

L'informatique quantique

🌞 Bienvenue à notre Plage Quantique ! 🏖️

Chers amis et collègues,

Alors que beaucoup d'entre nous profitent des joies de l'été, il est temps d'ajouter un peu de science à nos journées ensoleillées.

Imaginez-vous allongé sur une serviette de plage, les vagues clapotant doucement en arrière-plan, un livre à la main.

Et si ce livre parlait de... physique quantique ?



Pas de panique ! Nous allons explorer ensemble les concepts fascinants de la physique quantique de manière ludique et accessible.

Utilisons les métaphores de la plage, du sable, des vagues et du soleil pour démystifier des idées comme la superposition des états, l'incertitude d'Heisenberg, et bien plus encore.

Préparez votre crème solaire et vos lunettes de soleil, car nous partons pour une aventure scientifique au bord de la mer ! 🔍



Caroline MOREL
Analyste chez GO CAPITAL

Quelques rappels sur les grands principes de physique

☀️ Découvrez comment sept principes clés de la physique 🔍 sont essentiels pour comprendre l'informatique quantique 🖥️, la frontière avancée de la technologie. 🚀



1. Superposition des états

Imaginez que vous pouvez être à la fois allongé sur votre serviette et en train de nager dans la mer.

En physique quantique, un électron peut faire exactement cela : il peut être à deux endroits en même temps !

2. Indéterminisme de la mesure

À la plage, n'anticipez pas où poser votre serviette, c'est un peu aléatoire, comme lancer un dé.

De même, en physique quantique, la position exacte d'un électron est déterminée par le hasard jusqu'à ce qu'on le mesure à un instant T.



3. Réduction des états quantiques

Quand on vous observe, vous devez choisir entre être sur la serviette ou dans l'eau. En physique quantique, lorsqu'on mesure un électron, il choisit un seul état et les autres possibilités disparaissent.

Quelques rappels sur les grands principes de physique



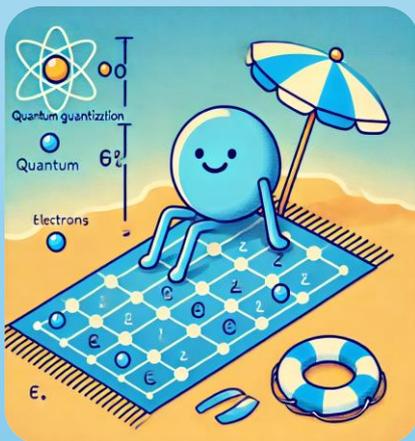
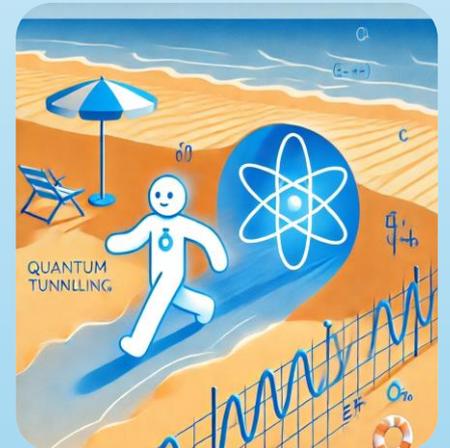
🌐 ⚛️ 4. Dualité onde-corpuscule

Un électron se comporte à la fois comme une particule et une onde.

A la plage vous seriez alors à la fois une serviette (particule) et une vague (onde).

📦 ⚡ 5. Effet tunnel

C'est comme si, à la plage, vous pouviez traverser les dunes de sable sans les grimper, les électrons peuvent traverser un mur contre lequel ils sont lancés.



📅 12 34 6. Quantification

Sur la plage, vous ne pouvez vous asseoir que sur certaines parties de votre serviette, pas entre deux. De même, les électrons ne peuvent avoir que certaines énergies précises connues.

🤔 🌞 7. Incertitude d'Heisenberg

À la plage, si on sait exactement où vous êtes assis, on ne peut pas savoir à quelle vitesse vous bronzez, et vice versa. En physique quantique, on ne peut pas connaître précisément à la fois la position et la vitesse d'un électron.



Et l'informatique quantique dans tout ça ?

 L'informatique classique : nous la connaissons par le bit, qui représente une unité d'information pouvant prendre 2 valeurs distinctes :

- 0 représente l'état « éteint » 
- 1 représente l'état « allumé » 

8 bits peuvent encoder ainsi 256 valeurs entières différentes (2^8). 

Les ordinateurs modernes utilisent des bits de 8, 16, 32 ou 64 bit. 



1980 : le physicien Paul Benioff propose une version quantique de la machine de Turing en reprenant appliquant les principes de physique.

Ecriture : notation de Dirac

- $|0\rangle$: Représente un qubit dans l'état 0.
- $|1\rangle$: Représente un qubit dans l'état 1.
- $|\psi\rangle$: Représente un qubit dans une superposition de 0 et 1, avec des coefficients complexes α et β : $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$.

L'informatique quantique va utiliser le comportement de déplacement et de rotation des électrons (spin) pour créer des qubits.

Bit → **qubit**

S'appliquent alors les 7 grands principes de physique :

0 et 1 en même temps

Position et quantité de mouvement ne peuvent être connues simultanément

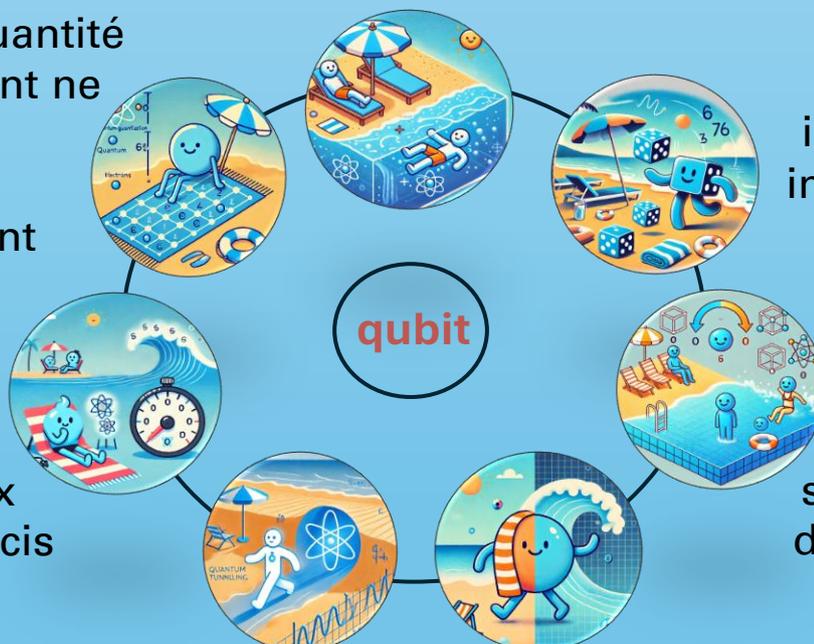
A des niveaux d'énergie précis

Peut traverser des barrières de potentiel

qubits liés instantanément, indépendamment de la distance

La mesure fait s'effondrer le qubit dans un état unique

Se comporte comme une onde et une particule



Applications disruptives dans le secteur de la santé



Chimie et Biologie

Nombreuses sont les règles régissant les interactions moléculaires, chimiques et biochimiques...

L'informatique quantique démultiplie la rapidité et complexité de modélisation, révolutionnant la R&D fondamentale et appliquée !

En bonus :   Tout comme les réseaux de neurones ont révolutionné le code informatique, les interactions chimiques des électrons inspirent de nouvelles méthodes pour créer des qubits.



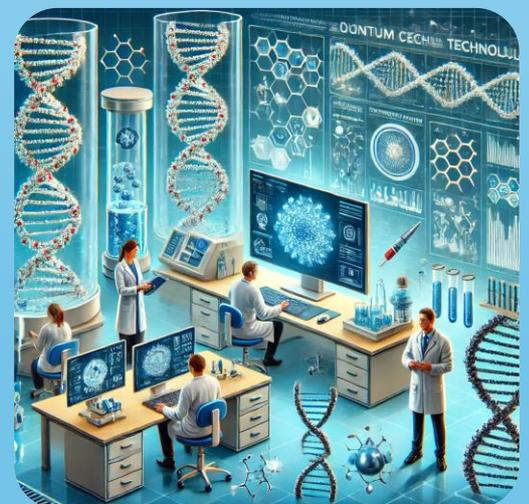
Medtech

L'informatique quantique sera essentielle dans le futur, que ce soit pour améliorer les trajectoires et minimiser les aléas en robotique chirurgicale , pour gérer plus de données en software et appliquer une médecine 5P holistique , ou pour sécuriser les communications en hardware .

Pharmaceutique

La simulation rapide et détaillée de molécules complexes par les ordinateurs quantiques promet de s'affranchir à terme de certaines expérimentations itératives.

 Un pas de géant pour réduire les coûts de développement et accélérer la mise sur le marché de nouveaux médicaments.



Applications disruptives dans les secteurs de l'industrie/ énergie/ climat



Apports computationnels



INDUSTRIE :

amélioration algorithmique de :

- La logistique
- La planification de la production
- Gestion de la chaîne d'approvisionnement (optimisation des parcours et des ressources)
- Optimisation du trafic
- *Etc.*



ENERGIE :

optimiser gestion et distribution de l'énergie dans les réseaux électriques :

- Identification pertes énergétiques
- intégration des sources d'énergie renouvelable de manière plus efficace dans les réseaux existants
- *Etc.*



CLIMAT :

améliorer précision des modèles climatiques (multiplication des données d'entrée) :

- Prévoir les phénomènes météorologiques
- Planifier stratégies d'adaptation et de mitigation
- *Etc.*

Avancées matérielles et conceptions

- 💡 Supports Physiques pour maintenir des états quantiques cohérents (systèmes cryogéniques, matériaux isolants, ...)
- 💡 Améliorer les matériaux pour l'industrie, optimiser les matériaux rares de batterie...
- 💡 Créer une photosynthèse artificielle pour développer des systèmes de production d'énergie plus efficaces

Applications disruptives dans le secteur du digital

Le secteur du digital est le secteur applicatif le plus mature de l'informatique quantique. On le retrouve sous plusieurs formes :



- La **Cryptographie** avec des niveaux de sécurité sans précédent 🗝️

Impact : signatures numériques quantiques, clés de chiffrement, transfert et stockage d'informations sécurisés, etc.



- L'**algorithmique**, tel que l'algorithme de Grover qui améliore déjà l'efficacité des moteurs de recherche, des systèmes de recommandation, et des processus logistiques 🚀

Impact : L'applicabilité étendue de l'intelligence artificielle.



- Le **Big Data** pour la résolution de problèmes d'optimisation combinatoire difficiles 📊

Impact : l'ensemble des cas applicatifs précédemment décrits, ainsi que la finance (optimisation de portefeuille, gestion des risques financiers, détection de fraude, optimisation des transactions et trading, etc.).

L'informatique quantique s'appuie sur les 7 principes fondamentaux de la physique quantique pour créer des qubits capables de réaliser des calculs complexes de manière exponentielle.

Cette technologie émergente annonce une période de croissance et d'innovation sans précédent, posant les bases pour des avancées révolutionnaires dans de nombreux domaines