

gorgones (ou éventails de mer) en particulier – auraient été transportés dans de la poussière venue d'Afrique. Cela reste à confirmer, mais la désertification croissante du nord-ouest de l'Afrique accroît ce danger potentiel. En effet, de plus en plus de terres semi-arides se transforment en poussière, qui peut alors véhiculer un plus grand nombre de microorganismes.



Les microorganismes aériens favoriseraient des épisodes de grêle, de neige ou de pluie



Ces microbes ne font pas que propager des maladies en voyageant dans le ciel. Certains chercheurs suggèrent qu'ils influeraient aussi localement sur le temps en favorisant des épisodes de grêle, de neige ou de pluie. En règle générale, la formation d'un flocon de neige ou d'une goutte de pluie commence par la constitution de minuscules cristaux. Des gouttes d'eau ou des flocons se forment alors autour de ces microcristaux en fonction de certaines conditions, notamment la présence de particules, comme de la suie. Avec ces particules, l'eau gèle à des températures plus élevées que d'habitude (sans perturbation, l'eau pure peut rester liquide jusqu'à environ -38°C par le phénomène de surfusion).

CES MICROORGANISMES QUI FONT PLEUVOIR

En 1982, David Sands, de l'université d'État du Montana, et ses collègues ont avancé l'idée selon laquelle des microorganismes – à savoir la bactérie *Pseudomonas syringae* – pouvaient aussi servir de noyaux pour les cristaux de glace dans l'atmosphère. Dans des travaux ultérieurs, les chercheurs ont esquissé un mécanisme possible: certaines souches de *Pseudomonas syringae* produisent une protéine particulière à leur surface qui piège les molécules d'eau de telle façon qu'elles commencent à créer un réseau cristallin.

Au niveau du sol, les souches qui produisent ces protéines dites glaciogènes peuvent causer des dommages aux céréales en induisant un épisode de gel. Dans l'atmosphère, où la température est bien inférieure à 0°C , si une

quantité suffisante de ces bactéries et de leurs protéines glaciogènes est présente, un épisode de pluie ou de neige pourrait en découler.

Depuis les travaux précurseurs de David Sands, les chercheurs ont trouvé beaucoup de *Pseudomonas syringae* dans des échantillons de pluie et de neige. Il reste difficile de démontrer si ces microorganismes sont responsables du déclenchement des précipitations ou s'ils ne font que «suivre le mouvement». Des responsables de stations de ski n'ont pas attendu une réponse à cette question: un grand nombre d'entre eux utilisent des agents de nucléation de la glace vendus dans le commerce, qui contiennent des cellules de *Pseudomonas syringae*, pour fabriquer de la neige artificielle durant les journées d'hiver trop douces.

L'hypothèse de David Sands nous a incités à chercher d'autres microorganismes dans l'atmosphère qui déclencheraient des précipitations. David Schmale et ses collègues ont montré que les microorganismes associés à des précipitations sont beaucoup plus divers qu'on ne le pensait. En Virginie, Boris Vinatzer et David Schmale ont collecté de nombreux types de bactéries et de champignons dans l'atmosphère et dans des précipitations, qui pourraient servir d'agents de nucléation de la glace, au moins d'après des résultats en laboratoire. Et ces microorganismes qui «font la pluie» varieraient d'une région à une autre.

En combinant les informations sur la biodiversité locale, sur le mouvement des microorganismes dans l'air et sur les mécanismes de nucléation, nous pourrions mieux anticiper certains épisodes de précipitation. Et, au-delà de l'aspect prédictif, nous pourrions finalement utiliser certains de ces microorganismes pour faire pleuvoir dans les régions arides ou frappées de sécheresse.

Jusqu'à présent, nous nous sommes surtout intéressés aux processus qui se déroulent au-dessus de la terre ferme. En combinant nos résultats sur les microorganismes contenus dans les gouttelettes d'eau et nos calculs sur les structures lagrangiennes cohérentes, nous voulons décrire ce qui se passe dans l'air au-dessus de la surface des lacs, des rivières et des océans.

Nous avons déjà commencé à collecter des microorganismes au-dessus de l'eau en utilisant des flottes de bateaux sans pilote et des drones aériens. La situation à décrire est plus complexe mathématiquement, car les équations doivent tenir compte du mélange de l'air chargé en microorganismes et de l'eau provenant des embruns, de vagues déferlantes et même des éclaboussures de la pluie. Cependant, comme l'eau recouvre environ 70 % de la planète, nous sommes certains que ce que nous trouverons nous révélera de nouveaux éléments fascinants sur la façon dont les microorganismes parcourent le globe. ■

BIBLIOGRAPHIE

D. G. Schmale III et S. D. Ross, **Highways in the sky : Scales of atmospheric transport of plant pathogens**, *Annual Review of Phytopathology*, vol. 53, pp. 591-611, 2015.

L. E. Ogden, **Life in the clouds**, *BioScience*, vol. 64(10), pp. 861-867, 2014.

T. Peacock et G. Haller, **L'ordre caché des écoulements chaotiques**, *Pour la Science*, n° 434, décembre 2013.

Aristote contemplant le buste d'Homère (1653). Cette peinture de Rembrandt rassemble deux des grands Anciens auxquels la plupart des Modernes se réfèrent encore au XVII^e siècle.



L'ESSENTIEL

> On a longtemps vu le **xvii^e siècle** comme celui d'une grande révolution scientifique qui aurait donné naissance à la science moderne.

> Mais depuis quelques années, les historiens des sciences commencent à prendre en compte l'omniprésence de l'Antiquité dans le discours des savants de l'époque.

> Entre Modernes convaincus, tel Descartes, et Modernes respectueux des Anciens, la querelle est âpre non seulement en art et en littérature, mais aussi en sciences.

> Nombre de savants que l'on croyait porteurs de la révolution se révèlent très hésitants à larguer les amarres ancestrales.

L'AUTEUR



PASCAL DURIS
professeur
en épistémologie
et histoire des sciences
à l'université
de Bordeaux

Pas si Modernes...

Y A-T-IL EU UNE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE AU XVII^e SIÈCLE ?
HORMIS DESCARTES ET SES PARTISANS, AUCUN SAVANT DE L'ÉPOQUE
NE PERCEVAIT SON ŒUVRE COMME TELLE, BIEN AU CONTRAIRE.
L'ÉMANCIPATION DES MODERNES VIS-À-VIS DU POIDS
DES ANCIENS S'EST FAITE AU PRIX D'UNE LONGUE BATAILLE.

Au **xvii^e siècle**, le nombre d'ouvrages scientifiques proclamant la nouveauté de leur contenu est impressionnant : *Astronomia nova* (1609), de Johannes Kepler, *Novum Organum* (1620), de Francis Bacon, *Nouvelles conjectures sur la digestion* (1636), de Marin Cureau de La Chambre, *Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles* (1638), de Galilée, *Expériences nouvelles touchant le vuide* (1647), de Blaise Pascal, *Opuscula anatomica nova* (1649), de Jean Riolan, *Methodus plantarum nova* (1682), de John Ray, *Traité de plusieurs nouvelles machines et inventions extraordinaires sur différents sujets* (1698), de Denis Papin, et tant d'autres. Pendant longtemps, les historiens des sciences ont ainsi vu le **xvii^e siècle** comme celui de la nouveauté scientifique, celui qui voit l'émergence en Europe occidentale de la science moderne, c'est-à-dire d'une science expérimentale et quantitative, se libérant de l'autorité des Anciens et de la Bible, et guidée par la raison, à la fois graine et fruit d'une révolution scientifique sans précédent.

Pour Alexandre Koyré – le premier d'entre eux, dans les années 1930, à proposer cette notion de révolution scientifique –, celle-ci, caractérisée par une « mathématisation de la nature », s'étend des travaux de Copernic à ceux de Newton. Copernic et Galilée ont détruit le cosmos géocentrique grec et anthropocentrique médiéval. Et avec Descartes et Newton, l'espace s'est géométrisé.

UNE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE ?

Il est difficile de contester l'émergence, à cette époque, de nouvelles représentations du monde et de l'homme. Pourtant, quand on examine les écrits des savants du Grand Siècle, on constate qu'aucun, à l'exception de Descartes et de ses partisans – et dans une moindre mesure Bacon et Galilée – ne pense son œuvre ou celle de ses contemporains en termes de rupture. Leibniz en désapprouve même entièrement l'idée le 15 avril 1673, dans une lettre au père Huet : « Comme si on avait besoin d'une grande reconstruction, à en croire Bacon, ou d'une table rase, à en »