

Contenu archivé le 2024-06-18



# Curved nanomembranes for Topological Quantum Computation

## Résultats en bref

### Un pas en avant dans le calcul quantique topologique

La vitesse de calcul des futurs ordinateurs quantiques a de quoi étourdir n'importe qui. Imaginez que toutes ces opérations soient 100 % résilientes aux erreurs? Voilà le potentiel sur lequel parie le projet CNTQC.



© Dmitriy Rybin, Shutterstock

Ce qui rend l'informatique quantique révolutionnaire – la capacité des particules subatomiques à exister dans plus d'un état à tout moment sur laquelle elle repose – est également ce qui la rend très difficile à maîtriser. Exécuter des calculs plus rapidement en utilisant moins d'énergie génère un bruit ambiant plus élevé et un plus grand nombre d'erreurs opérationnelles qu'avec un calcul classique. C'est même l'un des obstacles les plus importants sur le

chemin d'une informatique quantique exploitable.

La correction des erreurs quantiques peut permettre des calculs quantiques tolérants aux défaillances pour des systèmes quantiques suffisamment isolés et des portes quantiques suffisamment précises. Mais comme le dit le Dr Carmine Ortix de l'Institut Leibniz de recherche sur les corps solides et les matériaux de Dresde, les exigences sont trop strictes. Opter pour un calcul quantique topologique – dans lequel les bits

quantiques sont topologiquement protégés contre la décohérence – avec des fermions de Majorana pour le porter serait une bien meilleure solution, même si relativement complexe à réaliser.

«Il existe deux complications majeures», explique le Dr Ortiz. «La première, c'est l'exigence d'un couplage spin-orbite intrinsèque substantiel. Cela réduit considérablement le nombre de matériaux candidats potentiels. La seconde, c'est le faible contrôle des corrélations des paires supraconductrices. Les paires de Cooper sont introduites dans la région non supraconductrice avec un fort couplage spin-orbite via l'effet de proximité, ce qui nécessite un très haut niveau de contrôle dans le processus de fabrication et de la qualité de l'interface supraconducteur-semi-conducteur.»

Avec le projet CNTQC, le Dr Ortiz visait à résoudre ces deux problèmes en introduisant de nouvelles plateformes où la génération des états liés à Majorana peut être régulée à la demande. «La faisabilité de ce concept est ancrée dans le fait que les propriétés mécaniques quantiques des porteurs de charge contraintes aux nanostructures incurvées sont intrinsèquement différentes de celles d'une nanostructure plate conventionnelle. En conséquence, les propriétés électroniques, et donc de transport, sont également très différentes,» explique-t-il.

L'équipe du projet CNTQC a prouvé avec succès que l'interaction entre les effets induits par la courbure sur les propriétés électroniques et la topologie de l'état fondamental d'un système de faible dimension est significative. Par exemple, la déformation périodique d'un nanofil semi-conducteur induit une transition métal-isolant et définit ainsi un interrupteur à transistor nanoflex – «allumé» lorsque le nanofil est plat et «éteint» lorsque le nanofil est courbé de façon planaire.

«En outre, les phases isolantes sont dotées d'une structure topologique non triviale, ce qui conduit à un nouveau spectre de papillon "fractal",» poursuit le Dr Ortiz. «Nous avons également introduit le concept de contrôle géométrique de la phase géométrique quantique de spin dans des anneaux quantiques semi-conducteurs déformés elliptiquement avec interaction spin-orbite de Rashba. Les déformations de forme qui se traduisent par une courbure non uniforme donnent lieu à des textures de spin tridimensionnelles complexes dévoilant la façon d'obtenir un contrôle tout électrique et tout géométrique de l'orientation du spin électronique. De plus, ces textures de spin géométriquement accordables rendent différents modèles d'interférence d'Aharonov-Casher (AC) dans les interféromètres de spin.»

Ces résultats révèlent un énorme potentiel pour de nouveaux concepts de spin-orbitronique où le spin électronique et le transport électronique sont directement contrôlés par la géométrie du système. De plus, le contrôle géométrique de la phase géométrique de spin peut ouvrir la voie à de futures applications spintroniques, comme le contrôle des courants de spin persistants.

Dans l'ensemble, le projet CNTQC a introduit le concept de magnétorésistance anisotrope géométrique (GAMR pour Geometric Anisotropic MagnetoResistance) dans des nanostructures tubulaires ouvertes incurvées; a prédit qu'un canal semi-conducteur en forme de serpent à l'échelle mésoscopique peut agir comme une pompe de charge topologique électronique une fois soumis à un faible champ magnétique tournant; a créé une technique appelée magnétométrie de Hall anormale à décalage nul qui peut améliorer la portée des études de transport en laboratoire dans le domaine florissant de la spintronique antiferromagnétique; a conçu un élément de mémoire à température ambiante unique en son genre basé uniquement sur des antiferromagnétiques et pouvant être écrit avec un champ électrique au lieu d'un courant; et a perfectionné l'imagerie magnétique à l'échelle moyenne.

S'appuyant sur ces résultats prometteurs, le consortium du projet CNTQC a décidé de commencer à élaborer une feuille de route pour l'exploitation future des effets induits par la courbure dans les nanosystèmes. Les résultats du projet indiquent que la géométrie incurvée de nouveaux nanosystèmes peut être utilisée pour créer de nouvelles fonctionnalités dans lesquelles la génération des états liés de Majorana de manière contrôlée jouera un rôle central.

## Mots-clés

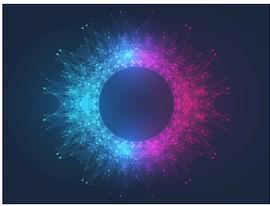
CNTQC, calcul quantique, fermion de majorana

## Découvrir d'autres articles du même domaine d'application



[Le laser au service du partage de la «richesse» technologique à l'échelle mondiale](#)





Faire du dispositif à phase quantique une réalité



Un examen géométrique des équations décrivant les phénomènes du monde réel



La recherche éclaire l'aura cosmique d'un trou noir binaire



## Informations projet



**CNTQC**

N° de convention de subvention: 618083

[Site Web du projet](#)

Projet clôturé

### Financé au titre de

Specific Programme "Cooperation": Information and communication technologies

### Coût total

€ 2 082 688,00

### Contribution de l'UE

€ 1 582 081,00

Coordonné par

Date de début  
1 Juin 2014

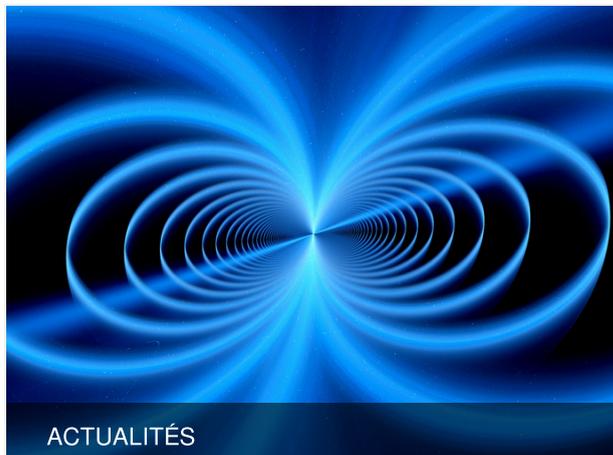
Date de fin  
31 Mai 2017

LEIBNIZ INSTITUT FÜR  
FESTKÖRPER UND  
WERKSTOFFFORSCHUNG  
DRESDEN EV  
 Germany

## Ce projet apparaît dans...



## Articles connexes



PROGRÈS SCIENTIFIQUES

**Explorer les structures magnétiques  
avec des instruments à base de diamant**



10 Mai 2021

**Dernière mise à jour:** 18 Avril 2018

**Permalink:** <https://cordis.europa.eu/article/id/224917-a-step-forward-in-topological-quantum-computation/fr>

European Union, 2025

