

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: 33 (2021)
Heft: 128: Les multiples visages de la diversité

Artikel: Les semi-conducteurs du futur
Autor: Pousaz, Lionel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088970>

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: 11.02.2026

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

Les semi-conducteurs du futur

Le silicium est le matériau de l'ère moderne. Toutefois, ses limites physiques sont de plus en plus apparentes. C'est pourquoi on travaille à tout-va sur des semi-conducteurs plus efficaces.

Texte Lionel Pousaz

Au XVIII^e siècle, l'Europe se passionnait pour l'électricité. Dans les salons, des savants-prétidigitateurs médusaient des aristocrates en perruque avec leurs démonstrations dites de physique amusante. Au menu de leurs tours, les merveilles de l'électricité statique: étincelles, halos luminescents et cheveux qui se dressent sur les têtes.

Au même moment, en Angleterre, le teinturier Stephen Gray découvre la conductivité. Le «fluide électrique» n'est pas seulement statique: il «s'écoule» dans les montages de fils métalliques, de bois et de pierre. Mais si le dispositif est en contact avec la terre, l'électricité s'échappe, constate le Britannique. Pour éviter les «fuites», il suspend ses démonstrateurs à des fils de soie. Cette expérience marque un tournant historique. A partir de ce moment, les matériaux sont divisés en deux catégories: les conducteurs et les isolants. Depuis, la différence s'est inscrite dans notre quotidien et notre espace mental. Tout le monde ou presque sait que le métal des prises électriques conduit, tandis que la gaine plastique des câbles isole.

Les semi-conducteurs sont moins bien compris. A la fois isolants et conducteurs, selon les circonstances, ces matériaux font leur entrée dans les foyers dès les années 1950, avec les postes radio à transistor. Aujourd'hui, ils sont partout autour de nous sous la forme de puces de silicium – dans les téléphones portables, les ordinateurs et même les grille-pain. Mais leurs propriétés demeurent abstraites pour le grand public – sans doute parce que le fonctionnement de l'informatique n'est pas très intuitif.

Sans que l'on en ait toujours conscience, le silicium définit la modernité. Sa capacité à isoler ou à conduire l'électricité produit les 0 et les 1 du monde numérique. Mais après des décennies d'optimisation, le matériau atteint ses limites. Il demande trop d'énergie pour passer d'un état à l'autre.

Plusieurs candidats au remplacement se pressent au portillon, dont le graphène ou la molybdénite. Les institutions de recherche et

les entreprises investissent massivement dans ce domaine. Le Fonds national suisse (FNS) a lancé la seconde phase d'un pôle de recherche national (PRN) consacré à ce sujet, qui réunit plus de 30 laboratoires.

A l'ETH Zurich, Nicola Spaldin développe un potentiel successeur du silicium plus discret que le graphène, mais qui n'en a pas moins de potentiel: les multiferroïques. Ces matériaux sont polarisés à la fois magnétiquement et électriquement.

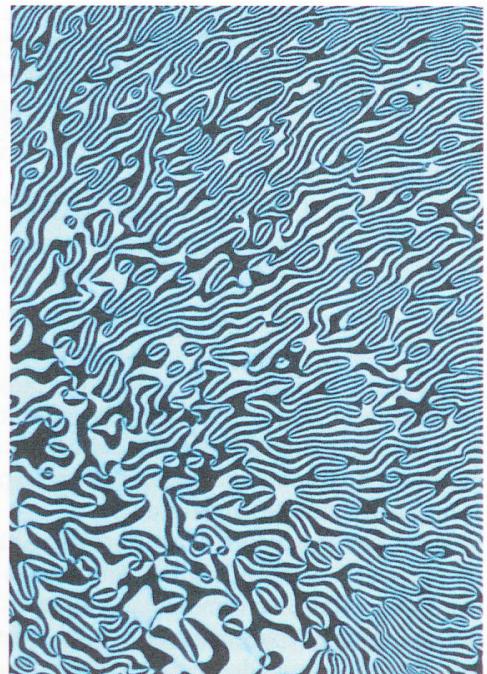
Inverser aussi la polarité magnétique

Avec un champ électrique, on peut changer la polarité électrique des multiferroïques. Jusque-là, rien d'exceptionnel. Mais ces matériaux présentent aussi une polarité magnétique – exactement comme un aimant. Comme l'a montré Nicola Spaldin, en appliquant un champ électrique, on peut non seulement inverser la polarité électrique du multiferroïque mais aussi sa polarité magnétique.

Cette propriété pourrait tout changer. Normalement, les matériaux magnétiques requièrent un champ magnétique pour changer de polarité, par exemple dans les disques durs. «Cela nécessite une grosse quantité d'énergie. Si nous pouvons changer la polarité magnétique avec un champ électrique, nous ouvrirons la porte à des dispositifs bien moins énergivores», explique Nicola Spaldin.

En théorie, les multiferroïques pourraient permettre de développer non seulement des solutions de stockage numérique à très basse consommation, mais également des unités logiques dédiées au traitement de l'information. Le domaine retient l'attention de l'industrie. En 2018, Intel a produit un premier dispositif expérimental basé sur les multiferroïques.

D'autres candidats à la succession du silicium présentent des propriétés encore plus étranges. C'est le cas des isolants topologiques. Ces matériaux conduisent l'électricité en surface, mais pas en leur cœur. «Pour vous figurer comment cela fonctionne, imaginez un bloc



Dans l'oxyde d'erbium-manganèse, les champs magnétiques peuvent être inversés à l'aide de champs électriques. Cela nécessite beaucoup moins d'énergie que les composants informatiques classiques en silicium.

de bois recouvert d'une feuille métallique conductrice, explique Luka Trifunovic, assistant de recherche à l'Université de Zurich. Sauf que si vous coupez un isolant topologique en deux, la surface nouvellement obtenue devient elle aussi conductrice.»

Certains de ces matériaux n'existent qu'en théorie. Les modèles mathématiques de Luka Trifunovic prévoient par exemple un certain type de cristal isolant en surface et à l'intérieur. Mais en forme de cube ses arêtes sont conductrices – dans une seule direction, alternativement! Ces matériaux pourraient notamment servir de base à des mémoires quantiques, suppose le chercheur.

Aussi étonnantes soient-ils, ces nouveaux matériaux pourraient ne jamais nous enthousiasmer autant que le verre, le métal et la porcelaine dans les expériences électriques du siècle des Lumières. Discrètes, les puces de silicium et leurs successeurs ne génèrent pas d'étincelles, ne font pas se dresser les cheveux sur la tête. On ne les voit pas fonctionner. Les propriétés de ces nouveaux matériaux se cachent dans les nouvelles possibilités en matière de technologie informatique. Ce qui les rend, d'une certaine façon, d'autant plus mystérieux.

Lionel Pousaz est journaliste scientifique à Boston.