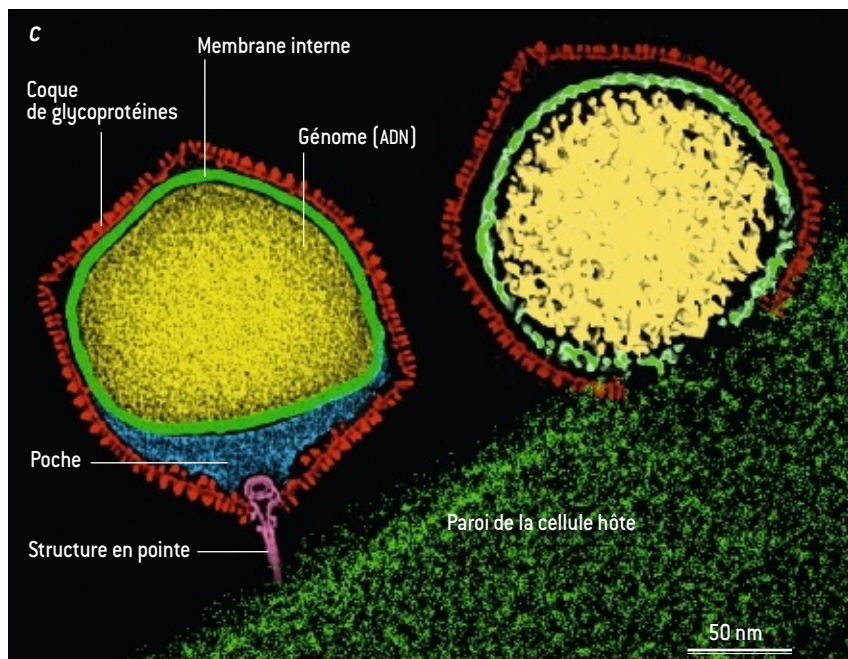
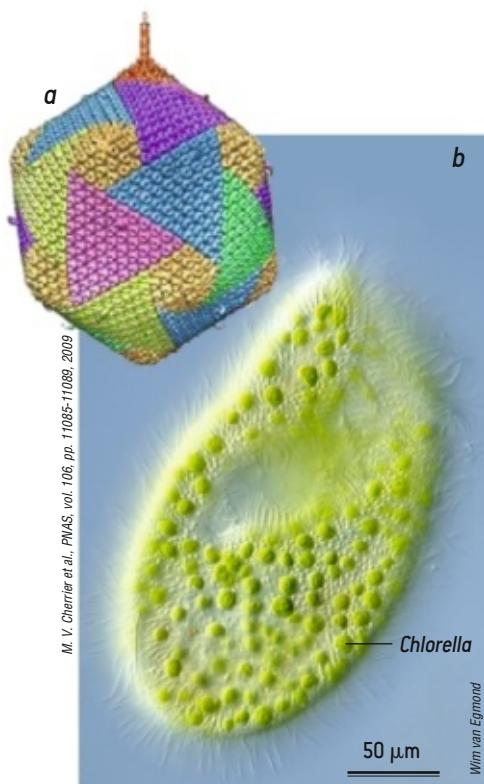




5. LE VIRUS GÉANT PBCV-1 [a ; les fausses couleurs distinguent les différentes structurations de la surface de sa capside icosaédrique] infecte des *Chlorella*, algues unicellulaires qui vivent en symbiose au sein, notamment, de pro-

tistes [b, ici *Paramecium bursaria*]. Ce virus a plus de 400 gènes et mesure environ 0,2 micromètre. Dans la reconstruction réalisée à partir de vues en cryomicroscopie électronique [c], on voit, en coupe et en fausses couleurs, l'an-

crage d'un virus PBCV-1 à sa cellule hôte (virion de gauche) et le début de sa pénétration (virion de droite) : un trou a été formé dans la paroi de l'hôte, et la membrane cellulaire de ce dernier fusionnerait avec la membrane interne du virus.

complexes et spécifiques, à toutes les étapes de l'infection. Il n'est dès lors pas surprenant que des virus très semblables tels que le VIH, l'agent responsable du sida, et son homologue chez les singes, le VIS, n'infectent pas de façon croisée à la fois le singe et l'homme, bien que ces derniers soient proches parents.

Des virus géants chez l'homme ?

Cependant, *Mimivirus* défie souvent les règles habituelles. Il pénètre dans les cellules phagocytaires (telles que les amibes et, peut-être, les macrophages humains) quand ces organismes l'engloutissent. Après avoir été ingéré, le virus sort de la vacuole qui l'entoure par une fusion de membranes relativement non spécifique. À partir de là, son énorme génome pourrait lui conférer la capacité de détourner ou de répliquer des fonctions cellulaires, bien au-delà de la capacité des virus moins riches en gènes.

Mais il n'existe pas d'indices suggérant que *Mimivirus* pourrait être pathogène pour l'homme. Selon une revue de synthèse parue en 2009, la ligne de conduite la plus prudente consiste à traiter provisoirement *Mimivirus* comme un pathogène de classe 2 pour la biosécurité, c'est-à-dire un agent qui ne

provoque que des maladies bénignes ou qui a très peu de chances d'être disséminé sous forme d'aérosol dans un laboratoire.

Les virus NCLDV géants ont probablement une histoire évolutive très ancienne, mais ils sont parmi les objets les plus nouveaux apparus sur la scène de la virologie. Notons qu'en plus des membres des NCLDV, il existe d'autres virus qualifiés de girus, notamment des virus bactériens, tel le phage G, et le « virus du syndrome de la tache blanche », responsable d'une maladie dans les élevages de crevettes aux conséquences économiques importantes.

Mais les virus géants peuvent aussi avoir des retombées positives. Ainsi, on découvre de nouvelles enzymes ayant parfois une valeur commerciale, et les enzymes virales sont souvent les plus petites dans leur classe, ce qui en fait de parfaits modèles pour étudier les structures et mécanismes enzymatiques. L'étude des virus géants est donc riche de promesses, tant sur le plan de la biologie fondamentale que sur le plan des applications. Ce domaine connaîtrait des progrès plus rapides si l'on pouvait modifier génétiquement des virus géants par des techniques moléculaires. Les scientifiques n'y sont pas encore parvenus. Espérons que cette barrière tombera bientôt.

BIBLIOGRAPHIE

J. L. Van Etten et D. D. Dunigan, *Chloroviruses : not your everyday plant virus*, *Trends in Plant Science*, vol. 17(1), pp. 1-8, 2012.

P. Forterre, *Giant viruses : Conflict in revisiting the virus concept*, *Intervirology*, vol. 53, pp. 362-378, 2010.

J. L. Van Etten et al., *DNA viruses : The really big ones (girus)*, *Annual Review of Microbiology*, vol. 64, pp. 83-99, 2010.

J.-M. Claverie et C. Abergel, *Mimivirus and its viroplasm*, *Annual Review of Genetics*, vol. 43, pp. 49-66, 2009.

Correspondance, *Nature Reviews Microbiology*, vol. 7, pp. 615-625, 2009.

Les virus

g éants

vestiges d'organismes cellulaires ?

Jean-Michel Claverie et Chantal Abergel

Les virus géants tels que *Mimivirus* et *Megavirus* constituent des microbes d'un type nouveau. Ils ne se répliquent pas comme les virus classiques, en prenant le contrôle du noyau de la cellule hôte.

La découverte de virus très gros, dont le diamètre atteint presque le micromètre, est toute récente. Il en est ainsi de *Mimivirus*, mis en évidence en 2003 au cours d'une collaboration de notre laboratoire avec celui dirigé par Didier Raoult à l'Université d'Aix-Marseille, et de *Megavirus chilensis* (voir la figure 1), que nous avons rapporté des côtes chiliennes en 2010. Le grand intérêt de ces virus, qui parasitent des organismes unicellulaires, ne réside pas dans leur taille – ou du moins pas directement. Ils passionnent les biologistes parce qu'ils apparaissent comme des microbes d'un type nouveau. Comme nous allons l'expliquer, les Mégaviridés, le groupe de virus géants tels que *Mimivirus* et *Megavirus*, remettent en cause la frontière qui, pensait-on, sépare les virus des organismes vivants. Ils réorientent de ce fait les réflexions sur la nature biologique des virus et sur leur origine.

La grande taille des virus géants n'est pas, en soi, leur caractéristique la plus intéressante. Mais c'est à cause du diamètre de la capsid (la coque virale) que les Mégaviridés tels que *Mimivirus* et *Megavirus* ont été découverts si tardivement. Pour com-

L'ESSENTIEL

✓ La découverte de virus géants tels que *Mimivirus* et *Megavirus* a été tardive en raison de leur grande taille, paradoxalement.

✓ Pour se répliquer, les virus géants, du moins ceux de la famille des Mégaviridés, n'ont pas besoin du noyau cellulaire de l'hôte. Ils forment dans le cytoplasme une « usine virale » qui utilise les nutriments et les ribosomes de l'hôte.

✓ Ils constituent ainsi une nouvelle forme de vie qui remet en question la frontière séparant les virus du monde vivant.

prendre pourquoi, il faut revenir en 1878, l'année où Louis Pasteur émit l'hypothèse que les maladies « infectieuses », c'est-à-dire contagieuses, sont dues à des microbes et non à des « miasmes » mal définis comme on le croyait jusqu'alors.

Selon la nouvelle théorie de Pasteur, les agents des maladies infectieuses sont des organismes vivants (car capables de se multiplier *in vitro* dans un milieu nutritif) uniquement visibles au microscope optique. Mais leur taille, de l'ordre du micromètre, suffisait à les retenir sur les filtres de porcelaine, conçus en 1884 par son assistant Charles Chamberland pour désinfecter l'eau destinée à la boisson. Dans les laboratoires de l'époque, la filtration devint ainsi la nouvelle technique de référence pour démontrer qu'une maladie est due à une infection : la simple filtration (du sang, de l'eau, etc.) devait interrompre la transmission.

Comme souvent en biologie, l'introduction d'une nouvelle technique – ici la filtration – allait conduire à une grande découverte. En 1892, alors que Pasteur était en pleine gloire, un botaniste russe inconnu, Dimitri Ivanovsky, publia dans le Bulletin scientifique de l'Académie impériale