

- mais la démontrer solidement pourrait demander encore un certain temps.

Sommes-nous près d'atteindre la suprématie quantique ?

Selon de nombreux témoignages, Google frappe à la porte de la suprématie quantique et pourrait la démontrer bientôt. Une annonce avait déjà été faite en ce sens en 2017, avant d'être rétractée, et la nouvelle « annonce » fin septembre 2019 a relancé les spéculations. Mais un certain nombre d'autres équipes ont le potentiel pour atteindre bientôt la suprématie quantique,

LES ORDINATEURS QUANTIQUES SERONT-ILS TOLÉRANTS AUX PANNES AVANT D'ÊTRE VRAIMENT UTILES ?

notamment au sein des entreprises IBM (voir *Une suprématie contestée*, par K. Hartnett également, page 92), IonQ et Rigetti, ou à l'université Harvard.

Ces équipes suivent plusieurs approches distinctes pour construire un ordinateur quantique. Google, IBM et Rigetti explorent la piste des circuits supraconducteurs. IonQ utilise des ions piégés par des lasers. Le projet de Harvard, dirigé par Mikhail Lukin, utilise des atomes de rubidium. La démarche de Microsoft, qui implique des « qubits topologiques », paraît plus spéculative. Chaque approche a ses avantages et ses inconvénients.

Les circuits quantiques supraconducteurs ont l'avantage d'être constitués d'un matériau solide. Ils peuvent être construits avec les techniques de fabrication existantes, et leurs portes effectuent des opérations très rapides. De plus, les qubits ne bougent pas, ce qui peut être un problème avec d'autres technologies. Mais ces circuits doivent être refroidis à des températures extrêmement basses et chaque qubit d'une puce supraconductrice doit être calibré individuellement, ce qui rend difficile l'adaptation de cette technologie aux milliers de qubits ou plus qui seront nécessaires à un ordinateur quantique utile en pratique.

Les ions piégés offrent un bilan contrasté entre avantages et inconvénients. Ils sont tous identiques, ce qui facilite la fabrication

du circuit, et les pièges offrent un temps de stabilité plus long pour effectuer le calcul avant que les états des qubits ne soient submergés par le bruit ambiant (on parle de décohérence). Mais les portes utilisées pour manipuler les ions sont très lentes – des milliers de fois moins rapides que les portes supraconductrices – et les ions individuels peuvent parfois s'échapper des pièges et se déplacer de façon incontrôlée.

À l'heure actuelle, les circuits quantiques supraconducteurs semblent progresser le plus rapidement. Mais de sérieux obstacles d'ingénierie se dressent devant les différentes approches. Une nouvelle avancée technologique majeure sera nécessaire avant qu'il soit possible de construire des ordinateurs quantiques dignes de ce nom. « L'informatique quantique aurait besoin d'une invention analogue au transistor – une technologie révolutionnaire qui fonctionne presque sans faille et qui soit facile à déployer à grande échelle, précise Adam Bould. Mais bien que les progrès expérimentaux récents aient été impressionnants, mon sentiment est que nous n'avons pas encore trouvé cette clé technologique. »

Si la suprématie quantique était démontrée, que se passerait-il ensuite ?

Si un ordinateur quantique atteint la suprématie pour un problème artificiel tel que l'échantillonnage aléatoire de circuits, la question suivante est évidente : quand pourra-t-il faire quelque chose d'utile ?

Le jalon de l'utilité est parfois nommé « avantage quantique ». « Pour une utilisation concrète – comme des services financiers, de l'intelligence artificielle ou de la chimie –, quand et comment pourra-t-on voir un ordinateur quantique faire bien mieux que n'importe quel concurrent classique connu ? », s'interroge Robert Sutor, de chez IBM, dont des clients comme JP Morgan et Mercedes-Benz ont déjà commencé à explorer les applications des puces quantiques IBM.

Un deuxième jalon serait la création d'ordinateurs quantiques tolérants aux erreurs. Ces ordinateurs seraient capables de corriger les erreurs dans un calcul en temps réel, ce qui permettrait en principe de mener des calculs quantiques sans erreur. Mais la principale proposition dans ce sens, connue sous le nom de « code de surface », exige un surcoût massif de milliers de qubits correcteurs d'erreur pour chaque qubit logique utilisé pour un calcul. La tolérance aux erreurs en informatique quantique est donc bien au-delà des capacités actuelles de la technologie. La question de savoir si les ordinateurs quantiques devront être tolérants aux pannes avant de pouvoir être vraiment utiles est ouverte. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. MARTINIS ET S. BOIXO, Quantum Supremacy Using a Programmable Superconducting Processor, *Google AI Blog*, 2019. <http://bit.ly/Goo-Supr>

POUR LA SCIENCE HORS-SERIE

Édition française de Scientific American

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT!



N° 106 (févr. 20)
réf. DO106



N° 105 (nov. 19)
réf. DO105



N° 104 (juil. 19)
réf. DO104



N° 103 (avr. 19)
réf. DO103



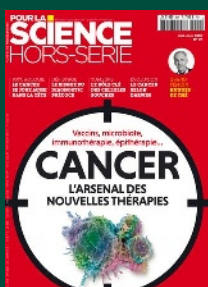
N° 102 (fév. 19)
réf. DO102



N° 101 (nov. 18)
réf. DO101



N° 100 (août 18)
réf. DO100



N° 99 (mai 18)
réf. DO099



N° 98 (févr. 18)
réf. DO098



N° 97 (nov. 17)
réf. DO097



N° 96 (août 17)
réf. DO096



N° 95 (avr. 17)
réf. DO095

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR/HORS-SERIE.HTML



À retourner accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service VPC – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email : pourlascience@abopress.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,90 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 2^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 31/12/20 en France Métropolitaine. Pour une livraison à l'étranger, merci de consulter boutique.pourlascience.fr

Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) _____

Signature obligatoire :

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z



PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
ABONNEZ-VOUS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR

L'ESSENTIEL

● L'ordinateur quantique Sycamore, de Google, aurait calculé en 200 secondes ce qu'il aurait fallu 10 000 ans à un calculateur classique.

● Cette annonce, signifiant que la «suprémie quantique» est atteinte, ne fait pas consensus, notamment chez IBM, détenteur du plus rapide supercalculateur classique.

● Le débat porte essentiellement sur ce qu'il faut entendre par cette expression, et sur la nature des problèmes résolus.

● Il n'empêche, ce n'est de toute façon qu'une question de temps pour que l'ordinateur quantique dame le pion aux machines classiques.

L'AUTEUR



KEVIN HARTNETT
est journaliste
à *Quanta Magazine*.

Une suprématie contestée

Google et IBM, les deux principaux rivaux dans le domaine des calculateurs quantiques, s'opposent à coup d'annonces spectaculaires et contradictoires. Comment démêler le vrai du faux ?



Cet article a d'abord été publié en anglais par *Quanta Magazine*, une publication en ligne indépendante soutenue par la Simons Foundation afin de favoriser la diffusion des sciences : <http://bit.ly/QM-IBMGOO>

P

ar un matin du mois d'octobre 2019, des chercheurs de Google sont officiellement rentrés dans l'histoire de l'informatique. Ou pas...

Le géant de la technologie avait annoncé avoir atteint une étape majeure et depuis longtemps anticipée, nommée «suprémie

quantique». Il s'agit du tournant décisif à partir duquel un ordinateur quantique devient capable d'exécuter un calcul qu'aucun ordinateur ordinaire ne peut effectuer dans un temps raisonnable.

NON DE CODE SYCAMORE

Dans une étude publiée dans *Nature*, Google décrit une telle prouesse, accomplie par leur machine quantique dernier cri, au nom de Sycamore. Les ordinateurs quantiques ne sont pas encore développés au point d'être utilisables à des fins pratiques, mais ces résultats montrent qu'ils ont un avantage inhérent par rapport aux ordinateurs normaux pour certaines tâches.

Pourtant, IBM, le rival principal de Google dans ce domaine conteste l'annonce et affirme

