

12

DÉCEMBRE

LES VIRUS

Les virus sont de minuscules structures quasi-vivantes. Leur enveloppe, faite de protéines, contient leur matériel génétique. Ils se reproduisent en pénétrant dans une cellule et en prenant en otage ses fonctions reproductrices. Bien qu'ils soient beaucoup plus petits que les bactéries, ils causent comme elles de nombreuses maladies. Pour combattre les virus et éviter les infections qu'ils propagent, il est important de comprendre leur structure. Mais cette étude est également passionnante en elle-même, car beaucoup d'entre eux sont des polyèdres présentant de remarquables symétries, souvent des icosaèdres tronqués.

Cette forme s'explique par la nécessité pour le virus de minimiser son énergie de surface. À cette fin, les protéines de surface, relativement peu nombreuses, sont serrées les unes contre les autres, formant un polyèdre aussi proche que possible de la sphère. L'icosaèdre, avec ses vingt triangles équilatéraux tous égaux, répond parfaitement à ces contraintes.

En 1750, Leonhard Euler découvrit une relation remarquable entre les nombres des faces (F), des sommets (S) et des arêtes (A) d'un polyèdre. Si le polyèdre n'est pas percé (sa topologie est alors celle d'une sphère), on a $F + S - A = 2$. Par exemple, pour l'icosaèdre, $F = 20$, $S = 12$ et $A = 30$. La relation d'Euler implique que les unités protéiques, chez les virus « icosaédriques », sont soumises à des contraintes numériques strictes. Pour assurer une surface proche de la sphère, il faut que 5 ou 6 unités protéiques entourent chaque sommet – des pentagones ou des hexagones. Dans de telles configurations, la relation d'Euler impose 12 pentagones, toutes les autres faces étant des hexagones.

Il y a aussi des contraintes, quoique plus légères, sur le nombre d'hexagones. Ainsi, une famille de solides, les pseudo-icosaèdres, possèdent 12 pentagones et $20n - 12$ hexagones, n étant n'importe quel nombre de la forme $a^2 + ab + b^2$. De nombreux virus sont des pseudo-icosaèdres. Pour la mosaïque

jaune du navet, on a $a = b = 1$; pour le papillomavirus du lapin, $a = 2$, $b = 1$; pour la varicelle, $a = 4$, $b = 0$... Le nombre d'unités protéiques, quant à lui, est $10(a^2 + ab + b^2) + 2$, ce qui nous amène aux « nombres magiques » :

12, 32, 42, 72, 92, 122, 132, 162, 192, 212, 252, 272, 282...

Cette approche, imaginée en 1962 par Donald Caspar et Aaron Klug, permet de créer des structures virales en partant d'un dallage d'hexagones et en y introduisant des imperfections pentagonales.

Il est toutefois de plus en plus clair que cette théorie ne rend pas compte de tous les virus quasi sphériques. Reidun Twarock a imaginé d'autres configurations, fondées sur les groupes de Coxeter – des groupes engendrés par des réflexions, comme dans un kaléidoscope. Cela pourrait déboucher sur la découverte de procédés empêchant les virus de se constituer à partir de composants élémentaires et, à terme, sur l'élaboration de médicaments antiviraux.

