

# L'ordinateur quantique

Publié le mercredi 30 avril 2008

Voir en ligne : <https://www.france-science.org/L-ordinateur-quantique,5092.html>

Enoncés il y a plus de 80 ans, les principes de la Mécanique Quantique continuent à fasciner le grand public, tant ils semblent contraires à l'intuition du monde physique que développe chacun d'entre nous. Pourtant, si on les envisage du point de vue de l'information traitable par une machine miniaturisée à l'extrême, où chaque bit d'information doit être exprimé avec la plus petite énergie possible, ces principes quantiques apparaissent, de façon surprenante, bien plus naturels et rationnels que ceux de la mécanique classique.

Le nouvel éclairage qu'apporte à la physique quantique la science de l'information va en fait beaucoup plus loin qu'un commentaire esthétique. Petit à petit, au cours des quinze dernières années, les physiciens, en association avec les informaticiens et les mathématiciens, ont compris que les "bits quantiques" sont en réalité plus puissants collectivement que les traditionnels "bits classiques" sur lesquels sont basés les ordinateurs actuels. Ils permettent par exemple une accélération exponentielle de certains calculs, comme la factorisation des nombres, nécessaire au décryptage des informations confidentielles échangées sur le réseau Internet. En même temps, les bits quantiques permettent de coder l'information de manière à ce qu'aucune copie ne soit possible.

L'ordinateur quantique est la machine -encore hypothétique- qui traiterait ces bits quantiques. Elle n'existe à ce jour qu'en pièces détachées, que de nombreux laboratoires cherchent à améliorer et à combiner, et laisse le champ ouvert à de nombreuses questions.

Est-il possible de faire fonctionner un ordinateur quantique ? Nous n'avons pour l'instant qu'une preuve de principe qu'une telle machine puisse être un jour construite, et sa réalisation effective demeure un défi pour la science et la technologie. Mais à supposer qu'elle soit un jour construite, quelle gamme de problèmes résoudrait-elle ? Le présent document fait le point sur ces questions.

Au sommaire de ce document :

## 1. Introduction

## 2. Théorie élémentaire de l'informatique quantique

### 2.1. Les briques de base d'un ordinateur quantique

### 2.2. Qu'est ce qu'un ordinateur quantique ?

### 2.3. Les algorithmes quantiques

### 2.4. Les codes correcteurs d'erreurs

### 2.5. Forces et faiblesses d'un ordinateur quantique

### 2.6. Vers les premières réalisations expérimentales

## 3. Les circuits supraconducteurs

### 3.1. Principes de base

### 3.2. Les qubits de charge

### 3.3. Le Qantronium

### 3.4. Les qubits de flux

### 3.5. Les qubits de phase

### 3.6. Bus quantique et stockage d'état

### 3.7. Mesure de l'intrication de deux qubits par tomographie

### 3.8. Le Transmon

## 4. Les boîtes quantiques semiconductrices

### 4.1. Initialisation des spins

### 4.2. Mesure des spins

4.3. Porte quantique d'échange

4.4. Porte quantique de rotation

5. Les centres nv dans le diamant

5.1. Introduction aux centres NV

5.2. Intérêt des centres NV pour le calcul quantique

6. La résonance magnétique nucléaire

6.1. Motivations

6.2. Pertinence de la méthode

6.3. Perspective historique

7. Les ions piégés

7.1. Introduction

7.2. Le piège de Paul

7.3. Principe du calcul quantique utilisant des ions piégés

7.4. Les ions piégés sont-ils de bons candidats pour fabriquer un QC ?

7.5. Les pièges à ions sur circuit

7.6. Perspectives

8. Les atomes froids en réseaux optiques

8.1. Des condensats de Bose Einstein aux réseaux optiques

8.2. Logique conditionnelle à atomes froids

8.4. Ordinateur unidirectionnel

8.5. Simulateurs analogiques à gaz de fermi superfluide

9. L'optique quantique

9.1. Atomes de Rydberg et cavité supraconductrice

9.2. Oscillations de Rabi et intrication

9.3. Portes quantique conditionnelles

9.4. Perspectives

10. Conclusion

11. Annexes

- Le paradoxe EPR, vers une ébauche de processeur quantique

- Le théorème du non-clonage

- Le codage super-dense, ou comment utiliser l'intrication comme source d'information

- La téléportation quantique

- La cryptographie quantique

- Les portes quantiques fondamentales

- Machine de Turing

- Les classes de Complexité

- L'algorithme RSA

- L'algorithme de Grover

- La jonction Josephson

- Le SQUID

12. Références

13. Liste des principales équipes de recherche

Auteurs : OCHOA Daniel

Publié le 30/04/2008 - 70 pages - pdf 3 Mo

**[Télécharger le rapport](#)**