

L'ENGRENAGE INFERNAL

Comment disposer des disques tournant et se touchant les uns les autres sur une surface en forme de bande, de façon à recouvrir complètement celle-ci ? Est-il seulement possible de le faire ? A ces questions de pure géométrie, trois physiciens théoriciens du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) à Saclay viennent d'apporter des réponses (H.J. Herrmann et al., Phys. Rev. Lett., 65, 3223, 1990).

Il s'agit là d'une généralisation d'un problème formulé dès le deuxième siècle avant notre ère : celui de combler l'espace entre trois disques qui se touchent en plaçant un quatrième disque tangent aux trois précédents, puis en insérant successivement dans les creux des disques de plus en plus petits. La structure fractale ainsi obtenue définit l'« empilement apollonien ». Les empilements que les chercheurs de Saclay ont étudiés doivent non seulement remplir les creux, mais aussi être tels que deux disques en contact tournent en sens inverse (roulement sans glissement). Cette dernière condition implique que toute boucle reliant des disques qui se touchent doit passer par un nombre pair de disques. A l'aide de transformations géométriques dites de Möbius, les auteurs ont pu classer tous les empilements possibles (il y en a une infinité) dans le cas de boucles à quatre disques et montrer comment les construire.

A l'origine, ces études étaient motivées par le fait que, à la surface de la Terre, certaines plaques tectoniques se chevauchent sans produire de séismes et sans dégager la chaleur attendue des forces de friction usuelles. Les empilements fractals de disques décrits plus haut pourraient alors fournir un argument pour expliquer le manque de chaleur dissipée, puisque les frottements de roulement sont moins intenses que les frottements de glissement. Une autre idée intéressante est l'application à la turbulence : le principe de l'engrenage fractal pourrait expliquer comment s'effectuent les transferts d'énergie au travers de tourbillons de plus en plus petits, et sans dissipation de cette énergie, comme dans le régime « inertiel » de la turbulence.