Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (2003)
Heft: 56

Artikel: Des fils conducteurs nés du "vivant"
Autor: Dessibourg, Olivier
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-971301

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Des fils conducteurs nés du « vivant »

Des chimistes bâlois étudient les propriétés de conductivité étonnantes de l'ADN, cette « molécule de la vie » qui contient notre patrimoine génétique. Les applications potentielles vont de la nano-électronique à l'explication de l'origine de certaines maladies génétiques.

PAR OLIVIER DESSIBOURG
ILLUSTRATIONS SILVAN MEIER

Elle s'appelle « acide désoxyribonucléique ». ADN pour les intimes. Cette molécule au diminutif si connu joue un rôle primordial dans notre organisme, puisque c'est elle qui contient notre patrimoine génétique. Depuis peu, elle intéresse pourtant les scientifiques pour une autre raison : elle pourrait conduire l'électricité !

Les ingénieurs y ont immédiatement vu un nouveau matériau servant à créer des fils conducteurs de l'ordre du nanomètre*, qui s'avéreraient très utiles dans la course effrénée à la miniaturisation des dispositifs électroniques. Et le mariage entre la biologie et l'électronique d'être alors consommé. Marqué également, l'intérêt des chercheurs en sciences de la vie, car ces mécanismes de transfert de charges électriques pourraient causer les mutations génétiques responsables de maladies comme Parkinson ou Alzheimer.

L'idée n'est pourtant pas nouvelle, puisque les premières observations de la conductivité de l'ADN ont été faites en 1993 par une équipe américaine. En Suisse, quelques groupes travaillent dans le même domaine, dont celui de Bernd Giese à l'Université de Bâle. Avec ses collègues chimistes, il a d'ailleurs récemment franchi une étape importante afin d'expliquer cette propriété encore mal connue de l'ADN. Voici laquelle.

Phénomène mal compris

Vue de près, cette molécule peut être représentée par deux longs « mots » formés de 4 lettres seulement – A, C, T et G – symbolisant les bases chimiques qui la constituent (voir infographie). Ces bases se lient toujours par deux : les A avec les T, et les C avec les G, et forment des couples qui sont autant d'échelons d'une sorte d'échelle, tordue de manière hélicoïdale.

En 1998, un étudiant de Bernd Giese, travaillant sur l'ADN mais avec une autre idée en tête, observe par hasard un comportement bizarre sur la base G (pour guanine) : lorsqu'on chargeait positivement une guanine, cette charge positive migrait le long de la molécule. Autrement dit, si l'on

imagine les électrons des bases (de charge négative, eux) répartis sur ces échelons A-T et C-G, un trou, laissé par un électron « arraché » à un G, représente cette charge « positive ». Si ce trou est rempli successivement par les électrons des échelons supérieurs, on peut dire que c'est justement le trou (positif) qui « voyage ». Et un courant de passer…

Au grand étonnement des chercheurs, « il semblait que seules les guanines pouvaient être chargées, mais pas les autres bases », explique Bernd Giese. Les chimistes bâlois ont alors proposé un modèle de transfert des charges original : « Celles-ci ne voyagent plus de manière ‹régulière›, comme dans un fil de cuivre, mais sautent de G en G ». Comme si, pour traverser une large rivière, l'on sautait de pierre en pierre, alors qu'en marchant sur un pont, on symboliserait le parcours de la charge le long du fil de cuivre.

La « molécule de la vie »

« Pourtant, cette image n'était pas complète, poursuit-il. Elle suggérait que si deux G successifs étaient trop éloignés, les charges ne devaient pas passer, car les couples A-T étaient autant de ‹barrières› à franchir. Mais nous observions qu'elles passaient tout de même ! » Restait donc une explication complémentaire à trouver. Les chimistes bâlois viennent de faire un pas dans cette direction : « Grâce à une étude systématique, nous avons montré que, comme prévu, si le nombre de barrières A-T est petit, la possibilité qu'a une charge de passer diminue bien en fonction de ce nombre (voir diagramme). Par contre, si les A-T successifs sont nombreux, cela n'a plus d'influence sur le transfert de charges. » Autrement dit, passé un certain seuil, l'épaisseur de la barrière ne joue plus de rôle dans la conduction de courant. « Et dans ce cas, les A-T deviennent eux-mêmes les pierres qui permettent de traverser la rivière. Un phénomène que, je l'avoue, nous ne comprenons pas encore complètement », précise le chercheur.

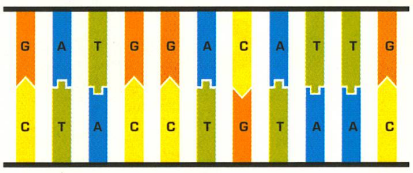
Ces résultats jouent toutefois un rôle important, notamment dans l'explication des maladies génétiques. Certaines parties de notre ADN sont dites codantes : ce sont elles qui représentent notre « plan de fabrication ». « Or, la présence de charges pourrait y induire des mutations. Heureusement, la nature est bien faite dans ce sens que de longues séquences de C-G, situées dans les parties non codantes, attirent ces charges mobiles hors des parties codantes, comme des aimants », note Bernd Giese. L'autre application serait donc d'utiliser ces propriétés de conductivité dans la nanoélectronique. « L'ADN est très intéressant, car il est facile à manipuler : on peut quasiment en construire des brins échelon par échelon », détaille le chimiste.

Pourtant, des problèmes restent encore à résoudre : « Le taux de transfert de charge est faible, le processus lent, et donc l'efficacité moindre. On a aussi des problèmes techniques à connecter efficacement l'ADN à des surfaces conductrices », relève le professeur, qui poursuit : « L'ADN est la plupart du temps en contact avec de l'eau. Or, l'eau annihile les effets de transfert de charges. Nous essayons donc de changer les conditions expérimentales pour éviter l'eau. »

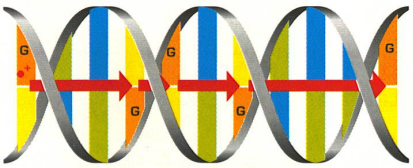
Mais, pour le chimiste bâlois, la raison de tant d'intérêt est d'abord ailleurs : « C'est un domaine de recherche vraiment interdisciplinaire, qui touche tant les physiciens, les médecins que les biochimistes. La controverse scientifique initiale fut aussi un fort catalyseur. Ainsi, si on arrive à maîtriser cette conductivité, une nouvelle ère s'ouvrira. Mais je crois surtout que l'ADN est important, car c'est la molécule de la vie. Et si on trouve des effets visibles sur l'ADN, cela pourrait influencer directement notre existence. » ■

* 1 nanomètre vaut 1 milliardième de mètre.

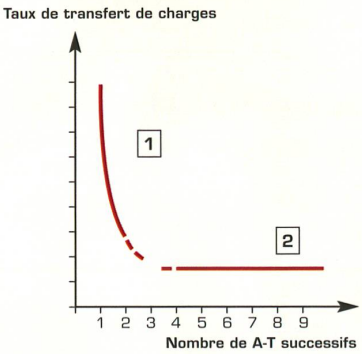
DES CHARGES QUI JOUENT À SAUTE-MOUTON



L'ADN est composé de 4 bases chimiques appelées guanine (G), cytosine (C), adenine (A) et thymine (T). Couplées – les A avec les T, les C avec les G – ces bases forment les échelons d'une sorte d'échelle.



Cette échelle n'est pas longiligne, mais tordue de manière hélicoïdale. Les chercheurs ont d'abord supposé que seules les bases G pouvaient être chargées, et non les A, C ou T. Or, un transfert de charges avait bel et bien lieu ! L'équipe du professeur Bernd Giese vient de démontrer que ces charges arrivaient à passer les « barrières » A-T, pour donc sauter de G en G.



1 Selon les chercheurs bâlois, si le nombre de A-T est petit, le taux de transfert (possibilité pour une charge de passer) diminue, comme prévu, exponentiellement avec le nombre de A-T.

2 Par contre, si la barrière A-T devient épaisse (nombre de A-T successifs grand), ce taux ne diminue plus. Un phénomène que les chercheurs expliquent par le fait que les A-T deviennent eux-mêmes les pierres permettant de traverser la rivière.