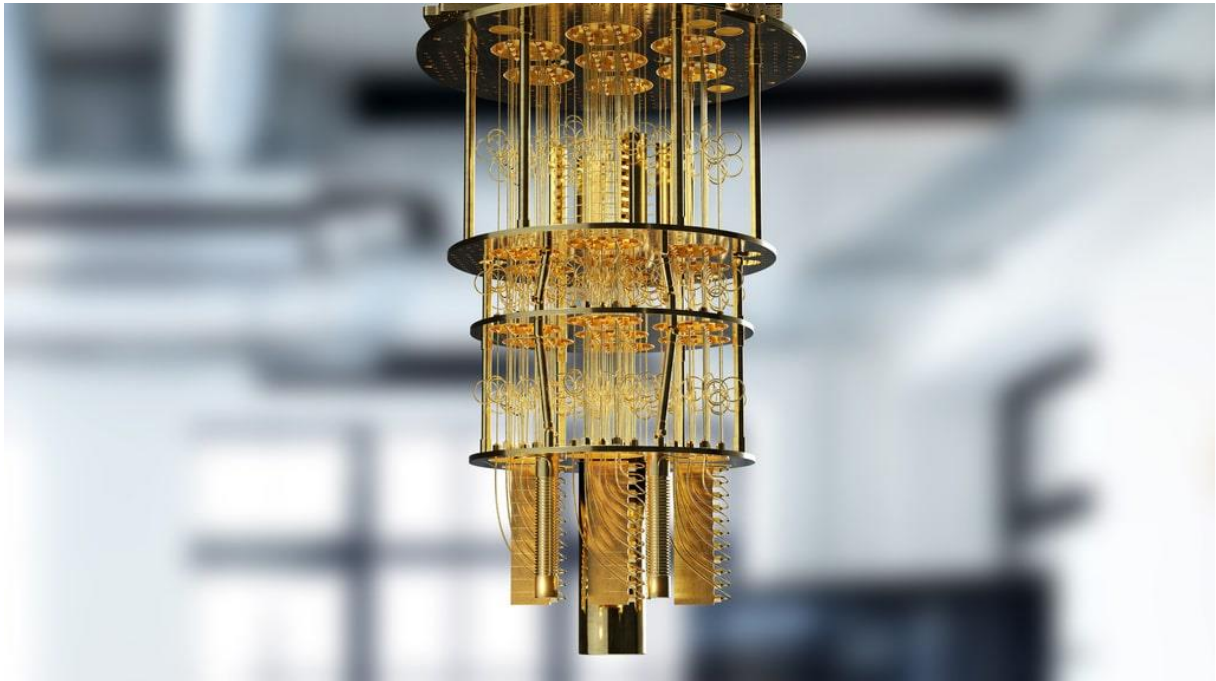


## Veille Technologique sur l'Informatique Quantique



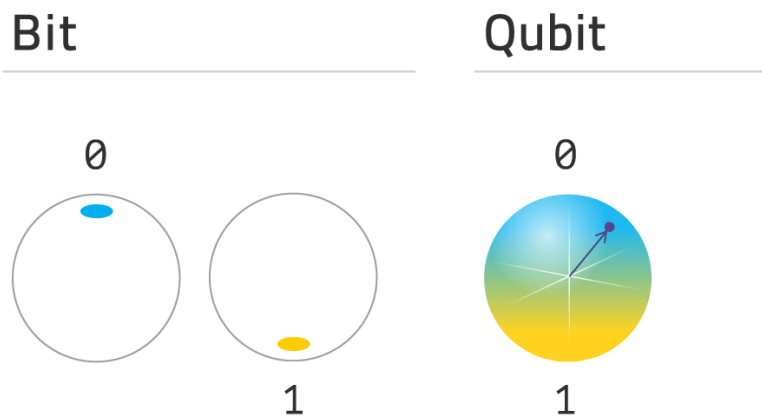
L'informatique quantique, émergeant comme un domaine révolutionnaire, est le foyer d'innovations majeures de la part de leaders technologiques tels qu'Intel, IBM, Google, Microsoft, et bien d'autres. Cette veille explore les développements clés de ces acteurs majeurs dans le domaine de l'informatique quantique.

# Sommaire

I.	L'informatique quantique .....	3
1.	Qubits et Superposition : .....	3
2.	Portes Quantiques et Langages de Programmation : .....	4
II.	Applications de l'informatique quantique .....	5
3.	Cryptographie Quantique : .....	5
III.	Défis et Solutions Techniques .....	6
4.	Décohérence et Stabilité des Qubits : .....	6
5.	Correction d'Erreur Quantique : .....	6
IV.	Investissements et Projets de Recherche .....	7
6.	IBM Quantum Computing : .....	7
7.	Google Quantum AI Lab : .....	7
8.	Microsoft Quantum Computing : .....	8
9.	Intel Quantum Computing : .....	8
V.	Comparaison avec les Supercalculateurs .....	9
10.	Qu'est-ce qu'un supercalculateur : .....	9
11.	Puissance de Calcul : .....	9
12.	Tâches Spécifiques et Avantages : .....	9
VI.	Conclusion .....	10
VII.	Webographie .....	10

# I. L'informatique quantique

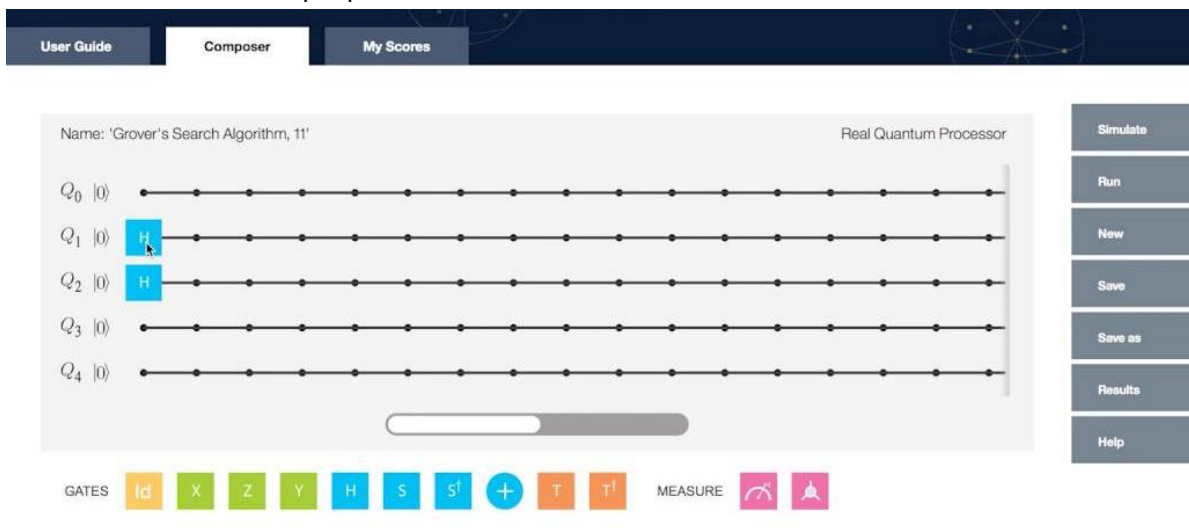
L'informatique quantique est un domaine de l'informatique qui exploite les principes de la mécanique quantique pour effectuer des calculs d'une manière fondamentalement différente de l'informatique classique. Contrairement à l'informatique classique qui utilise des bits pour représenter des données sous forme de 0 ou de 1, l'informatique quantique utilise des qubits, qui peuvent exister simultanément dans des états de 0, de 1 ou dans une superposition de ces états.



## 1. Qubits et Superposition :

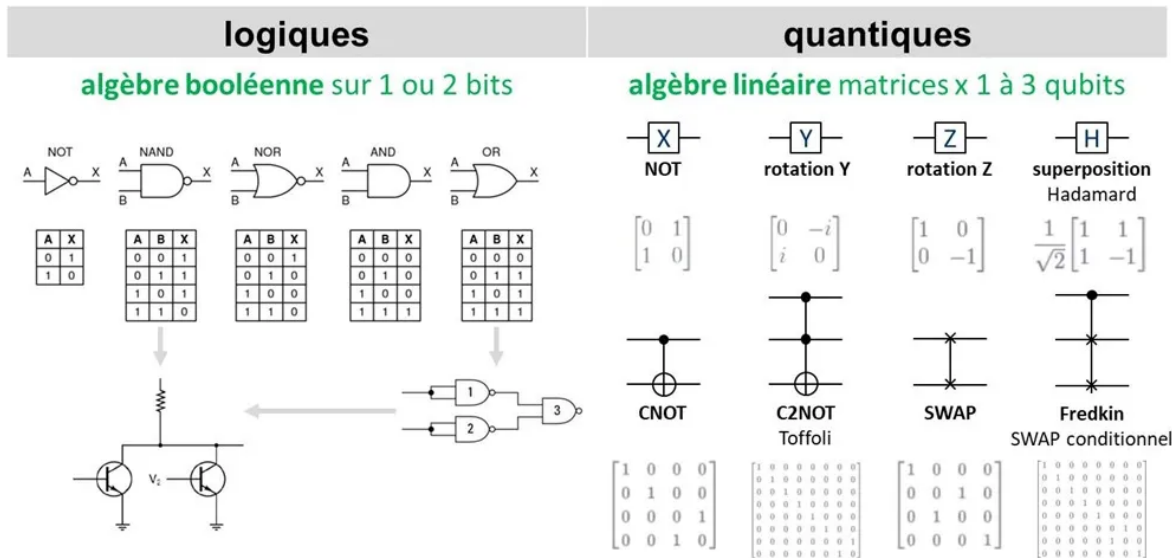
Les qubits peuvent exister simultanément dans plusieurs états grâce à la superposition quantique, permettant une puissance de calcul exponentielle.

Dans le projet IBM Quantum Experience, les utilisateurs peuvent manipuler des qubits dans des états de superposition en utilisant des portes quantiques, expérimentant ainsi directement avec la superposition.



## 2. Portes Quantiques et Langages de Programmation :

Les portes quantiques effectuent des opérations sur les qubits, ce qui modifie leur état. Pour communiquer avec ces portes et concevoir des algorithmes quantiques, des langages de programmation spécifiques sont nécessaires.



Plusieurs langages de programmation ont été créés pour faciliter la programmation d'algorithmes quantiques. Deux des langages les plus utilisés sont Qiskit, développé par IBM, et Cirq, développé par Google.



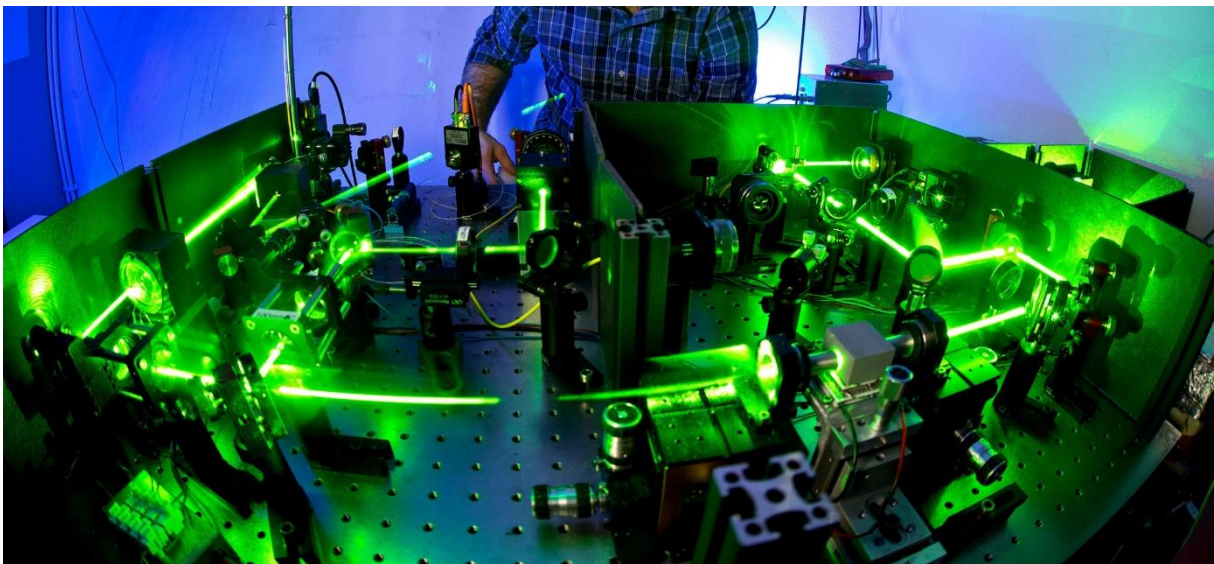
## II. Applications de l'informatique quantique

### 3. Cryptographie Quantique :

L'informatique quantique, pourrait compromettre la sécurité des protocoles cryptographiques classiques basés sur des problèmes difficiles à résoudre pour les ordinateurs classiques, comme la factorisation d'entiers utilisée dans RSA.

Intel mène des recherches visant à développer des techniques de cryptographie quantique qui résistent aux attaques potentielles des ordinateurs quantiques. Par exemple l'utilisation d'Intel SGX (Software Guard Extensions) pour renforcer la sécurité des données dans un environnement potentiellement vulnérable aux attaques quantiques.

La cryptographie quantique offre des solutions innovantes pour renforcer la sécurité des communications. La distribution quantique de clés (Quantum Key Distribution - QKD) est un exemple majeur. Cette approche exploite les propriétés quantiques pour détecter toute tentative d'interception d'une clé cryptographique, garantissant ainsi un niveau de sécurité inviolable par les méthodes classiques.



### **III. Défis et Solutions Techniques**

#### **4. Décohérence et Stabilité des Qubits :**

La décohérence des qubits est l'un des principaux défis de l'informatique quantique, résultant de l'interaction avec l'environnement extérieur et entraînant la perte d'information quantique. Intel s'attaque à ce problème en explorant des technologies telles que les qubits supraconducteurs.

Intel investit dans la recherche sur les qubits supraconducteurs, une approche qui utilise des matériaux supraconducteurs pour réduire la décohérence. Ces matériaux, lorsqu'ils sont refroidis à des températures extrêmement basses, permettent aux qubits de maintenir leur cohérence plus longtemps. Intel a lancé plusieurs projets visant à développer ces qubits supraconducteurs plus robustes et stables. Ces projets impliquent des recherches approfondies sur les matériaux et les techniques de fabrication pour minimiser les effets de la décohérence.

#### **5. Correction d'Erreur Quantique :**

La correction d'erreur quantique est une autre dimension cruciale pour garantir la fiabilité des calculs quantiques. IBM, par le biais de son projet Quantum Volume, se penche sur le développement de techniques avancées pour corriger les erreurs quantiques et améliorer la qualité des ordinateurs quantiques.

Mais la correction d'erreur quantique implique la mise en œuvre de méthodes pour détecter et corriger les erreurs qui peuvent se produire lors de l'exécution de calculs quantiques. C'est essentiel pour garantir la précision des résultats, en particulier à mesure que les systèmes quantiques deviennent plus complexes.

Le projet IBM Quantum Volume évalue la performance des ordinateurs quantiques en prenant en compte des facteurs tels que la précision, la connectivité des qubits et la capacité à exécuter des circuits complexes. Cela contribue à définir des normes de qualité dans le domaine émergent de l'informatique quantique.

## IV. Investissements et Projets de Recherche

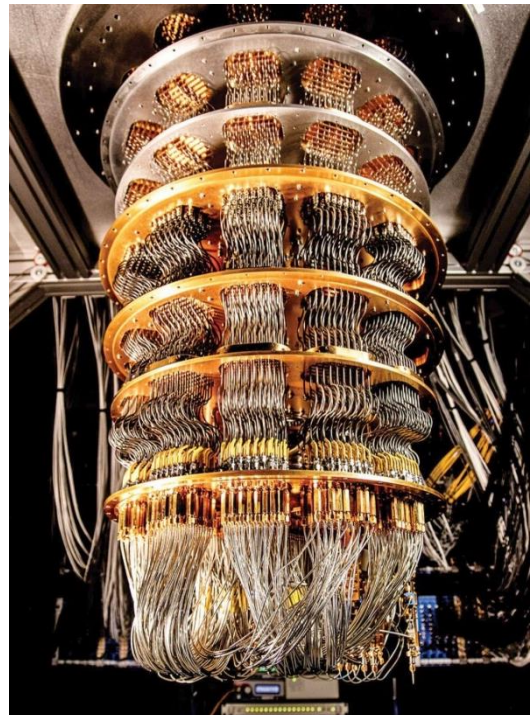
### 6. IBM Quantum Computing :

IBM s'illustre dans le domaine quantique par des investissements significatifs et des projets de recherche novateurs. IBM participe activement à des projets telles que l'IBM Quantum Network. Ce réseau mondial regroupe des partenaires industriels, des universités et des startups pour collaborer sur des projets de recherche avancée, favorisant ainsi l'échange d'idées et d'expertise.



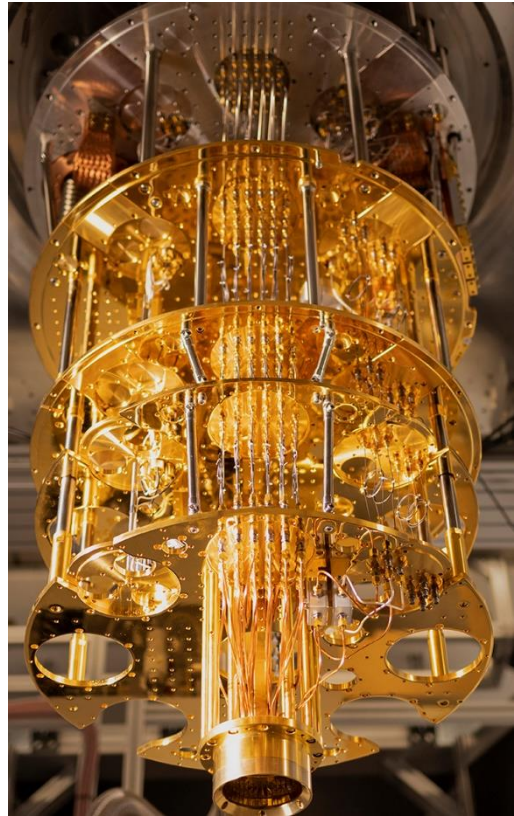
### 7. Google Quantum AI Lab :

Google, à travers son Quantum AI Lab, déploie d'importants efforts pour réaliser des avancées dans l'informatique quantique. En plus du projet Bristlecone, le Lab explore des concepts tels que la suprématie quantique avec le processeur Sycamore. Ces initiatives positionnent Google en tant que leader dans la course à la réalisation de calculs quantiques pratiques et puissants.



## 8. Microsoft Quantum Computing :

Microsoft se distingue dans le calcul quantique grâce à des développements tels que le Quantum Development Kit. Avec la collaboration avec l'Université de Sydney, Microsoft s'engage dans des partenariats stratégiques avec d'autres institutions académiques et industrielles. Ces collaborations renforcent les bases du calcul quantique tout en favorisant l'émergence d'applications et d'applicatifs révolutionnaires.



## 9. Intel Quantum Computing :

Les efforts d'Intel dans le domaine quantique vont au-delà de la recherche sur les qubits supraconducteurs. Intel participe également à des projets tels que l'Intel Quantum Simulator, qui vise à développer des simulateurs quantiques avancés pour tester et optimiser des algorithmes quantiques avant leur exécution sur du matériel quantique réel. Cette approche démontre l'engagement d'Intel à explorer diverses facettes de l'informatique quantique.



## V. Comparaison avec les Supercalculateurs

### 10. Qu'est-ce qu'un supercalculateur :

Un supercalculateur est un type d'ordinateur conçu pour exécuter des calculs extrêmement complexes et intensifs à une vitesse exceptionnellement élevée. Les supercalculateurs sont utilisés pour résoudre des problèmes scientifiques, d'ingénierie ou de recherche qui nécessitent une puissance de calcul bien au-delà de ce que les ordinateurs conventionnels peuvent offrir.



### 11. Puissance de Calcul :

Les ordinateurs quantiques excellent dans des tâches spécifiques en exploitant la superposition quantique. Cependant, pour des calculs massivement parallèles, les supercalculateurs conservent leur supériorité. Les supercalculateurs sont particulièrement adaptés aux tâches nécessitant une puissance de calcul intense.

### 12. Tâches Spécifiques et Avantages :

L'informatique quantique peut dépasser les supercalculateurs dans des tâches spécifiques, comme la recherche d'optimisation combinatoire. Par exemple, l'algorithme de Grover peut être plus efficace pour rechercher des solutions parmi un grand ensemble de possibilités. En revanche, les supercalculateurs sont bien plus efficaces dans un large choix d'applications, comme la modélisation 3D ou la simulation moléculaire.

## VI. Conclusion

En conclusion, l'évolution de l'informatique quantique ouvre la voie à de grandes avancées technologiques, mais il est important de prendre en compte cette évolution d'un point de vue sécurité, en particulier dans le domaine de la cryptographie. La puissance de calcul exponentielle offerte par les ordinateurs quantiques remet en question la robustesse des protocoles cryptographiques classiques actuels, obligeant le développement de nouveaux protocoles de sécurité informatique. C'est pourquoi il est nécessaire d'investir dans des solutions de cryptographie quantique résistantes aux attaques potentielles des ordinateurs quantiques. Des avancées telles que la distribution quantique de clés QKD (Quantum Key Distribution) offrent des alternatives prometteuses, mais il reste essentiel de suivre de près les développements technologiques et d'adapter les protocoles de sécurité en conséquence.

## VII. Webographie

<https://www.frenchweb.fr/comprendre-linformatique-quantique-ordinateur-quantique/331993>

<https://x9.org/wp-content/uploads/2018/02/An-60-min-Introduction-into-IBM-Q-Strategy-and-Offering-VI-1.pdf>

<https://www.ibm.com/quantum>

<https://www.intel.fr/content/www/fr/fr/content-details/779665/intel-quantum-sdk.html>

<https://research.google/research-areas/quantum-computing>

<https://quantumai.google>

<https://www.tomorrow.bio/fr/poste/types-de-qubits-supraconducteurs-transmons-flux-et-qubits-de-phase-2023-08-4964410101-qubits->

[quantum#:~:text=Plus%20le%20temps%20de%20coh%C3%A9rence,construction%20d'ordinateurs%20quantiques%20robustes.](https://www.tomorrow.bio/fr/poste/types-de-qubits-supraconducteurs-transmons-flux-et-qubits-de-phase-2023-08-4964410101-qubits-quantum#:~:text=Plus%20le%20temps%20de%20coh%C3%A9rence,construction%20d'ordinateurs%20quantiques%20robustes.)

<https://alice-bob.com/fr>

[https://www.youtube.com/watch?v=a1JoQssKoPg&ab\\_channel=Underscore\\_](https://www.youtube.com/watch?v=a1JoQssKoPg&ab_channel=Underscore_)

[https://www.youtube.com/watch?v=YWPqf2GEjMs&ab\\_channel=Underscore\\_](https://www.youtube.com/watch?v=YWPqf2GEjMs&ab_channel=Underscore_)

## VIII. Actualité

<https://fr.investing.com/news/stock-market-news/les-investisseurs-surveillent-ces-4-valeurs-emergentes-de-linformatique-quantique-pour-des-profits-rapides-2403652>