à l'ONERA⁽²⁾. Grâce au réseau de l'association *L'Arbre Aux Abeilles* et à l'apiculteur toulousain Nicolas Got Bria, nous

Nous testons le comportement du frelon pour savoir si celui-ci réagit d'une quelconque manière au champ de micro-ondes

disposons ce jour-là d'une vingtaine de frelons vivants et d'un nid vide. Très bien accueillis et guidés par des chercheurs experts des micro-ondes, M. François Issac et M. François Lemaître, nous mesurons le spectre d'absorption



▲ Photo de groupe lors des manipulations
De gauche à droite : François Lemaître, François Issac, Tom Beucler, Alexandre Frantz, Mikael Jorda et Jérémie Laurent



▲ Dispositif de test du niveau de puissance létal : un frelon est placé dans un tube devant l'ouverture d'un guide d'onde servant de source de micro-ondes de puissance ajustable)



▲ Image de caméra thermique, avant (à gauche) et après (à droite) une exposition d'une seconde à un niveau létal de micro-ondes. On distingue à gauche le frelon en rouge dans un tube accroché à la sortie de la source de micro-ondes (en vert). À droite on remarque que le frelon s'est recroquevillé sur lui-même au moment de sa mort, le contraste plus important témoigne de l'élévation de température)

de frelons vivants pour choisir notre fréquence de travail. Nous mesurons aussi l'absorption du nid pour vérifier que celui-ci n'absorbera pas toute l'énergie. Nous testons le comportement du frelon pour savoir si celui-ci réagit d'une quelconque manière au champ de micro-ondes. Et enfin nous mesurons la puissance nécessaire pour tuer les frelons. Loin de réagir violemment, les expériences sont très encourageantes. Nous parvenons à tuer le frelon en moins

d'une seconde. Les individus deviennent léthargiques lorsqu'ils sont « exposés ». Avant de partir, nous discutons un peu avec les chercheurs sur le problème des autorisations et sur la localisation des nids qui demeure un problème majeur, surtout dans des milieux très arborés comme les Cévennes.

De retour, nous injectons les données récoltées dans notre modèle. Les résultats sont une mauvaise surprise. Nous évaluons que notre canon à micro-ondes devrait avoir une puissance de 100W au moins pour pouvoir marcher. Or, non seulement il est très difficile de produire 100kW de micro-ondes en pleine forêt,

2 ONERA : Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales



mais cela pose aussi de sérieux problèmes pour l'autorisation du système et son innocuité pour les utilisateurs n'est pas évidente. Très vite, il apparaît donc que le canon à micro-ondes serait trop coûteux, trop dangereux et probablement peu légal. Encore une fois, il nous faut constater avoir emprunté un cul de sac pour avancer dans nos recherches.

Comme les micro-ondes marchaient assez bien contre les frelons et gardaient l'avantage d'une grande propreté, nous cherchions une façon d'utiliser moins de puissance. Deux alternatives à notre canon à micro-ondes se dégageaient de notre réflexion : planter une antenne dans le nid pour l'irradier de l'intérieur ou construire un four micro-ondes

pendant le processus. Cependant, construire un four micro-ondes d'un demi-mètre cube à plus de vingt mètres de hauteur est techniquement bien plus ardu que fabriquer un canon à micro-ondes placé au sol.

Tandis que certains membres de l'équipe planchaient sur la localisation des nids avec des ondes radios et des caméras thermiques, nous reformons une équipe de trois pour retourner à Toulouse, à l'ONERA, tester le principe du four micro-ondes à nid de frelon. Nous avançons et suivons plusieurs pistes pour le déploiement du four micro-ondes autour du nid. Malheureusement, nous arrivons alors au terme de notre année universitaire. Et notre équipe se sépare au moment où

nous apprenons que l'usage du dioxyde de soufre vient d'être autorisé pour l'élimination des nids.

Un binôme pour un prototype de tulipe entomovore

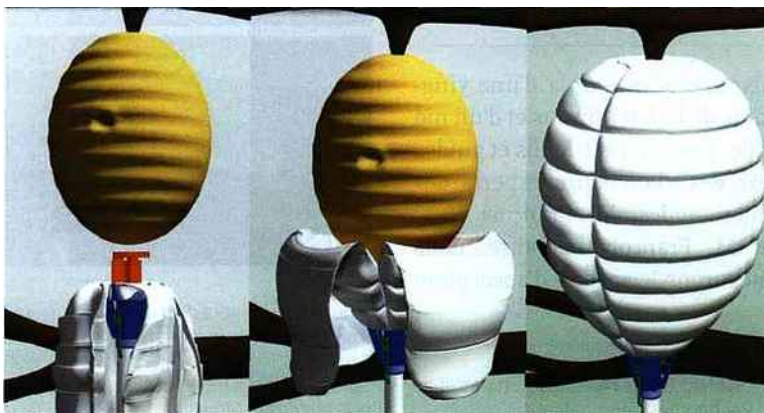
Le temps passe et les apiculteurs reformulent leur besoin : le dioxyde de soufre n'est plus autorisé et le frelon fait des dégâts de plus en plus importants. Il faut trouver des méthodes de lutte en accord avec le respect de l'environnement. Notre solution redevient intéressante. Les confrères de *L'Arbre aux Abeilles* me poussent à réactiver le projet. Je reprends alors contact avec les anciens membres de l'équipe *Vespa velutina*. La plupart sont occupés ailleurs. Mais François Espinet, Parisien et pas du tout apiculteur, répond à l'appel. Il accepte de reprendre le travail, nous rend visite dans les Cévennes. Pendant



▲ Illustration du principe du four aux micro ondes déployable. Le nid (1) est atteint à l'aide d'une perche télescopique (2) dotée d'une chambre réverbérante déployable (3) et d'une source de micro ondes (4). Les micro ondes sont alors complètement confinées ce qui augmente le rendement et protège l'environnement et les utilisateurs.

fermé autour du nid. La première solution permettant d'éviter de perdre de la puissance entre la focalisation des micro-ondes et d'éviter l'absorption des couches végétales entre le sol et le nid. Mais elle demandait encore une grande puissance et les micro-ondes étaient envoyées dans toutes les directions. La seconde solution, du four fermé autour du nid, présentait trois grands avantages : le besoin de puissance considérablement réduit grâce à la résonance, les micro-ondes étant confinées et les frelons étant emprisonnés

▼ Vues du déploiement (de droite à gauche) du prototype en cours de fabrication



Le four micro-ondes gonflable déploie ses pétales réverbérants autour du nid. Quand il l'a enrobé, il le réchauffe avec les micro-ondes.

plusieurs mois, nous recherchons des financements. Finalement, c'est l'association **Pollinis**, qui a pour vocation la défense des pollinisateurs, puis la fondation de la Banque Populaire du Sud qui



décident de nous soutenir. Grâce à ces sponsors privés, nous sommes alors en mesure de fabriquer le prototype.

Entre temps, avec François, nous avons mûri notre idée et développé le concept du four micro-ondes gonflable. Celui-ci, comme le film d'une tulipe qui se fane, mais passé à l'envers, déploie ses pétales réverbérants autour du nid. Quand il l'a enrobé, il le réchauffe avec les micro-ondes. Le grand avantage de cette solution est que les micro-ondes produites sont réfléchies par les pétales réverbérants de sorte qu'elles traversent plusieurs fois le nid. Ce qui augmente beaucoup l'efficacité. De plus, les pétales sont gonflés à l'air et procurent une isolation thermique importante qui favorise encore plus le chauffage.

Nous avons eu la chance d'accéder aux ateliers de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers de Paris et de bénéficier de l'assistance de leurs experts pour plusieurs étapes très importantes

Cependant la construction n'est pas facile du tout. Cela fait des mois que nous travaillons plusieurs soirs par semaine sur chaque partie des pétales aux pièces intermédiaires, en passant par le système d'alimentation électrique. Nous avons eu la chance d'accéder aux ateliers de l'Ecole

Nationale Supérieure des Arts et Métiers de Paris et de bénéficier des conseils et de l'assistance de leurs experts pour plusieurs étapes très importantes, comme la fabrication de notre boîtier d'alimentation et de la tête de liaison à la perche télescopique (en bleu dans les schémas ci-dessus).

Les pétales nous ont aussi demandé beaucoup d'imagination et d'essais. Nous avons dû inventer des procédés qui, à notre connaissance, n'existaient pas, pour obtenir cette forme très particulière et complexe en un minimum d'étapes, avec le moins de matière possible et avec un taux de réussite assez élevé. De plus, le contrôle du gonflage, qui doit se faire de bas en haut du pétale, et d'une manière générale la tenue mécanique de la structure, nous ont amené à appliquer nos connaissances et nos méthodes au-delà des zones balisées.

Aujourd'hui, nous sommes en train de finir la construction du prototype. Nous espérons l'avoir terminé début 2015 et trouver ensuite les financements pour tester le prototype dans les vallées cévenoles au début de l'été. Dans ce travail, chaque étape accomplie est une réjouissance, chaque difficulté rencontrée demande du calme, de la réflexion et de la persévérance. C'est une aventure que nous vivons autour de ce projet, tant pour ce qu'elle nous apporte en tant qu'ingénieurs, que pour l'objectif que nous partageons avec ceux qui nous soutiennent dans la recherche de solutions propres et efficaces pour préserver les abeilles et la diversité du monde des insectes. Nous ne remercions jamais assez tous ceux qui ont rendu cette aventure possible, qui ont cru dans notre recherche ■

Texte et photos
de Jérémie LAURENT



◀ François Espinet en train de placer les marques d'assemblages sur la première couche de bâche dans son salon