

Collisions, π et ordinateur quantique

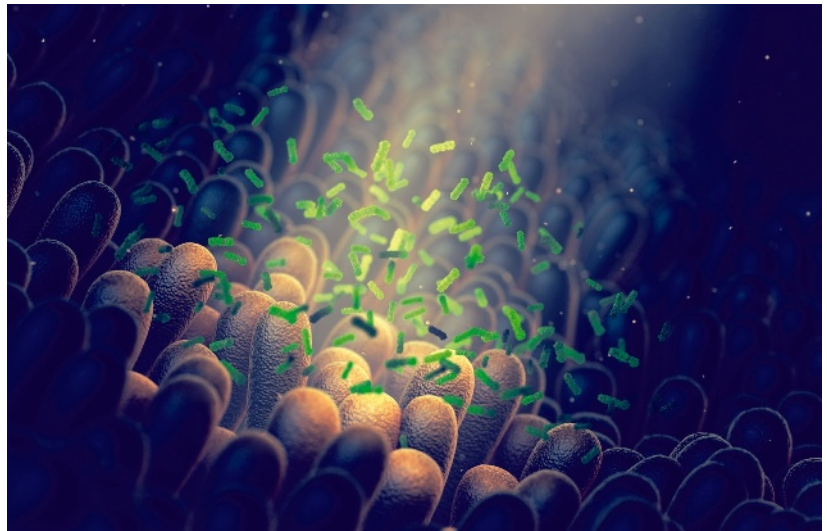
Le nombre π est partout, et le *Hors-Série* n° 103: «L'ordre caché des nombres» s'attachait à le découvrir dans les endroits les plus inattendus! C'est le cas dans les collisions, comme l'a montré en 2003 Gregory Galperin, de l'université de l'Illinois. Et Adam Brown, de l'université Stanford, vient de relier ce résultat à un algorithme quantique de recherche dans une base de données! Commençons par les collisions. Sur une surface sans friction, une masse X de 1 kilogramme est posée. À sa droite, un mur et à sa gauche, une autre masse Y glissant et venant la percuter. S'ensuit une série de rebonds avant que Y ne s'en retourne d'où elle venait. π se cache dans le nombre N de collisions: quand le rapport des masses $Y/X=1$, $N=3$; lorsque $Y/X=100$, $N=31$; $Y/X=10000$ $N=314...$ Plus généralement, avec un rapport $Y/X=102n$, on obtient les $n+1$ premiers chiffres décimaux de π !

Voyons maintenant à quoi ressemblent, schématiquement, les mathématiques qui se cachent derrière l'algorithme de Grover conçu pour rechercher un élément dans une liste, parfois gigantesque, avec un ordinateur quantique. Dans ce cas, à chaque élément de la liste est associée une probabilité et l'algorithme va s'attacher à débusquer la plus proche de 1. Plus précisément, l'ensemble des probabilités définit un vecteur que l'ordinateur quantique manipule (rotation, symétrie...) et Grover a découvert une façon astucieuse de le faire afin d'obtenir l'élément de la liste recherché.

Dans ses travaux, Gregory Galperin raisonne dans l'espace des positions des deux masses, mais on peut aussi exprimer leurs vitesses par un vecteur unique qui est modifié à chaque collision. Par exemple, il subit une symétrie autour de l'axe des abscisses quand X rebondit sur le mur. Adam Brown a montré que la façon dont les chocs modifient le vecteur des vitesses est semblable à celle dont l'algorithme de Grover modifie le vecteur représentant une liste afin de trouver l'élément recherché. De là à chercher un nom dans le bottin (à partir du seul numéro) avec deux masses glissantes... ■

Le microbiote, maître ès épigénétique

Les bactéries de nos intestins influent sur notre santé, mais plus encore ils contrôlent en partie le fonctionnement de nos gènes *via* des mécanismes épigénétiques.



Le *Hors-Série* n° 105: «Qui sommes-nous? Les nouvelles réponses de la génétique» montrait que notre ADN est loin d'être le seul à gouverner le fonctionnement de nos cellules et de notre organisme. De fait, il doit compter, d'une part, sur l'apport des milliards de bactéries de notre microbiote intestinal et, d'autre part, sur les modifications épigénétiques qui influent sur l'expression des gènes. Dina Bellizzi, de l'université de Calabre, à Rende, en Italie, et ses collègues font le point sur les liens entre ces deux niveaux de contrôle.

Les bactéries intestinales fabriquent de nombreux métabolites dont les fonctions complètent celles de nos propres enzymes, avec des effets à court et long terme. Des déséquilibres dans cette production peuvent entraîner divers troubles. Parmi ces substances, citons des acides aminés, des vitamines, des hormones, des neurotransmetteurs et des acides gras à chaîne courte (acétate, propionate et butyrate) sur lesquels l'accent est mis.

Et pour cause, ils interviennent à la fois dans la méthylation de l'ADN et la modification des histones, deux mécanismes épigénétiques majeurs. Ainsi, on a montré que le profil épigénétique des cellules sanguines et du tissu adipeux diffère chez les individus obèses, dont le microbiote était appauvri en bactéries *Bacteroidetes* par rapport à celui de sujets sains. Autre exemple, les acides gras à chaîne courte exercent un effet anti-inflammatoire en favorisant l'acétylation des histones dans les lymphocytes T CD⁴⁺.

Pour achever de vous convaincre, citons un dernier lien important. Les vitamines B2, B12, B6... synthétisées par le microbiote sont essentielles aux ADN- et histones-méthyltransférases (des enzymes responsables de transformations épigénétiques), car elles leur fournissent indirectement le groupe méthyle qui influera sur l'expression des gènes.

Les exemples sont multiples, et au terme de leur énumération, les auteurs lancent un appel: certes les liens entre microbiote et épigénétique sont connus, mais la recherche sur les mécanismes qui les sous-tendent est encore insuffisante. ■