

GUERRE CHIMIQUE, SCIENCE FICTION, IMMUNITÉ, SYMBIOSE ET VIE SEXUELLE DES MOISSURES, LEVURES ET CHAMPIGNONS

far.

Extraits choisis de l'entretien mené par Sara Manente **SM** artiste, avec Katia Gindro **KG** et Josep Massan Codina **JMC** membres du groupe mycologie – département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche DEFR, Agroscope (Nyon), domaine de recherche protection des végétaux.
Propos recueillis par Sara Manente ,
édition et relecture, Ana Isabel Mazon.

SM

Pouvez-vous nous mentionner les différentes espèces de moisissures, levures et champignons que vous conservez à l'Agroscope de Nyon ?

KG **JMC**

Nous possédons une belle collection d'espèces vivantes, qui représentent environ 3500 espèces différentes. On garde une diversité essentiellement suisse. Ça représente des maladies de champignons sur plantes, sur l'homme et les animaux, mais aussi des champignons qui proviennent de l'environnement, par exemple de l'air, des eaux de pluie, du sol, mais également des salles de bains, caves — de l'ensemble de notre environnement, en somme, naturel ou domestique.

SM

Quand on parle de champignons on parle aussi de levures et de moisissures. Quelles sont les principales différences entre ces organismes ?

KG **JMC**

Un champignon, pour le décrire de façon scientifique, est constitué par des milliers de filaments qui courent dans le sol, sur vos fraises, dans le frigo, partout. Ces filaments décident de se sexualiser — un petit peu de sexe fait du bien aussi aux champignons. Au final, on obtient un bolet, une chanterelle, mais ce que l'on voit est l'expression de la reproduction sexuée, parce que — comme on aime toujours à le rappeler — le champignon commence là où notre œil s'arrête. Ce qu'on appelle moisissure, c'est juste l'état filamenteux du champignon.

Les moisissures qui envahissent vos fraises peuvent très bien rencontrer un individu compatible, et avoir des rapports sexuels sur vos fraises même. Donc le filament est vraiment l'unité de base du champignon. Il peut ensuite évoluer de différentes façons. Il peut s'associer ou se singulariser. Comme un corps électrique, il est constitué de milliers de petits filaments qui sont entourés par une gaine, qui lui permet de traverser des kilomètres de forêt.

SM

Qu'en est-il de la levure du pain ?

KG

JMC

La levure du pain est un stade spécifique du développement d'un champignon filamenteux. Il y a un switch permanent : filament-levure-filament-levure. Certaines levures sont devenues stables et restent sous forme de levure : c'est la levure boulangère, celle qui nous permet de produire de la bière, du vin, etc. Mais en théorie, si on arrive à recréer les bonnes conditions, on peut faire en sorte à ce que les levures redeviennent filaments.

SM

Parlons de la vie sexuelle des champignons. Il existe un courant relativement important au sein de la littérature queer qui étudie la biologie et la microbiologie pour aborder différents types de sexualités. Les champignons semblent avoir beaucoup plus de possibilités pour explorer leur vie sexuelle et reproductive que les animaux et les plantes. Peut-on parler de reproduction, dans leur cas, ou ne devrait-on pas plutôt parler de croissance, ou encore de développement ?

KG

JMC

Les deux aspects existent dans la vie des champignons, et ils en ont même inventé un troisième ! Ils ont des sexes et une sexualité, comme les humains les conçoivent. Une reproduction sexuée classique, que les champignons peuvent pratiquer comme le font les autres organismes sexués : un individu doit en rencontrer un autre, avec lequel il sera compatible. C'est alors une véritable reproduction qui a lieu, donnant naissance à un troisième individu, génétiquement différent des deux parents.

Mais pour pouvoir se disséminer et envahir de nouveaux territoires, les champignons vont recourir à la reproduction asexuée. Le champignon pousse et génère une multitude de spores qui seront emportés par le vent. Il peut produire des millions de spores en une seule saison, et peut ainsi se répandre sur un immense territoire. Les champignons n'ont pas besoin d'autres individus pour ce faire.

Par ailleurs, ils pratiquent aussi la parasexualité. Un seul individu est capable de faire de la reproduction et de la dissémination sans avoir recours à quiconque — et c'est véritablement une prouesse. Cela signifie que les champignons ont la capacité de générer leur propre division cellulaire — comme lorsque nos tissus forment une cicatrice. Pendant qu'ils créent une sorte de tissu cicatriciel, ils déclenchent un brassage génétique : ce tissu cicatriciel est donc génétiquement différent du champignon qui le produit.

Cette panoplie de moyens de reproduction et de dissémination, ainsi que leur immense flexibilité et leur capacité de se mettre en latence expliquent leur énorme pouvoir envahissant. Les champignons sont partout, ils s'adaptent à tous les environnements à une vitesse fulgurante. Ils sont également très résistants, ce qui constitue un problème pour nous.

SM Dans votre laboratoire vous utilisez les champignons pour tuer d'autres champignons. Est-ce que l'on peut dire qu'il s'agit d'une mycorémédiation par biomimétisme, une sorte de façon de renforcer le système immunitaire, de le rendre plus résistant aux champignons — un peu comme le veut le principe de l'homéopathie ?

KG JMC

Oui, on peut dire que l'on tue les champignons à l'aide d'autres champignons. Par ailleurs, l'on utilise également le mécanisme naturel de défense d'une vigne qui sait résister seule contre un champignon.

Nous luttons donc contre les champignons envahissants de deux façons :

D'une part, nous exploitons les molécules que la vigne sécrète pour lutter contre les champignons qui l'envahissent : nous utilisons donc le système immunitaire de la plante elle-même pour lutter contre un champignon de façon naturelle et durable ;

D'autre part, nous utilisons les champignons eux-mêmes. Ceux-ci sont présents partout : dans l'air, l'eau de la pluie, le sol et en de très grandes quantités dans toutes les plantes et les arbres. Si l'on fait l'exercice de répertorier tous les champignons qui sont présents sur un seul arbre de l'une de nos forêts, nous trouverons entre 50 et 70 espèces différentes et vivantes de champignons. Un champignon qui s'est développé dans le bois d'un arbre entrera en lutte chaque fois qu'il sera confronté

Nous avons repris des recherches menées dans les années 1940 et 1950 et tenté de reproduire des guerres de champignons en laboratoire. Nous avons donc introduit des champignons qui se battent entre eux dans des boîtes transparentes. Ils ont produit leurs lignes noires, à l'intérieur desquelles se trouvent des molécules géniales, qui le plus souvent n'existent pas encore ! Les champignons ont un potentiel créatif immense.

Certaines molécules ont des propriétés anticancéreuses, certaines sont antibactériennes, d'autres encore, antifongiques. Pour empêcher un envahisseur de pénétrer notre territoire, il nous faut produire des molécules toxiques pour lui, mais pas pour nous-mêmes. C'est ainsi que l'on exploite les champignons, dans leurs capacités à lutter contre eux-mêmes, en reproduisant au laboratoire ce que les champignons font dans leur milieu naturel.

Dans d'autres projets, nous utilisons les enzymes que les champignons produisent : des enzymes qui peuvent détruire la lignine, du bois ou la cellulose. Tous les matériaux qui existent peuvent être en principe détruits par un champignon, dès que celui-ci a envie de s'en nourrir. On exploite ce potentiel incroyable d'enzymes gloutonnes. À partir de matières naturelles que l'on transforme à l'aide des enzymes produites par les champignons, l'on peut créer 60, 70, 80 nouvelles molécules qui n'existent pas autrement dans la nature. Les champignons représentent pour nous un potentiel illimité. Même s'ils ne seraient pas capables de créer de nouveaux types de molécules à eux seuls, nous pouvons les amener à produire des molécules surprenantes en les soumettant à un stress — en les confrontant les uns contre les autres, ou en les exposant à des bactéries ou organismes auxquels ils ne sont pas habitués.

Nous avons ainsi découvert des molécules qui ont des propriétés biologiques très intéressantes dont l'application va de la médecine à l'agronomie.

SM Cela ressemble un peu à un scénario de science-fiction : faire travailler les champignons pour un futur qui n'existe pas encore.

KG JMC

C'est comme de faire se rencontrer des espèces qui ne se sont pas encore rencontrées dans la nature – même si nous ne pouvons pas avoir la certitude que c'est vraiment le cas. Dans un article on parle de « produit naturel non naturel ». C'est de la science-fiction dans le sens qu'on utilise tout ce qu'on a à disposition dans la nature pour produire quelque chose qui n'existe pas encore dans la nature.

SM

Les champignons constituent-ils le système immunitaire des arbres, du sol ou de l'écosystème ?

KG JMC

Nous ne pouvons pas dire que les champignons sont le système immunitaire du monde. En revanche, ils permettent à la vie d'exister sur terre. C'est la première chose, la plus essentielle : sans eux la vie n'existerait pas — et c'est vrai à plusieurs niveaux. Au niveau du cycle du carbone, parce que ce sont eux qui rendent à la terre le carbone et les minéraux, et ils le font depuis que la terre existe.

Les champignons ont d'abord été des êtres aquatiques – on se situe ici à mille millions d'années peut-être — ils ont permis aux plantes d'envahir le milieu terrestre, en formant avec elles une association indispensable pour leur transmettre l'eau et les minéraux. Ces associations primaires ont été faites dans un premier temps avec les algues, à travers des bactéries qui se sont réunies pour produire des lichens. Tous ces lichens que la lave envahit, par exemple, à Lanzarote, où il y a encore de grands paysages de lave, sur les coulées récentes dus à l'éruption du volcan. Il y a des lichens dessous. Ces lichens sont l'humus fondamental, nécessaire à l'établissement des plantes terrestres. Et quand ces plantes vont arriver, elles vont aussi s'associer à des champignons. C'est toute une histoire d'association et de coopération. Dans ce sens, les champignons créent les conditions indispensables à la vie sur terre.

Mais ils ne constituent pas un système immunitaire, à proprement parler. On peut parler d'immunité des plantes, mais ce n'est pas les champignons qui la constituent.

On peut en revanche établir un parallélisme avec la microflore des humains : les champignons peuvent en effet nous aider à développer une meilleure immunité. Ils peuvent participer à notre système immunitaire de façon collective.

SM

Que pourriez-vous nous dire encore à propos de la ressemblance de notre société avec les champignons ?

KG JMC

Nous pensons à de très jolis exemples, que l'on pourrait considérer comme l'invention de l'agriculture par les champignons. Nous ne pouvons pas dater le phénomène, qui est très lointain. Les champignons se sont fait adopter et élever par

certains insectes, comme les fourmis et les termites. Prenons les fourmis coupeuses de feuilles, elles marchent toutes en ligne avec leur morceau de feuille pour nourrir un champignon. Elles créent un environnement chaud, humide, comme il les aime : à l'abri et à l'intérieur. Les champignons poussent sous forme de filaments, et envahissent un étage de la fourmilière. Les fourmis vont alors bouturer le champignon, puis le récolter et seront ainsi protégées de toutes les larves et les bestioles envahissantes. C'est le champignon qui, nourri et protégé par leurs soins, va produire des molécules contre les bactéries nocives et les envahisseurs. C'est une véritable coopération, qui existe depuis des milliers d'années.

Le mécanisme est identique avec les termites. En Afrique, il y a d'immenses termitières. Le champignon de la termitière se présente sous forme de petites bulles blanches. Les termites créent un environnement idéal pour que le champignon pousse et se nourrisse et, une fois que la reine décide d'abandonner la termitière pour en créer une nouvelle, elle va prendre un petit bout de ce champignon avec elle et elle va partir avec toute sa communauté. Le champignon qui n'est plus bouturé ne restera pas sous forme de bulles. Il va créer des pieds qui vont traverser les 4 ou 5 mètres de hauteur des termitières, surmontées de chapeaux de plus d'un mètre. Ces champignons sont délicieux et atteignent parfois plus d'un mètre de diamètre. Cherchez termitomyces sur Google et regardez les photos ! Le nom du champignon lui a été donné d'après les termites. Il s'agit bien de coopération, d'agriculture.

Il y a également des champignons qui se sont spécialisés dans l'adaptation et la colonisation des matériaux de notre quotidien. Le plâtre et le béton n'arrêtent pas les champignons. Ceux-ci s'adaptent à tout ce qui existe dans leur environnement. Certains, comme la méréule, sont capables de transpercer le béton et le plâtre, d'envahir toute notre maison. Au moment où notre habitat commence à sentir mauvais, que le sous-bois est bien mouillé, il est beaucoup trop tard, et c'est toujours à ce moment-là qu'on le découvre. *Serpula lacrymans*, la méréule pleureuse, envahit des tas de surfaces différentes de nos maisons. On dit pleureuse parce qu'elle coule, comme des larmes.

On peut classer les champignons de différentes façons : selon la manière dont ils se nourrissent par exemple – et nous parlerons dans ce cas de symbiose avec les mycorhizes, entre autres. Il y a ce qu'on appelle des viandosores, qui se nourrissent de la peau et du tissu animal, et d'autres qui ne vont pousser que sur les végétaux. Mais il existe d'autres types d'interactions et on peut très bien imaginer par extension que dans la société, nous avons aussi des interactions symbiotiques entre nous.