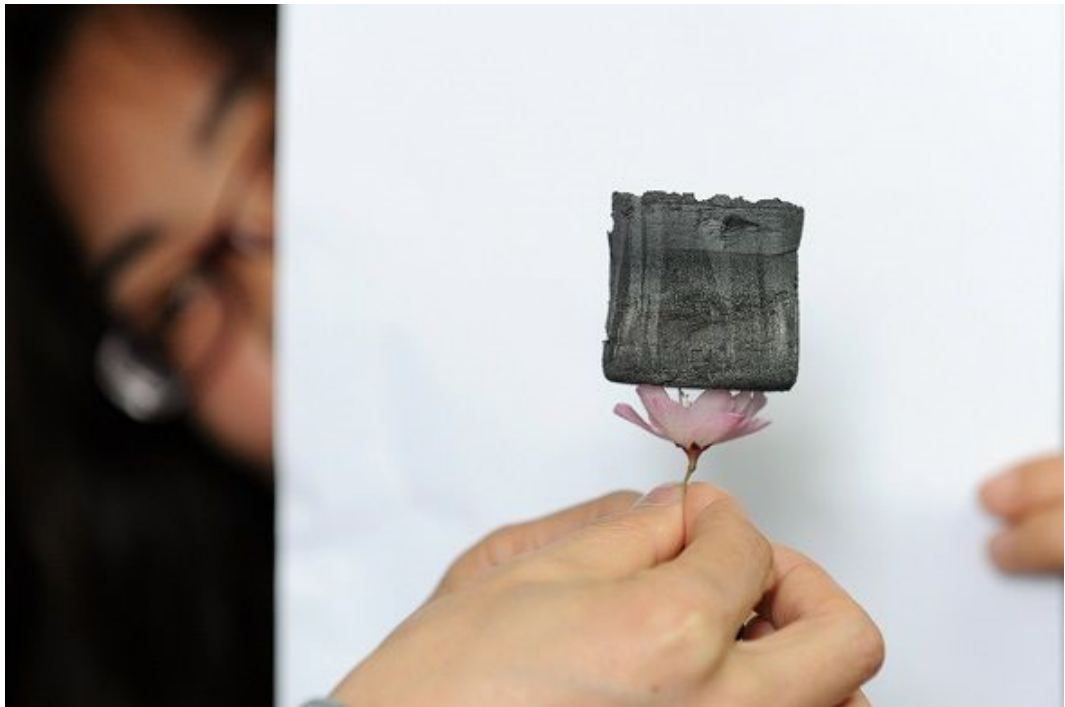


Science et intelligence artificielle : n'oublions pas le facteur humain...

Écrit par : Anne-Lise Prigent, L'Observateur de l'OCDE

Dernière mise à jour : 12 mai 2019



ZUMA Press | © PLANET PIX/ZUMA-REA

Un aérogel de graphène ultraléger posé sur une fleur, à l'Université du Zhejiang, en Chine.

Avez-vous déjà entendu parler du graphène à « angle magique » ? Il s'agit d'un matériau de nouvelle génération, dont on a découvert récemment qu'il se comportait comme un supraconducteur susceptible de révolutionner le rendement énergétique, et bien plus encore. Le graphène pourrait aider à lutter contre le changement climatique, avec l'appui essentiel de l'intelligence artificielle. Mais pas seulement, car rien ne pourra se faire sans le concours des scientifiques...

« La chance ne sourit qu'aux esprits bien préparés », disait le scientifique français Louis Pasteur. La pasteurisation fut une découverte inopinée, née de la réalisation

que le passage de l'air (c'est-à-dire de l'oxygène) pouvait stopper le processus de fermentation. De telles découvertes ont permis de prévenir certaines maladies et ont sauvé des vies. En résumé, la recherche fondamentale s'accompagne de découvertes fortuites.

Prenons l'exemple des supraconducteurs. Thomas Hornigold, un étudiant d'Oxford, les a décrits comme l'un des « matériaux les plus étranges et passionnants découverts à ce jour ». Étranges, certes, mais pas si rares que ça. De fait, les supraconducteurs conduisent d'ores et déjà le courant électrique sans résistance aucune, donc sans perte d'énergie, avec à la clé un excellent rendement énergétique.

Seulement voilà : les supraconducteurs conventionnels nécessitent d'être refroidis en-dessous d'une température critique (d'environ -270°C) pour laisser passer le courant sans résistance, ce qui consomme beaucoup d'énergie. En outre, ils sont refroidis avec de l'hélium liquide, une ressource coûteuse, non renouvelable et rare (d'ailleurs menacée de pénurie). Cela limite sérieusement l'utilisation à grande échelle des supraconducteurs et les avantages que l'on pourrait en tirer. Dans un scénario idéal, aujourd'hui hors d'atteinte, les supraconducteurs fonctionneraient à température ambiante, sans devoir être refroidis.

Les supraconducteurs à température ambiante pourraient sensiblement améliorer nos chances d'éviter un réchauffement climatique irréversible

Les supraconducteurs à température ambiante transformeraient radicalement la façon dont l'énergie est stockée, distribuée et utilisée dans le monde. Comme le souligne Hugh Cartwright, du Laboratoire de physique et de chimie théorique de l'université d'Oxford, « leur utilisation améliorerait sensiblement nos chances d'éviter un réchauffement climatique irréversible – et révolutionnerait des domaines tels que la médecine et l'industrie ».

Avec des supraconducteurs à température ambiante, on pourrait par exemple parvenir à une énergie 100 % renouvelable. Qui plus est, on en finirait avec les pertes d'énergie sur les lignes de transport d'électricité, et l'on pourrait fermer les moins rentables. Ils permettraient en outre d'économiser de l'hélium, dans les appareils d'IRM par exemple. À cela s'ajoutent d'autres champs d'application, dont les transports (avec des moteurs plus efficaces, etc.), qui deviendraient plus écologiques et plus sûrs. Les trains les plus rapides du monde utilisent déjà les supraconducteurs pour se déplacer en sustentation au-dessus des rails (c'est la « sustentation électromagnétique »). Si l'on disposait de supraconducteurs à température ambiante, il deviendrait nettement plus simple et moins onéreux de construire de tels trains écologiques.

Mais est-il réaliste d'envisager la création de supraconducteurs à température ambiante ? Un domaine prometteur mérite d'être exploré : le graphène à angle

magique, un matériau relativement nouveau que certains surnomment « le supraconducteur magique ».

Le graphène est un matériau entièrement composé de carbone, qui a été découvert par hasard en 2004. Matériau le plus fin connu à ce jour, il est léger, souple, plus solide que l'acier, et même meilleur conducteur d'électricité que le cuivre.

Et ce n'est pas tout... En 2018, des physiciens du MIT (l'Institut de technologie du Massachusetts) travaillant sous la direction de Pablo Jarillo-Herrero, et de l'université d'Harvard ont découvert que le graphène possédait deux propriétés contradictoires : il peut être à la fois un isolant et un supraconducteur. Lorsque l'on superpose deux couches de graphène, et que l'on fait pivoter l'une d'elles d'un « angle magique » (d'environ 1.1 degré) par rapport à l'autre, le graphène devient un supraconducteur sans pareil.

« Les similitudes frappantes entre le comportement du graphène en rotation et celui des supraconducteurs non conventionnels expliquent le grand intérêt des scientifiques. Pour la plupart des supraconducteurs non conventionnels, le courant électrique circule sans résistance à des températures bien au-delà de ce qu'admet généralement la théorie conventionnelle de la supraconductivité. Mais la manière dont cela se produit reste une énigme », indique [Elizabeth Gibney](#).

Le graphène demeure un mystère. La découverte même de l'angle magique du graphène est inattendue, presque accidentelle : elle est le fruit à la fois du hasard et de la sagacité, comme cela arrive parfois avec la recherche fondamentale. Les scientifiques tentaient simplement d'observer la réaction du graphène placé à différents angles, explique [Colm Gorey](#).

Il ne s'agit pas d'une tâche qu'un ordinateur aurait pu réaliser. Et pour cause, les scientifiques font preuve d'une intuition créative que ne possèdent pas les ordinateurs (du moins pas encore), constate H. Cartwright. Et de souligner que, bien que les ordinateurs soient de plus en plus omniprésents en science, ils sont bien incapables de s'exclamer soudain : « Eurêka, je viens d'avoir une idée géniale ! ».

Des efforts restent à déployer pour découvrir jusqu'à quel point le graphène est « magique ». Pour de nombreux scientifiques, c'est là que l'intelligence artificielle peut entrer en jeu. Comme le souligne H. Cartwright, nous n'avons tout simplement pas la capacité intellectuelle de comprendre certains des problèmes les plus complexes qu'il nous reste à résoudre. « Au-delà des grandes bases de données sur les matériaux, on a besoin d'outils d'intelligence artificielle à même d'apprendre à partir des découvertes récentes, à l'image des graphènes à angle magique », ajoute-t-il.

Pour ce faire, l'IA devra s'appuyer sur des données bien plus nombreuses – et pertinentes. À l'heure actuelle, lorsque l'on fait appel à l'apprentissage

automatique pour la résolution de problèmes, on alimente au préalable le système d'apprentissage avec des données dans l'espoir qu'elles nourriront l'IA. L'intelligence artificielle est alors à même d'établir des corrélations, de formuler des prévisions ou d'identifier des données inédites.

Une question de traduction, mais pas seulement

Les modèles issus de l'apprentissage automatique sont prédictifs, mais ne sont pas nécessairement interprétables (tant s'en faut), indique H. Cartwright. D'où la nécessité de disposer d'outils d'IA pour nous aider à établir des corrélations.

Il nous faut des outils de « traduction », développe H. Cartwright : quand une intelligence artificielle parvient à une déduction ne présentant aucun lien avec les modèles scientifiques existants (ce qui peut tout à fait se produire), les scientifiques doivent pouvoir disposer d'une version « traduite » compréhensible. En bref, l'intelligence artificielle ne saurait fonctionner convenablement sans les compétences et les connaissances humaines.

Alors que les ordinateurs jouent un rôle de plus en plus prépondérant dans la science, les scientifiques voient peu à peu leurs responsabilités décliner au profit de la machine, ce qui pourrait avoir des conséquences dommageables. « Si les ordinateurs prennent le pas sur l'humain, en science ou dans d'autres domaines, on perdra le bénéfice de la créativité, une dimension humaine importante », prévient H. Cartwright. Pire encore, les progrès scientifiques pourraient même marquer le pas.

De toute évidence, les scientifiques ont toute leur place dans le déploiement de l'IA. Comme le disait Pasteur, « la chance ne sourit qu'aux esprits préparés » – mais aussi, pourrait-on ajouter, à ceux qui sauront exploiter le potentiel de l'intelligence artificielle.

©OCDE Observateur mai 2019

Références

Cet article se fonde sur un exposé présenté par Hugh Cartwright lors d'un atelier organisé conjointement par l'OCDE et l'université OsloMet sur le numérique au service de la science et de l'innovation : <https://www.ccnorway.no/oecdoslomet/>

Scientific European (2018), Graphene: A Giant Leap Towards room Temperature Superconductors, Scientific European, Vol. 1 Issue 4, <https://www.scientificeuropean.co.uk/graphene-a-giant-leap-towards-room-temperature-superconductors>

Gibney, Elizabeth (2019), How “magic angle” graphene is stirring up physics, Nature 565, 15-18, <https://www.nature.com/articles/d41586-018-07848-2>

Butler, Keith T. et al. (2018), Machine learning for molecular and materials science, Nature 559, 547-555, <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0337-2>

Dumé, Belle (2018), “Magic-angle graphene” behaves like a high-temperature superconductor, Physics World, <https://physicsworld.com/a/magic-angle-graphene-behaves-like-a-high-temperature-superconductor>

Tantillo, Ariana (2016), Room-temp superconductors could be possible <https://phys.org/news/2016-09-room-temp-superconductors.html>

Gibney, Elizabeth (2018), Surprise graphene discovery could unlock secrets of superconductivity, Nature 555, 151-152 <https://www.nature.com/articles/d41586-018-02773-w>

Gorey, Colm (2018), When twisted into “magic angle”, graphene becomes a superconductor, Siliconrepublic <https://www.siliconrepublic.com/machines/magic-angle-graphene-superconductor>

Hornigold, Thomas (2018), Why the discovery of room-temperature superconductors would unleash amazing technologies, SingularityHub <https://singularityhub.com/2018/05/13/the-search-for-high-temperature-superconductors/#sm.000tqkx2xgtuf5z11fg2euhh2h3ai>