



VOYAGE AU PAYS DES MICROBES

Rencontre avec Marc-André Selosse, biologiste spécialisé en botanique et mycologie. Une plongée dans le monde des champignons et des microbes pour apprendre à vivre avec.
Par Marie Aline. Photographies Fred Lahache.

Marc-André Selosse nous accueille au Muséum d'histoire naturelle de Paris, un jour de beau temps. Chercheur passionné par le monde microscopique, le professeur est une manifestation visible du beau. Gousset dans la poche, barbe blanche bien taillée, boutons de manchette assortis à la cravate (roses), il passe un coup d'éponge sur le frigidaire en attendant que l'eau pour le thé bout. « Nous avons tous un seuil de tolérance à la saleté esthétique » dit-il avant de rincer les moutons de poussière dans l'évier. Le thé est prêt. Le chercheur aussi. Incollable sur la vie des microbes et leurs interactions bénéfiques avec le monde animal et végétal, il s'apprête à nous dévoiler la valeur d'un univers invisible à l'œil nu.

Pourquoi votre vie est peuplée de beaucoup plus de microbes que celle du commun des mortels ?

La vie de tout le monde est peuplée de microbes. C'est le produit de millions d'années d'évolution. Je suis plein de microbes, comme vous et comme le lecteur, jusque dans nos fonctions les plus intimes. Petit, je me suis intéressé aux champignons au sens commun, à ces organes reproducteurs que l'on ramasse en forêt. Les champignons sont des filaments microscopiques enfouis sous terre. J'avais la chance d'avoir un grand-père qui m'emmenait tous les jours au bois de Vincennes et je partais pour chaque vacances à Belle-île en mer. J'étais très souvent dehors, pour un petit urbain grandi rue de Charonne à Paris.

J'ai commencé à me passionner pour les champignons, après un cours de sciences naturelles en 5^e. J'essayais de trouver leurs noms, je les découpais, les étudiais, récoltais leurs spores. Ces champignons macroscopiques ont été une véritable porte d'entrée vers le microscopique. Aujourd'hui, j'étudie même des champignons qui ne se voient jamais, à aucun moment de l'année, à l'œil nu.

Qu'est-ce qu'un microbe ?

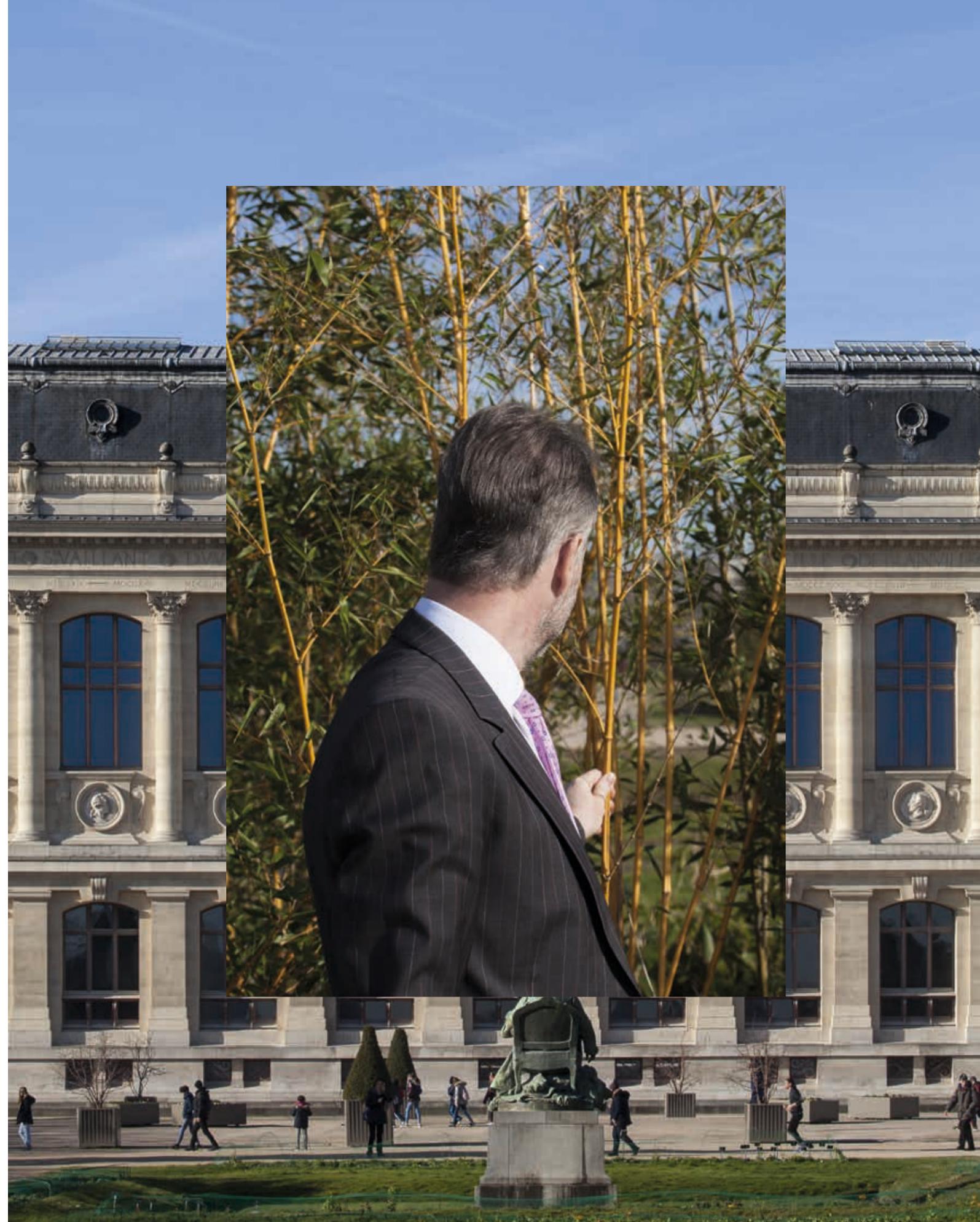
Les microbes ne se voient pas. Les gens ont tendance à penser qu'il y a les animaux, les plantes, et parfois les champignons. Mais dans le vivant, si on considère tous les groupes vivants y compris les invisibles, on a 100 à 150 groupes de tailles équivalentes à ceux des animaux, des

plantes et des champignons. Et tous sont microscopiques. Le monde est fait de lignées microscopiques. Des groupes évoluent depuis des milliards d'années sans avoir fait d'agrégats de plusieurs cellules visibles à l'œil nu. Les falaises de craie d'Étretat sont faites de squelettes d'algues microscopiques, des microbes. Le vin, la bière... sont issus de la fermentation des microbes. L'efficacité du dentifrice est due à des microbes appelés diatomées. Les processus géologiques, industriels... révèlent l'immanence du monde microbien.

Par exemple, nous portons 2 kg de bactéries dans notre corps. C'est peu en masse. Et pourtant, il faut gérer ce cheptel microbien en nous. Notre microbiote compte autant de cellules que le reste de notre organisme ! Et comme ce sont des espèces de microbes très différents, le nombre de gènes comportés par notre microbiote, et donc le nombre de fonctions remplies, est cent mille fois plus grands que le nombre de gènes que nous portons. Ce microbiote est une formidable opportunité de faire des choses que nous ne pourrions pas faire nous-mêmes. Par exemple, des bactéries peuvent lutter contre le staphylocoque doré, mais d'autres, rendre des médicaments inactifs. Il existe des anti-sidéens en administration vaginale qui ne sont pas actifs sur certaines personnes à cause d'une microflore vaginale différente des individus sur lesquels le médicament est actif. Il y a des bactéries qui peuvent modifier le médicament et le rendre inactif. Cela veut dire que le monde microbien ajoute leurs gènes au nôtre.

Existe-t-il une saleté propre et une saleté sale ?

Le monde microbien n'est ni bon ni mauvais. Les hommes seuls, peuvent voir les choses comme ça. Les espèces n'ont pas évolué d'une façon qui les conduise à être bonnes ou mauvaises. Dans les champs, on trouve des micro-organismes qui peuvent être positifs ou négatifs selon les circonstances. Par exemple, la pourriture noble, le botrytis, qui se développe sur le raisin va contribuer à une sur-maturation du grain et au développement d'arômes que l'on trouve dans les sauternes et certains pouilly-fumé. Cette pourriture ne diminue pas trop la survie des grains de raisin. Mais si elle s'installe sur les feuilles en début de saison, ou sur des jeunes fruits, elle va les tuer. Elle sera négative et va provoquer une catastrophe sanitaire.





« C'est vital car notre santé est construite par la présence des microbes. »

Les microbes ne sont donc ni bons ni mauvais. Il faut créer les conditions pour que les microbes ne deviennent pas invasifs et/ou dysfonctionnels. C'est vital car notre santé est construite par la présence des microbes.

Notre santé est le produit d'un écosystème microbien. L'homme en bonne santé est un service écosytémique, produit par l'écosystème microbien qu'il abrite et auquel il contribue bien que n'étant pas un microbe lui-même ! Nos microbes ont des rôles de protection mais aussi un rôle de modulateur du développement du système nerveux et du système immunitaire. On pense aujourd'hui que l'une des causes de l'asthme ou de maladies auto-immunes est un microbiote insuffisamment diversifié dans l'enfance. Il ne permettrait pas le développement normal du système immunitaire. Quand on a de vrais jumeaux et qu'on les sépare, l'un vivant en ville (très propre) et l'autre à la campagne (moins « propre »), le risque d'asthme est divisé par deux chez ceux qui vivent à la campagne. On a besoin d'être contaminé un minimum pour se développer normalement.

Nous avons évolué pendant des millions d'années avec les microbes mettant en place un système positif. Il ne faudrait pas aller à l'encontre de cela. Par exemple, aujourd'hui on recommande de ne plus stériliser les biberons. Les enfants se contaminent dès le plus jeune âge en portant tout à la bouche. S'ils sont vaccinés correctement, cela permet de laisser à la porte les microbes négatifs tout en laissant entrer les microbes positifs. Demain il faudrait retrouver une saleté propre, c'est à dire une ouverture d'esprit à ce que nous jugeons culturellement sale mais qui est propre à nous maintenir en bonne santé.

Comment applique-t-on ce schéma au monde végétal ?

La plante est colonisée comme nous, dans ces cavités et ses surfaces par des champignons, des bactéries venus de l'air. Sauf que la plante est plus dure que nous. Ses cellules sont prises dans une paroi de cellulose qui les sépare légèrement les unes des autres, par de l'air. C'est ainsi qu'elle respire ou qu'elles font leur photosynthèse.

Ces micro-lacunes sont en communication avec les milieux externes. Les microbes rentrent par-là jusque dans les tissus. Une feuille est constituée de multiples lacunes occupées par des champignons (entre

10 et 20 espèces différentes sur une feuille de peuplier par exemple) et des bactéries (100 millions par gramme). Les microbes ont un rôle protecteur comme ceux de notre peau. Ils contribuent à produire des molécules qui modifient le fonctionnement de la plante, sa forme notamment, ou son odeur. Mais surtout, les microbes qui environnent la racine de la plante sont essentiels à sa nutrition ! Parmi eux, les champignons mycorhiziens. Ils s'installent sur les racines et donnent naissance à cet hybride plante/champignon que l'on appelle mycorhize. C'est ce sur quoi je travaille au Muséum d'histoire naturelle de Paris mais aussi à l'université de Gdansk, en Pologne. 90 % des plantes terrestres dépendent de ces mycorhizes pour exploiter les ressources du sol. Elles ne sont pas capables, bien qu'elles aient des racines, d'aller chercher l'azote, le phosphate ou l'eau qui leur sont nécessaires. Les mycorhizes le font pour elles. Ce sont des extensions fonctionnelles vitales pour la plante.

Qu'est-ce qui peut mettre en péril l'existence de ces mycorhizes dans nos pratiques agricoles ?

Il y a deux choses et elles pointent du doigt l'agriculture conventionnelle. Habituellement, la plante paye le champignon en lui donnant du sucre. Cela lui coûte, bon an mal an, 30 % des produits de la photosynthèse. C'est le prix à payer pour avoir des aliments minéraux. Si le sol est très riche, la plante arrive à se nourrir par elle-même en phosphate, azote etc... et elle cesse de payer le champignon. Quand on fertilise un sol, on voit chuter la quantité de champignons qui colonisent les racines. La plante se nourrit toute seule. Le deuxième problème, c'est les pesticides. Quand on met des fongicides, cela tue les champignons. Ils ont pourtant une fonction protectrice cruciale pour la plante : ils fortifient son système immunitaire. Et en plus, ils sont en compétition avec des micro-organismes qui lui seraient défavorables, donc ils la protègent. Quand on compare une plante mycorhizée et une non-mycorhizée en réponse à un pathogène foliaire, on s'aperçoit que la non-mycorhizée répond généralement moins bien. Son système immunitaire répond moins vite, moins intensément. Le champignon/microbe installé sur la racine de la plante détermine son système immunitaire. Comme pour l'homme ! Suivez donc bien le raisonnement du cercle vicieux : nos plantes sont moins

mycorhizées car les sols fertilisés empêchent la symbiose entre le champignon et la racine. Par conséquent, elles sont moins protégées et deviennent plus dépendantes des pesticides. Ces derniers (notamment les fongicides) vont abîmer les derniers champignons micorhiziens. La plante deviendra plus dépendante encore des pesticides et des engrais puisqu'elle ne peut plus être protégée ni nourrie par les champignons. On arrive, ainsi, à une agriculture conventionnelle basée sur les pesticides d'un côté et les engrais de l'autre qui a pourtant une grande vertu !

L'agriculture conventionnelle aurait donc une vertu ?

Aujourd'hui tout le monde jette le bébé avec l'eau du bain parce que nous sommes nés avec une cuillère en or dans la bouche : personne ne meurt de faim aujourd'hui en Europe. Et ceux qui meurent de faim, en Europe (j'insiste) c'est pour des raisons de mauvaise répartition des richesses et non pour des raisons de biomasse. On a oublié que l'agriculture conventionnelle nous a protégés des famines. Le problème est qu'il y a un prix à payer pour ça : la santé humaine et l'environnement. On ne veut plus payer ce prix. Il faut donc retrouver une logique microbienne, un écosystème microbien en bonne santé qui protégera et nourrira la plante. Ce qui permettra de protéger la santé de l'homme : l'agriculteur comme le consommateur seront moins confrontés aux pesticides. On en arrive à cette idée importante : il est difficile d'avoir un homme en bonne santé dans un écosystème en mauvaise santé. La santé ne peut pas être segmentée. L'homme est une partie de la nature. Il faut absolument que l'on transcende notre vision qui opposait nature et société, la société étant quelque chose qui fonctionne avec ses propres règles et qui peut à peu près tout faire. On s'aperçoit aujourd'hui que la société est liée à la nature et que la nature lui impose sa finitude. Mais elle impose aussi son fonctionnement à l'homme parce qu'il y a une nature à l'intérieur de l'homme. Il faut récupérer du lien aux écosystèmes qui sont en nous et en dehors de nous et concevoir que nous serons le reflet de leurs fonctionnements. C'est l'incarnation de la Santé Unique.

Comment faire pour recréer ce lien entre écosystème interne et externe à l'homme ?

Il faut changer de paradigme, remettre des microbes dans cette nouvelle vision du monde, et casser l'antagonisme entre nature et société. La solution est l'enseignement. En France, on assiste à une catastrophe qui est un crime contre les générations prochaines : on a des luttes intestines dans le corps enseignants sur les heures d'enseignements des sciences de la vie et de la terre, la biologie, la géologie. Pour le citoyen qui demain devra se soigner, se nourrir, devra savoir ce qui se cache derrière un téléphone portable ou un meuble, il n'y a plus aujourd'hui (sauf en option) de for-

mation aux sciences de la vie et de la terre, en première et en terminale. On s'enfoncé ainsi dans l'ornière qui consiste à penser que la société est décorrélée de la nature. On marche de façon boiteuse vers l'avenir.

L'agriculture bio pourrait-elle être une réponse ?

J'ai une inquiétude sur le bio. Il est dans un paysage où tout le monde fait du conventionnel. Cela veut dire qu'indirectement, les pathogènes ont du mal à arriver dans les parcelles bio puisqu'ils se font éradiquer par les intrants de l'agriculture conventionnelle. Conclusion : aujourd'hui l'agriculture bio est appuyée par le conventionnel. J'aimerais que demain on ait une agriculture bio ou alternative en continu avec quelques îlots de conventionnels. Là, vont surgir d'autres problèmes. Il n'y a pas UNE seule bonne solution. Quand j'entends dire qu'il faut mettre du carbone dans les sols, des arbres dans les champs...

oui il y a des endroits où il faut le faire. Mais surtout, il faut évaluer ces nouvelles pratiques en continu, poser le pognon sur la table pour faire des recherches ! Les mesures que l'on préconise aujourd'hui avec les nouvelles agricultures auront des effets secondaires. On l'a dit en début d'entretien, rien n'est bon, rien n'est mauvais. Il faudra être très vigilant et plein d'humilité. Les propositions que l'on fait aujourd'hui vont générer les problèmes de demain. Et si on ne voit pas la suite de l'histoire comme une réévaluation et une réinvention perpétuelles des pratiques, on fera demain la même erreur que l'agriculture conventionnelle fait aujourd'hui.

Cela deviendrait-il politique ?

Oui ! En tant que citoyen, nous nous devons de programmer un système qui a la souplesse de s'évaluer, de changer et d'avoir la capacité sociétale de dire qu'il s'est trompé. Ça ne marchera que si nous avons des citoyens qui auront été formés au doute. Le monde est complexe et la

discipline qui est le trône de la diversité est la biologie. Si on ne forme pas à ça, on pourra toujours essayer de faire un monde meilleur, ça ne marchera pas. Si on décide sans les citoyens alors ils descendent dans la rue et foutent le bordel. Et ils ont raison, par forcément dans la forme, mais sur le fait qu'en démocratie on a le droit de choisir. S'ils n'ont pas envie de choisir ce qui est bon écologiquement, ils ont le droit, en démocratie, de choisir d'aller dans le mur. C'est ce qui se passe actuellement quand les uns votent en France pour des gouvernements qui prétendent faire la transition écologique sans la faire. Mais je vous rassure : les écosystèmes se foutent de la perte de biodiversité. Il en reste des espèces ! La biodiversité est revenue d'autres extinctions, certes pas aussi intense, certes pas aussi rapide. Mais laissez, une seule espèce et vous en ferez mille. Après tout, on est parti de zéro dans l'évolution ! Je ne suis pas inquiet pour la biosphère. Elle survivra à l'homme. La question est : est-ce qu'elle sera encore vivable pour l'homme ?

« On s'aperçoit aujourd'hui que la société est liée à la nature et que la nature lui impose sa finitude. »

