



Les drones transportent des boîtes de Pétri spécialement adaptées que l'on peut ouvrir et fermer depuis le sol, de façon à pouvoir déterminer avec précision à quel endroit les microorganismes ont été collectés (ci-contre). Une spore de *Fusarium* capturée dans l'air a ensuite été isolée dans une nouvelle boîte de Pétri (ci-dessus) pour en étudier les propriétés.

épis est très onéreuse. Cette maladie a rendu la culture du blé de moins en moins rentable dans de nombreux États des États-Unis où l'on cultive traditionnellement cette céréale.

Pour mieux faire face à ces problèmes, nous avons voulu comprendre comment les microorganismes sont transportés dans l'atmosphère, parfois sur de longues distances. Dans une première étape, nous avons décidé de mesurer la distance que *F. graminearum* pouvait parcourir en 24 heures dans l'air depuis un champ infecté.

Avec le soutien du Programme américain contre la fusariose du blé et de l'orge, et du Comité des cultures céréalières de Virginie, nous avons mené une série d'expériences sur des champs de blé dans l'État de Virginie. Nous avons pris une souche particulière de *F. graminearum* dans une certaine zone et nous l'avons implantée ailleurs. Au préalable, nous l'avons caractérisée par séquençage de son ADN afin de la distinguer des autres souches déjà présentes dans les champs que nous allons étudier. Nous avons répandu des tiges de maïs infecté avec notre champignon-test sur une surface d'environ un demi-hectare. Et, à différentes distances du site initialement contaminé, nous avons placé au sol une série de boîtes de Pétri pour recueillir d'éventuelles spores de *Fusarium*.

Nous avons retrouvé des spores provenant de notre souche-test à presque un kilomètre de l'endroit où elles avaient été libérées. Mais

certaines spores ont peut-être voyagé bien plus loin : en effet, nous n'avions installé des boîtes de Pétri que dans un périmètre de un kilomètre de rayon.

Au lieu de continuer simplement à disperser des boîtes de Pétri sur le sol de plus en plus loin pour rechercher nos spores de *Fusarium*, nous avons décidé de rechercher des microorganismes dans l'air au-dessus des champs que nous étions en train d'étudier. Si les spores se dispersent assez haut, elles entrent dans des systèmes d'écoulements aériens complexes dont la dynamique est modélisée par les météorologues et qui peuvent les transporter très loin.

Nous avons entamé la recherche de microorganismes dans l'air en modifiant un certain nombre de drones. Nous les avons équipés de dispositifs d'échantillonnage pour recueillir et analyser en vol des microorganismes. Nous avons ainsi collecté certaines des spores de *F. graminearum* qui flottaient au-dessus de nos têtes en Virginie. L'analyse des données recueillies a montré que certains de ces champignons étaient en suspension dans l'air depuis plusieurs heures – assez longtemps pour être mis en mouvement par des systèmes atmosphériques de grande échelle, qui s'étendent sur des centaines de kilomètres.

DES MASSES D'AIR QUI SE HEURTENT À DES MURS

Il était donc crucial de bien comprendre la dynamique des masses d'air. Des travaux récents en mécanique des fluides et en météorologie ont mis en évidence le rôle primordial de « murs d'air » pour suivre la propagation de particules en suspension et ainsi déterminer la distance parcourue par ces champignons et l'endroit où ils risquent de se déposer. Techniquement, ces murs d'air invisibles et temporaires portent le nom de structures lagrangiennes cohérentes (SLC). Ils apparaissent quand différents flux d'air (ou tout autre fluide, d'ailleurs) entrent en collision ou circulent autour d'un obstacle, tel qu'une montagne ou l'aile d'un avion. Il se forme alors des lignes de séparation invisibles que ne franchissent pas les masses d'air, mais qu'elles vont suivre en emportant les microorganismes.

Les outils mathématiques qui décrivent ces structures lagrangiennes cohérentes relèvent de la théorie du chaos et d'une sous-discipline de la physique, celle des systèmes dynamiques non linéaires. En exploitant ces outils, il est possible de simuler les mouvements de l'air et des microorganismes qu'il transporte.

Ces murs d'air temporaires régissent aussi pour une bonne part la météo du quotidien. En outre, il a été montré comment les SLC guident ➤