

Calcul Quantique

La nouvelle frontière pour l'industrie des semi-conducteurs

ÜTI Trend

Society

Transition

Digitalisation

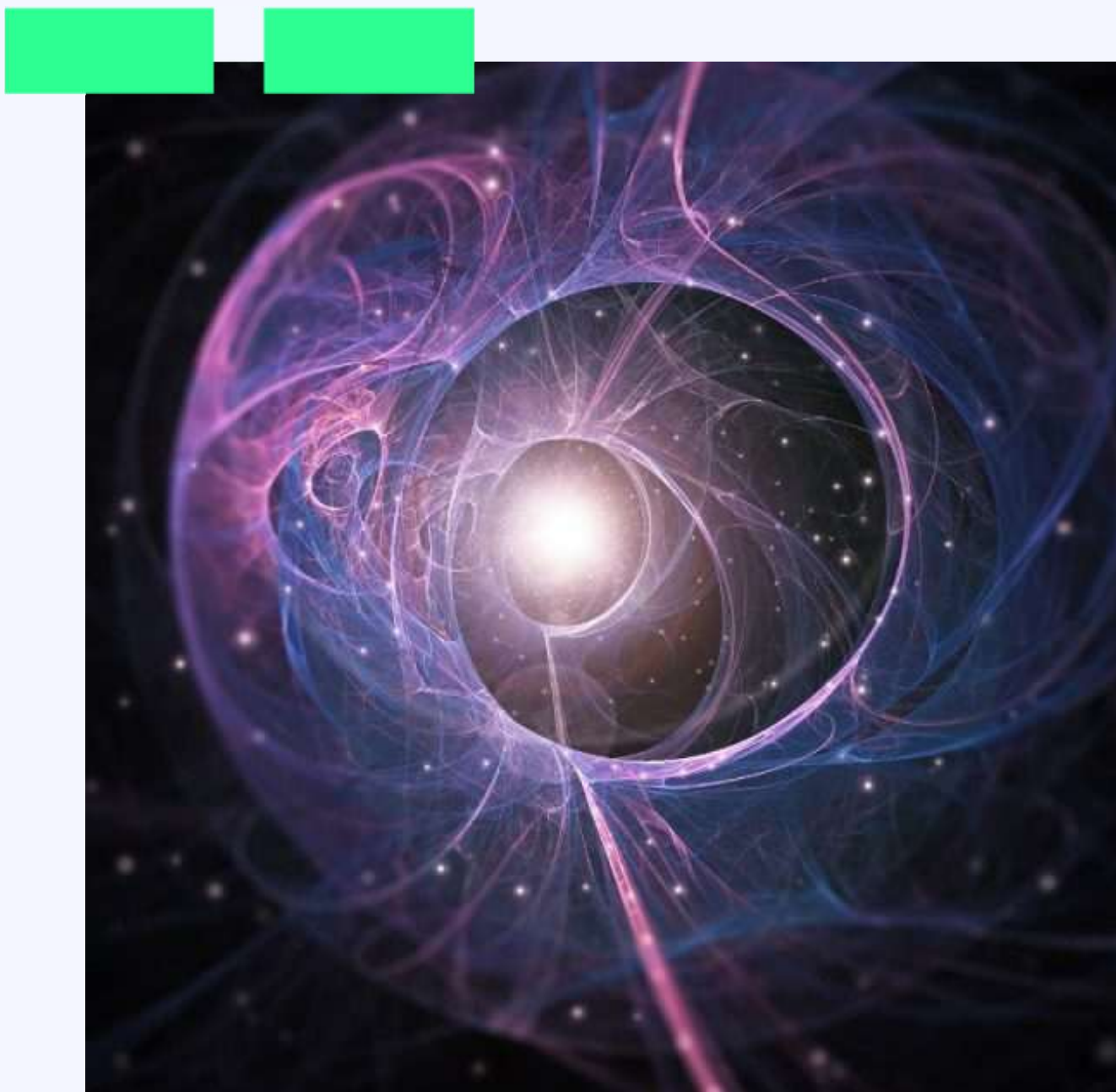
ÜTI Universe

Core

Satellite

ÜTI Cluster

AI, Data & Cloud



Les prémisses d'une nouvelle architecture de calcul

Contrairement à l'industrie des semi-conducteurs, où l'architecture CMOS s'est imposée comme standard depuis plusieurs décennies, l'industrie quantique ne dispose aujourd'hui d'aucune technologie dominante. Plusieurs approches concurrentes tentent de résoudre le même problème : créer des qubits suffisamment fiables, stables et évolutifs pour permettre l'émergence d'ordinateurs quantiques à grande échelle.

Les fondements du calcul quantique

La représentation de l'information sous forme d'onde

Les ordinateurs classiques reposent sur des semi-conducteurs, qui agissent comme des interrupteurs électriques. Ils ne peuvent avoir que de deux états possibles : allumé ou éteint. Cette logique binaire constitue la base de toute l'informatique moderne et permet de représenter l'information sous forme de bits, prenant la valeur 0 ou 1.

À l'échelle atomique, la physique obéit toutefois à des lois différentes. Les particules élémentaires, telles que les électrons ou les photons, ne possèdent pas toujours un état parfaitement défini avant d'être observées. Elles sont **décrites par une fonction d'onde représentant plusieurs états possibles et la probabilité associée à chacun d'eux.**

C'est cette propriété qui est exploitée par le calcul quantique. Au lieu d'utiliser un bit classique limité à deux états possibles, un ordinateur quantique utilise un qubit. Tant qu'il n'est pas mesuré, un qubit peut exister dans une combinaison de plusieurs états simultanément, phénomène appelé superposition quantique.

Cette capacité signifie **qu'il est possible de manipuler simultanément un ensemble de probabilités représentant différentes solutions potentielles** à un problème donné.

Des portes logiques aux portes quantiques

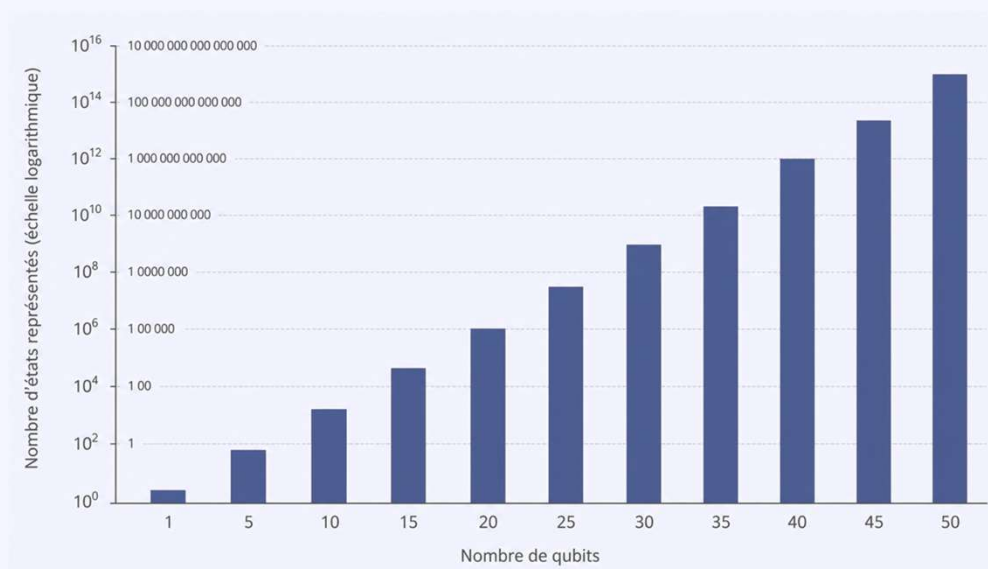
Un ordinateur ne réalise pas directement des calculs. Il applique une succession d'opérations élémentaires appelées **portes logiques**.

Une porte logique est simplement une condition qui transforme une information (ET/OU).

L'ensemble des logiciels modernes, des applications mobiles aux modèles d'intelligence artificielle, repose sur l'exécution de milliards de ces opérations élémentaires. Les processeurs classiques manipulent ainsi des états binaires parfaitement définis : chaque bit vaut soit 0 soit 1.

Le calcul quantique ne teste pas les solutions une par une, mais fait évoluer simultanément un ensemble de probabilités représentant plusieurs solutions potentielles. Les portes quantiques permettent alors d'amplifier progressivement les probabilités associées aux bonnes réponses (qbits) tout en réduisant celles des solutions incorrectes. **Chaque qubit supplémentaire double le nombre d'états pouvant être représentés.**

Explosion de l'espace des états représentables



Le calcul quantique n'a pas vocation à remplacer les processeurs, les GPU ou l'intelligence artificielle. **Le calcul quantique vise un ensemble plus restreint de problèmes, mais dont la complexité augmente de manière exponentielle avec leur taille.** Les ordinateurs quantiques devraient à terme devenir des accélérateurs spécialisés destinés à résoudre une catégorie limitée mais stratégique de problèmes aujourd'hui hors de portée des architectures conventionnelles.

La décohérence

La difficulté du calcul quantique ne réside pas dans la création d'un qubit mais dans sa stabilité.

Pour qu'un calcul quantique fonctionne, le qubit doit conserver son état quantique suffisamment longtemps pour exécuter une série d'opérations. Or ces états sont extrêmement fragiles. La moindre interaction avec l'environnement peut provoquer la disparition de la superposition quantique.

Ce phénomène, appelé décohérence, constitue aujourd'hui la principale limitation de l'industrie. La chaleur, les vibrations mécaniques, les champs électromagnétiques ou même certaines particules cosmiques peuvent perturber les qubits et introduire des erreurs dans les calculs.

Pour limiter ces perturbations, les systèmes quantiques sont placés dans des environnements extrêmement contrôlés : chambres sous vide, blindages électromagnétiques et systèmes cryogéniques capables d'atteindre des températures proches du zéro absolu. Les qubits supraconducteurs développés par IBM, Google ou Rigetti fonctionnent ainsi à des températures de l'ordre de 10 à 20 millikelvins, soit plus froides que l'espace intersidéral.

La maîtrise de la décohérence représente aujourd'hui l'un des principaux critères de différenciation entre les acteurs du secteur. Le calcul quantique suit désormais une trajectoire industrielle comparable aux débuts des semi-conducteurs.

Les différentes approches technologiques

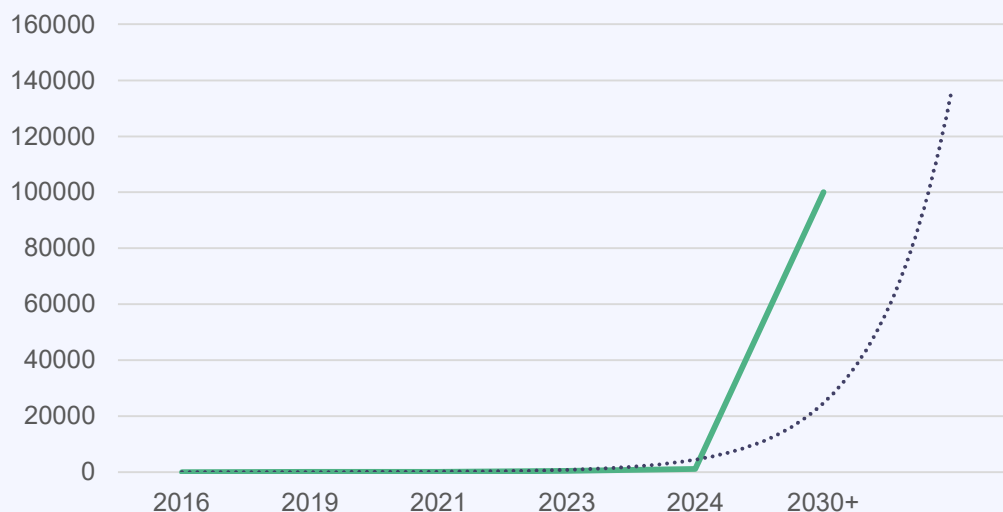
La course aux qubits

L'un des principaux défis du calcul quantique est qu'aucune architecture dominante ne s'est encore imposée. Contrairement à l'industrie des semi-conducteurs, qui s'est progressivement standardisée, plusieurs technologies de qubits sont aujourd'hui en concurrence et poursuivent le même objectif : **maintenir un état quantique suffisamment stable pour réaliser des calculs complexes tout en augmentant le nombre de qubits disponibles.**

Après plusieurs années de développement expérimental, les principaux acteurs ont franchi le seuil du millier de qubits et visent désormais des architectures comptant plusieurs centaines de milliers, voire plusieurs millions de qubits à l'horizon de la prochaine décennie. Cette montée en échelle constitue la condition indispensable à l'émergence d'ordinateurs quantiques capables de résoudre des problèmes industriels de grande ampleur.

À l'image de la loi de Moore pour les semi-conducteurs, **la course au quantique se mesure aujourd'hui principalement par la capacité des acteurs à augmenter le nombre de qubits tout en maintenant leur qualité.**

Evolution du nombre de qubits



Les différentes architectures de qubits

L'industrie quantique poursuit aujourd'hui quatre approches technologiques principales, chacune cherchant à résoudre le même problème : maintenir un état quantique suffisamment stable tout en augmentant le nombre de qubits disponibles.

- **Les qubits supraconducteurs**, utilisés par IBM, Google ou Rigetti, constituent aujourd'hui l'approche la plus mature industriellement. Ils reposent sur des circuits électriques supraconducteurs refroidis à quelques millikelvins et manipulés par des impulsions micro-ondes. Leur principal avantage réside dans leur **compatibilité avec les procédés de fabrication de l'industrie des semi-conducteurs**, ce qui facilite l'augmentation du nombre de qubits. Cette approche bénéficie ainsi des **investissements les plus importants du secteur**. En revanche, ces systèmes restent extrêmement sensibles au bruit et nécessitent des infrastructures cryogéniques complexes.
- Les **qubits à ions piégés**, développés notamment par **IonQ** et Quantinuum, privilégient la qualité à la quantité. Les qubits sont constitués d'atomes chargés maintenus dans le vide et contrôlés par laser. Cette technologie offre **aujourd'hui les meilleurs niveaux de fidélité et les durées de cohérence les plus élevées** du secteur, ce qui réduit significativement les erreurs de calcul. Son principal défi réside toutefois dans la difficulté à faire fonctionner simultanément un très grand nombre d'ions, ce qui pourrait limiter sa capacité à atteindre plusieurs millions de qubits à long terme.

- **Les architectures photoniques**, poursuivies notamment par PsiQuantum ou Xanadu, représentent **transportent l'information par des photons**, ce qui réduit fortement les problèmes de décohérence et permet un fonctionnement proche de la température ambiante. L'intérêt majeur de cette approche réside dans son potentiel de passage à l'échelle, les infrastructures photoniques étant naturellement adaptées aux communications à grande vitesse.
- **Le quantum annealing** est poursuivi par **D-Wave**. Contrairement aux architectures précédentes, ces systèmes ne visent pas le calcul quantique universel mais sont **spécialisés dans les problèmes d'optimisation**. Cette approche est aujourd'hui la plus proche d'applications commerciales concrètes, mais son champ d'application demeure beaucoup plus limité.

Comparaison des technologies quantiques

Technologie	acteurs	Principe physique	Fidélité des portes 2 qubits	Temps de cohérence	Nb. de qubits (2025)	Potentiel à échelle	Température	Position
Supraconducteurs	IBM , Google, Rigetti	Circuit supraconducteur + jonction Josephson	~99,5%-99,8%	100-400 μ s	156 (IBM), >1 000 annoncés	★★★★☆	~15 mK	Leader industriel actuel
Ions piégés	IonQ , Quantinuum	Atomes ionisés contrôlés par lasers	~99,8%-99,9%+	0,25 à 10 min	56 (Quantinuum)	★★★★☆	10 K à 300 K	Meilleure qualité de qubit
Photons	PsiQuantum, Xanadu	Photons dans circuits photoniques	~99% (probabiliste)	Quasi illimité	Faible aujourd'hui	★★★★★	Température ambiante	Plus fort potentiel long terme
Annealing	D-Wave	Qubits supraconducteurs spécialisés optimisation	N/A	N/A	>5 000 qubits	★★★★☆	~15 mK	Cas d'usage spécifiques

De la recherche à l'industrialisation

Les annonces récentes montrent que les investissements se déplacent de la recherche vers des projets commerciaux à grande échelle.

En mai 2026, le **Département du Commerce a annoncé un programme d'investissement de 2 milliards de dollars** destiné à soutenir plusieurs acteurs du secteur. Une part significative de ces financements est dirigée vers les technologies supraconductrices, avec notamment une enveloppe de 1 milliard de dollars attribuée à IBM pour la création de la première fonderie américaine dédiée à la production de wafers quantiques. GlobalFoundries a également reçu 375 millions de dollars afin de développer des capacités de fabrication.

IBM a annoncé parallèlement un programme d'investissement de 10 milliards de dollars sur cinq ans afin de développer son architecture "Starling" et de construire un ordinateur quantique à l'horizon 2029.

Les premiers signes de consolidation apparaissent. **IonQ** a annoncé l'acquisition de SkyWater Technology pour environ 1,8 milliard de dollars afin d'intégrer ses capacités de fabrication.

Projections financières du secteur

Société	Market cap actuelle	Revenus est.	Revenus pessimiste 2030	P/S implicite	Revenus optimiste 2030	P/S implicite
IonQ	26,8 Md\$	Guidance 2026 : ~260–270 M\$	1,25 Md\$	21,4x	5,0 Md\$	5,4x
Rigetti	8,6 Md\$	Q1 2026 : 4,4 M\$	0,5 Md\$	17,1x	2,0 Md\$	4,3x
D-Wave	11,1 Md\$	Q1 2026 : 2,9 M\$; bookings forts	0,5 Md\$	22,2x	2,5 Md\$	4,4x

Les valorisations actuelles des principaux acteurs du calcul quantique reposent sur des revenus futurs encore largement inexistants. Nos scénarios s'appuient sur un marché mondial du calcul quantique compris entre 10 Md\$ et 50 Md\$ à horizon 2030, supposant une accélération progressive des cas d'usage commerciaux.

Pour les leaders technologiques tels que **IonQ**, nous retenons des parts de marché comprises entre 10% et 20%. Pour les acteurs plus spécialisés ou plus spéculatifs comme **D-Wave** ou Rigetti, nous retenons des hypothèses comprises entre 2% et 10%.

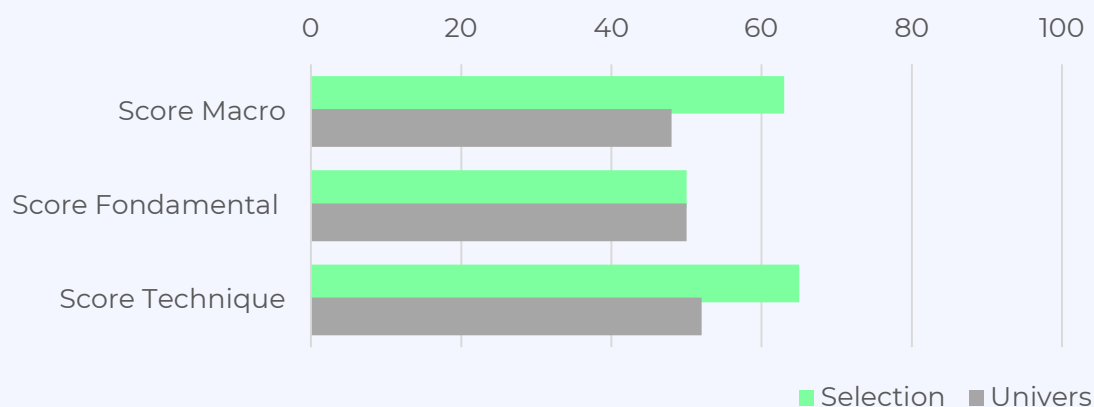
Sélection

Top picks

Notre sélection — **IBM, IonQ et D-Wave** — reflète des profils technologiques complémentaires au sein de l'univers des technologies quantiques.

ÜTI® Baromètre

AI, Data & Cloud



Disclaimer | This document is not intended for distribution to retail investors or U.S. investors, but is intended for the exclusive use of institutional investors acting on their own behalf and classified either as "eligible counterparties" or as "professional clients" within the meaning of the Financial Instruments Market Directive 2014/65/EU. This document may contain proprietary and confidential information and is therefore intended for distribution to authorized persons only. If you are not the intended recipient of this document, you must not distribute, modify, copy/plagiarize, or take action based on it. This content is not intended to be a solicitation or an offer of service; it is solely intended to inform professional investors. The information presented herein has been prepared with the utmost care. However, errors are possible. It is strongly recommended that the recipient of this document seek professional advice to discuss the risks associated with the activities described in this document. Prices and conditions of the product presented are indicative and subject to market fluctuations. ÜTI Collective SA reserves the right to modify the content and terms of this document at any time. ÜTI Collective SA assumes that all users understand the risks involved in the activities described in this document. All rights reserved.