

## IBM trace la voie pour construire le premier ordinateur quantique au monde à grande échelle et tolérant aux erreurs dans le nouveau datacenter quantique d'IBM

- La feuille de route quantique d'IBM, les processeurs et l'infrastructure tracent une voie claire vers l'IBM Quantum Starling, qui devrait être le premier ordinateur quantique à grande échelle et tolérant aux erreurs.
- Des recherches révolutionnaires définissent les éléments clés d'une architecture efficace tolérante aux erreurs, traçant ainsi la première voie viable vers un système capable d'exécuter 20 000 fois plus d'opérations que les ordinateurs quantiques actuels.
- La représentation de l'état computationnel de l'IBM Starling nécessiterait la mémoire de plus d'un quindécillion ( $10^{48}$ ) des superordinateurs les plus puissants du monde.



**YORKTOWN HEIGHTS, NY – le 10 juin 2025** - IBM a dévoilé son projet de construction du premier ordinateur quantique à grande échelle et tolérant aux erreurs, ouvrant ainsi la voie à l'informatique quantique pratique et évolutive.

Livré d'ici 2029, l'IBM Quantum Starling sera construit dans un nouveau datacenter quantique d'IBM à Poughkeepsie, dans l'État de New York, et devrait effectuer 20 000 fois plus d'opérations que les ordinateurs quantiques actuels. Représenter l'état computationnel d'un IBM Starling nécessiterait la mémoire de plus d'un quindécillion ( $10^{48}$ ) des superordinateurs les plus puissants du monde. Avec Starling, les utilisateurs pourront explorer pleinement la complexité de ses états quantiques, qui dépassent les propriétés limitées auxquelles peuvent accéder les ordinateurs quantiques actuels.

IBM, qui exploite déjà un vaste parc mondial d'ordinateurs quantiques, publie une nouvelle [feuille de route quantique](#) qui présente ses projets pour construire un ordinateur quantique pratique et tolérant aux erreurs.

*« IBM trace la prochaine frontière de l'informatique quantique », a déclaré **Arvind Krishna, Chairman and CEO d'IBM.** « Notre expertise dans les domaines des mathématiques, de la physique et de l'ingénierie ouvre la voie à un ordinateur quantique à grande échelle et tolérant aux erreurs, qui permettra de résoudre des défis concrets et d'ouvrir d'immenses possibilités pour les entreprises. »*

Un ordinateur quantique à grande échelle et tolérant aux erreurs, doté de centaines ou de milliers de qubits logiques, pourrait exécuter des centaines de millions, voire des milliards d'opérations, ce qui permettrait de gagner du temps et de l'argent dans des domaines tels que le développement de médicaments, la découverte de matériaux, la chimie et l'optimisation.

Starling pourra accéder à la puissance de calcul requise pour ces problèmes en exécutant **100 millions d'opérations quantiques à l'aide de 200 qubits logiques.** Il servira de base à l'IBM Quantum Blue Jay, qui sera capable d'exécuter **1 milliard d'opérations quantiques sur 2 000 qubits logiques.**

Un qubit logique est une unité d'un ordinateur quantique à correction d'erreurs chargée de stocker un qubit d'informations quantiques. Il est constitué de plusieurs qubits physiques fonctionnant ensemble pour stocker ces informations et se surveiller mutuellement pour détecter des erreurs.

Comme les ordinateurs classiques, les ordinateurs quantiques doivent faire l'objet d'une correction d'erreurs afin de pouvoir exécuter des applications conséquentes sans erreurs. Pour ce faire, des groupes de qubits physiques sont utilisés pour créer un plus petit nombre de qubits logiques dont les taux d'erreurs sont inférieurs à ceux des qubits physiques sous-jacents. Les taux d'erreurs des qubits logiques sont supprimés de manière exponentielle avec la taille du groupe, ce qui leur permet d'effectuer un plus grand nombre d'opérations.

La création d'un nombre croissant de qubits logiques capables d'exécuter des circuits quantiques, avec le moins de qubits physiques possible, est essentielle pour l'informatique quantique à grande échelle. Jusqu'à aujourd'hui, aucune voie claire vers la construction d'un tel système tolérant aux erreurs sans des frais d'ingénierie irréalistes n'a été publiée.

### **La voie vers la tolérance aux erreurs à grande échelle**

Le succès de l'exécution d'une architecture efficace tolérante aux erreurs dépend du choix de son code de correction d'erreurs et de la manière dont le système est conçu et construit pour permettre à ce code d'évoluer.

Les codes de correction d'erreurs alternatifs et les précédents codes de référence posent des problèmes d'ingénierie fondamentaux. Pour passer à l'échelle, ils nécessiteraient un nombre irréaliste de qubits physiques pour créer suffisamment de qubits logiques afin d'effectuer des opérations complexes, ce qui nécessiterait des quantités irréalistes d'infrastructure et d'électronique de contrôle. Il est donc peu probable qu'ils puissent être mis en œuvre au-delà d'expériences et dispositifs à petite échelle.

Un ordinateur quantique pratique, à grande échelle et tolérant aux erreurs nécessite une architecture qui est :

- **Tolérante aux erreurs** afin de supprimer suffisamment d'erreurs pour permettre aux algorithmes utiles de réussir.
- Capable de préparer et de mesurer des **qubits logiques** par le biais de calcul.
- Capable d'appliquer des **instructions universelles** à ces qubits logiques.
- Capable de **décoder les mesures provenant de qubits logiques en temps réel** et de modifier les instructions suivantes.
- **Modulaire** pour évoluer vers des centaines ou des milliers de qubits logiques afin d'exécuter des algorithmes plus complexes.
- Suffisamment **efficace** pour exécuter des algorithmes significatifs avec des ressources physiques réalistes telles que l'énergie et l'infrastructure.

Aujourd'hui, IBM présente deux nouveaux documents techniques qui décrivent en détail la manière dont elle résoudra les critères ci-dessus pour construire une architecture tolérante aux erreurs à grande échelle.

Le premier [article](#) dévoile comment un tel système traitera les instructions et exécutera les opérations efficacement avec des codes qLDPC. Ces travaux s'appuient sur une approche révolutionnaire de la correction d'erreurs, [présentée](#) en couverture de **Nature**, qui a introduit les codes de contrôle de parité à faible densité quantique (qLDPC : quantum low-density parity check). Ce code réduit considérablement le nombre de qubits physiques nécessaires à la correction d'erreurs et réduit les coûts additionnels requis d'environ 90 % par rapport aux autres codes à la pointe. En outre, il présente les ressources nécessaires pour exécuter de manière fiable des programmes quantiques à grande échelle afin de prouver l'efficacité d'une telle architecture par rapport à d'autres.

Le deuxième [article](#) décrit comment décoder efficacement les informations provenant des qubits physiques et trace une voie pour identifier et corriger les erreurs en temps réel avec des ressources informatiques conventionnelles.

## De la feuille de route à la réalité

La nouvelle feuille de route quantique d'IBM décrit les principales étapes technologiques qui permettront de démontrer et d'appliquer les critères de tolérance aux erreurs. Chaque nouveau processeur de la feuille de route relève des défis spécifiques pour construire des systèmes quantiques modulaires, évolutifs et à correction d'erreurs :

- **IBM Quantum Loon**, prévu pour **2025**, est conçu pour tester les composants de l'architecture pour le code qLDPC, notamment les « coupleurs de type C » qui connectent les qubits sur de plus longues distances au sein d'une même puce.
- **IBM Quantum Kookaburra**, prévu pour **2026**, sera le premier processeur modulaire d'IBM conçu pour stocker et traiter des informations codées. Il combinera une mémoire quantique avec des opérations logiques, ce qui constitue la base de la mise à l'échelle de systèmes tolérants aux erreurs au-delà d'une seule puce.
- **IBM Quantum Cockatoo**, prévu pour **2027**, intriguera deux modules Kookaburra à l'aide de « coupleurs de type L ». Cette architecture reliera les puces quantiques entre elles comme les nœuds d'un système plus vaste, évitant ainsi la nécessité de construire des puces de taille irréaliste.

Ensemble, ces avancées sont conçues pour aboutir à Starling en 2029.

Pour en savoir plus sur la voie suivie par IBM pour améliorer la tolérance aux erreurs, lisez notre [blog](#), et regardez nos scientifiques d'IBM Quantum dans cette récente [vidéo](#).

## Contacts Presse :

### Weber Shandwick pour IBM

#### IBM

Gaëlle Dussutour

Tél. : + 33 (0)6 74 98 26 92

[dusga@fr.ibm.com](mailto:dusga@fr.ibm.com)

Louise Weber

Tél. : + 33 (0)6 89 59 12 54

[ibmfrance@webershandwick.com](mailto:ibmfrance@webershandwick.com)

---