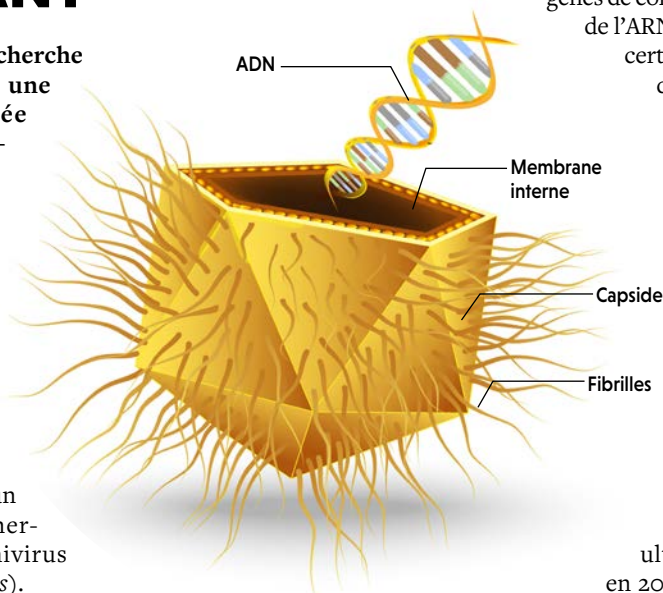


2003 MIMIVIRUS, LE VIRUS QUI MIME LES BACTÉRIES

LE PREMIER VIRUS GÉANT

Dans le cadre d'une recherche sur la légionellose, une amibe est prélevée dans une tour de climatisation en Angleterre. Elle se révèle infectée par un parasite inconnu qu'on assimile à une bactérie. Dix ans plus tard, en 2003, l'une des équipes qui participait à l'étude, celle de Jean-Michel Claverie et Didier Raoult, à l'université de la Méditerranée, à Marseille, s'aperçoit que ladite bactérie est en fait un virus gigantesque. Les chercheurs l'ont nommé Mimivirus (pour *Microbe mimicking virus*).

Mimivirus est plus grand que certaines bactéries; son génome est à l'avenant, avec 1262 gènes dont près d'un millier codent des protéines (alors que quelques-uns suffisent pour faire un virus). Certes, il n'est pas «vivant», car incapable de se reproduire sans parasiter le



MIMIVIRUS, PAS MINIVIRUS

Représentation schématique du virus géant Mimivirus (ici coupé), dont la taille est d'environ 0,4 micromètre.

système de lecture de l'ADN d'une cellule ou d'interagir avec son environnement pour maintenir ses conditions internes. Mais il est doté de gènes de correction du génome, de transcription de l'ARN, ou du métabolisme du sucre dont certaines bactéries ne disposent pas, et dont un virus ne devrait pas avoir besoin! En 2008, l'équipe de Didier Raoult a découvert qu'il est lui-même parasité par un virus nommé Sputnik.

Mimivirus appartient à une lignée très ancienne. Est-il aussi le vestige d'une forme de vie antérieure à la vie cellulaire, qui aurait perdu la capacité de se reproduire par elle-même lorsque l'apparition des premières bactéries lui a facilité la tâche? En tout cas, Mimivirus et les autres virus géants découverts ultérieurement (Mamavirus décrit en 2003, Pandoravirus en 2013, Pithovirus en 2014, Mollivirus en 2015, etc.) troublent la frontière entre virus et bactéries, donc entre l'inerte et le vivant. ■

R. C.

B. La Scola *et al.*, A giant virus in amoebae, *Science*, vol. 299, p. 2033, 2003

2004 LE PREMIER MATÉRIAU BIDIMENSIONNEL

UN PLAN DE CARBONE: LE GRAPHÈNE

Le graphite est un millefeuille friable de couches de carbone. Une feuille unique, d'un seul atome d'épaisseur, est un cristal de «graphène» où les atomes sont liés selon un motif hexagonal. Les électrons de ces liaisons chimiques sont «délocalisés» sur l'ensemble du réseau, ce qui donne au graphène ses propriétés remarquables. La vitesse du courant électrique y est 150 fois plus élevée que dans le silicium et il conduit la chaleur 10 fois mieux que le cuivre (et mieux que n'importe quel autre matériau connu). Il est aussi près de 200 fois plus résistant à la traction que l'acier (à condition d'être sans défaut) et presque transparent.

Ces propriétés font du graphène une substance idéale pour fabriquer des composants électroniques très petits, ultra-rapides et qui chauffent peu. Ses applications potentielles – écrans tactiles souples, blindage contre les ondes électromagnétiques, batteries de nouvelle génération – sont innombrables... Encore faut-il pouvoir le synthétiser!

Dans les années 1990, on a tenté des procédés d'exfoliation du graphite comparables à l'usure de la mine de crayon sur le papier, sans jamais parvenir en dessous de quelques dizaines de couches d'épaisseur. En 2004, Andre Geim et Konstantin Novoselov, à l'université de Manchester, s'amuserent à arracher des écailles de matière d'un bloc de graphite à l'aide de

ruban adhésif. Ils remarquèrent que ces écailles avaient des épaisseurs différentes. En répétant l'expérience, ils parvinrent à isoler des écailles formées d'une seule couche atomique et à les déposer sur des plaques de silice, où ils ont pu les étudier et mesurer précisément les propriétés du matériau. L'exploit leur a valu le prix Nobel de physique en 2010 (voir aussi l'article d'Annick Loiseau, pages 36-37). ■

R. C.

K. S. Novoselov *et al.*, Electric field effect in atomically thin carbon films, *Science*, vol. 306, pp. 666-669, 2004

2006 Le microbiote, un organe à part entière

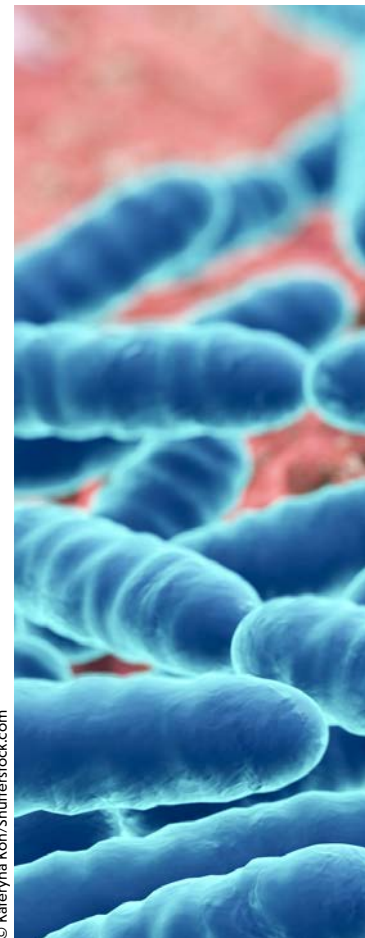
En 2006, plusieurs études démontrent un lien entre flore intestinale et obésité chez l'homme. Par la suite, les deux kilogrammes de microorganismes qui peuplent notre intestin vont se révéler impliqués dans de nombreuses pathologies, du diabète à la maladie de Parkinson en passant par la dépression.

Plus d'un siècle après Élie Metchnikoff, cet embryologiste engagé par Louis Pasteur, qui évoquait l'importance fonctionnelle de la flore intestinale, la communauté scientifique mondiale commence à reconnaître que la physiologie de l'homme ne se restreint pas à son génome et aux produits de son expression. C'est en 2006 qu'une série de travaux pionniers sur l'obésité a achevé de nous convaincre qu'un humain doit désormais être considéré comme un holobionte, c'est-à-dire comme une symbiose entre ses cellules et les microorganismes, unicellulaires surtout, qui vivent en lui. Initialement, les fonctions reconnues du microbiote ne concernaient que la sphère intestinale et sa contribution aux fermentations des fibres et à la production de certaines vitamines. Fondées sur la culture – principalement en anaérobiose –, les études se restreignaient à considérer seulement quelques dizaines d'espèces faciles à cultiver. Tout a changé avec le développement des techniques de la biologie moléculaire et du séquençage rapide, progrès

qui ont révélé la complexité du «microbiote», et son énorme potentiel génétique.

Sur ce chemin, les modèles expérimentaux chez l'animal ont joué un grand rôle, tout particulièrement l'utilisation de rongeurs élevés sans germe (axéniques), qui permettent des manipulations de la flore, dont le transfert de microbiotes d'humains sains ou malades. Ils ont démontré le lien fort entre une altération du microbiote appelée dysbiose et de nombreuses pathologies chroniques. L'analyse de la composition et des fonctions du microbiote dans des cohortes humaines d'individus sains ou malades par des méthodes de séquençage exhaustives couplées aux approches bio-informatiques ont confirmé l'importance de cette symbiose en santé humaine. Quelques ouvrages grand public vantant en particulier le «charme discret» de nos intestins ont permis de faire connaître le grand intérêt du microbiote pour la santé.

C'est en 2010, dans la revue *Nature*, que les premiers résultats du projet européen MétaHIT, coordonné par l'Inra, commencent à révéler toute la complexité du microbiote intestinal. Les chercheurs ont séquencé le



© Katerina Kom/Shutterstock.com