

IBM Quantum franchit la barrière des processeurs de 100 qubits

Par Jerry Chow, Oliver Dial et Jay Gambetta, le 16 novembre 2021 : Aujourd'hui, IBM Quantum lance Eagle, un processeur quantique de 127 qubits. Eagle fait entrer les ordinateurs quantiques dans une nouvelle ère - nous avons lancé un processeur quantique qui nous a fait dépasser la barrière des 100 qubits. Nous prévoyons qu'avec Eagle, nos utilisateurs seront en mesure d'explorer des territoires de calcul inexplorés et de franchir une étape clé sur la voie du calcul quantique effectif.

Nous considérons Eagle comme une étape d'une révolution technologique dans l'histoire du calcul. Avec la montée en puissance des processeurs quantiques, chaque qubit supplémentaire double la complexité spatiale - c'est-à-dire l'espace mémoire nécessaire à l'exécution des algorithmes - pour qu'un ordinateur classique puisse simuler de manière fiable des circuits quantiques. Nous espérons que les ordinateurs quantiques apporteront des avantages concrets dans tous les domaines, car cette augmentation de la complexité spatiale nous amène dans un domaine qui dépasse les capacités des ordinateurs classiques. Pendant que cette révolution se déroule, nous espérons continuer à partager notre meilleur matériel quantique avec la communauté, tôt et souvent. Cette approche permet à IBM et à ses utilisateurs de travailler ensemble pour comprendre comment explorer et développer au mieux ces systèmes afin d'obtenir l'avantage quantique le plus rapidement possible.

La construction d'un processeur qui franchit la barrière des cent qubits ne s'est pas faite du jour au lendemain. Les scientifiques ont émis l'hypothèse pendant des décennies qu'un ordinateur basé sur les mêmes modèles mathématiques que ceux utilisés pour les particules subatomiques - la mécanique quantique - pourrait surpasser les ordinateurs classiques dans la simulation de la nature. Cependant, la construction de l'un de ces dispositifs est un énorme défi. Les qubits peuvent se décohérer - ou oublier leurs informations quantiques - avec la moindre perturbation venant du monde extérieur. La production d'Eagle dans nos courts délais a été possible en partie grâce à l'héritage d'IBM, en matière d'innovation scientifique et d'investissement dans les technologies matérielles de base, notamment les processus de fabrication et de conditionnement fiables des semi-conducteurs et la mise sur le marché de produits émergents.

Le nombre de qubits d'Eagle est un exploit et représente une étape importante de la feuille de route Quantique d'IBM. Eagle démontre comment notre équipe relève les défis matériels et logiciels pour finalement réaliser un ordinateur quantique capable de résoudre des problèmes pratiques dans des domaines allant des énergies renouvelables à la finance, etc.

Calcul quantique à grande échelle

Les processeurs quantique Eagle d'IBM contiennent près de deux fois plus de qubits que notre processeur Hummingbird de 65 qubits, mais pour construire quelque chose de plus grand, il ne suffit pas d'ajouter des qubits. Nous avons dû combiner et améliorer les techniques développées dans les générations précédentes de processeurs quantiques d'IBM afin de mettre au point une architecture de processeur comprenant des techniques avancées de conditionnement en 3D qui, nous en sommes convaincus, peut constituer l'épine dorsale des processeurs jusqu'à et y compris notre processeur Condor de plus de 1000 qubits. Eagle est basé sur notre disposition de qubits en réseau hexagonal augmenté, telle qu'elle a été présentée pour la première fois avec notre processeur Falcon, où les qubits sont connectés à deux ou trois voisins comme s'ils étaient

situés sur les arêtes et les sommets d'hexagones tessellés. Cette connectivité particulière réduit le risque d'erreurs dues aux interactions entre qubits voisins, ce qui a considérablement augmenté le rendement des processeurs fonctionnels.

Eagle intègre également le multiplexage de mesure tel que présenté dans notre Hummingbird R2. Les processeurs précédents nécessitaient un ensemble d'électronique de contrôle et de lecture pour chaque qubit - ce qui est gérable pour quelques dizaines de qubits, mais serait beaucoup trop volumineux pour des processeurs de plus de 100 qubits, sans parler de processeurs de plus de 1000 qubits. Le multiplexage de mesure nous permet de réduire considérablement la quantité d'électronique et de câblage requis à l'intérieur du cryostat à dilution.

Peut-être plus important encore, Eagle intègre l'expertise passée d'IBM dans la fabrication de processeurs classiques pour fournir un câblage d'accès évolutif à tous les qubits. Qu'est-ce que cela signifie ? Les processeurs quantiques nécessitent un enchevêtrement de câblages que nous devons acheminer vers leurs qubits. Cependant, l'intégration en 3D nous permet de placer des composants de circuits micro-ondes particuliers et des câblages sur plusieurs niveaux physiques. Si le conditionnement des qubits reste l'un des plus grands défis des futurs ordinateurs quantiques, le câblage à plusieurs niveaux et d'autres composants fournissent les techniques qui rendent possible la voie vers Condor, avec un impact minimal sur les performances des qubits individuels.

Il reste encore du travail à réaliser. Le nombre de qubits d'une puce quantique n'est qu'un des trois paramètres que nous utilisons pour mesurer les performances d'un processeur quantique, et nous devons continuer à augmenter la qualité et la vitesse de nos processeurs en évaluant respectivement leur Volume Quantique et les opérations par seconde des couches de circuit (CLOPS : Circuit Layer Operations Per Second). Pour en savoir plus sur la façon dont nous évaluons et améliorons les performances de nos processeurs, cliquez [ici](#).

Un paradigme modulaire : l'IBM Quantum System Two

En poursuivant la mise à l'échelle de nos puces, nous nous attendons à ce qu'elles dépassent l'infrastructure de l'IBM Quantum System One. C'est pourquoi nous sommes heureux de dévoiler un concept pour l'avenir des systèmes de calcul quantique : l'IBM Quantum System Two.

La modularité sera au cœur de l'IBM Quantum System Two. Avec ce système, nous donnons de la flexibilité à notre matériel pour continuer à augmenter la taille de nos puces. L'équipe adopte une approche holistique des systèmes afin de comprendre les ressources nécessaires pour prendre en charge non seulement nos futurs processeurs Osprey et Condor, mais également les processeurs quantiques à l'avenir, à mesure que nous progressons dans notre feuille de route matérielle.

Le System Two introduit une nouvelle génération d'électronique de contrôle de qubits évolutive ainsi que des composants cryogéniques et un câblage de plus haute densité. En outre, nous travaillons conjointement avec Bluefors pour réimaginer la plateforme cryogénique. La nouvelle plateforme cryogénique de Bluefors et sa nouvelle conception structurelle optimisent l'espace à l'intérieur du cryostat afin d'accueillir le matériel de support accru requis par les processeurs de plus grande taille, tout en garantissant que les ingénieurs peuvent

facilement accéder au matériel à l'intérieur du cryostat pour en assurer la maintenance.

Cette plateforme offre la possibilité de fournir un plus grand espace de travail cryogénique réparti, ouvrant la porte à la liaison potentielle entre processeurs quantiques par le biais de nouvelles interconnexions. Nous pensons que le System Two représente un aperçu de ce à quoi ressemblera l'avenir de l'informatique quantique - un véritable datacenter quantique.

Franchir la barrière des 100 qubits est un exploit incroyable pour l'équipe IBM Quantum, et nous sommes impatients de partager Eagle et nos autres avancées avec la communauté de l'informatique quantique. Et ce n'est pas tout, puisque nous progressons sur la feuille de route quantique d'IBM, de l'augmentation de la vitesse de nos processeurs à la poursuite de l'Avantage Quantique - peut-être même plus rapidement que prévu - avec l'aide de ressources informatiques haute performance. Nous espérons que vous vous joindrez à nous pour poursuivre notre voyage, avec pour objectif de faire évoluer les ordinateurs quantiques vers des systèmes qui changent les paradigmes, capables de résoudre certains des défis les plus urgents auxquels le monde est confronté aujourd'hui. Des choses encore plus grandes nous attendent.

Contacts presse :

Weber Shandwick pour IBM

IBM

Gaëlle Dussutour

Tél. : + 33 (0) 6 74 98 26 92

dusga@fr.ibm.com

Jennifer Tshidibi / Eric Chauvelot

Tél. : + 33 (0)6 13 94 26 58 / + 33 (0)6 21 64

28 68

ibmfrance@webershandwick.com
