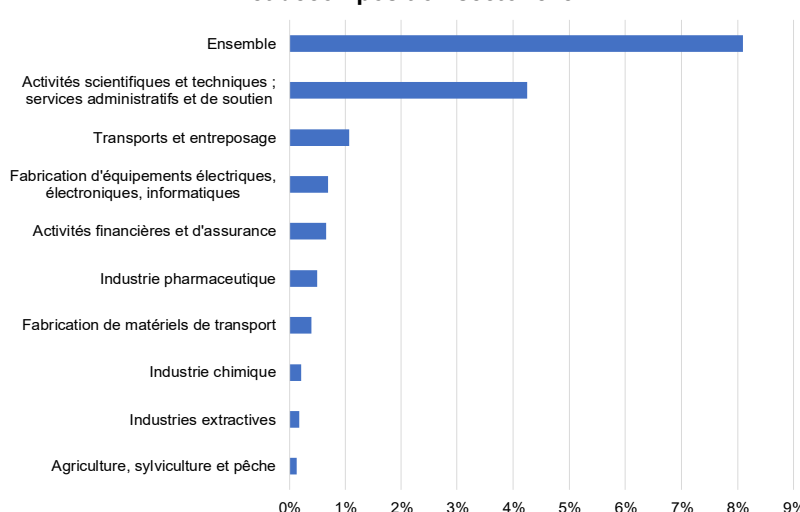


Calcul quantique : quels enjeux pour l'économie française dans ce secteur naissant ?

Thomas CHAMBRILLON, Jean-Baptiste AUGER

- Le calcul quantique suscite un intérêt croissant, tant scientifique qu'économique, illustré par l'attribution du Prix Nobel de physique 2025 au Français Michel Devoret, suivant celui d'Alain Aspect en 2023.
- Aujourd'hui, les ordinateurs quantiques demeurent au stade de prototype, et de fortes incertitudes subsistent quant aux conditions de leur maturité. Toutefois, les gains de productivité associés pourraient être importants – jusqu'à 8 % du PIB français à terme, selon des méthodologies prospectives et encore incertaines.
- Ces bénéfices seront inégalement répartis, se concentrant sur quelques secteurs où la technologie trouvera ses applications les plus puissantes : logistique, finance, pharmacie, chimie. L'adoption par les entreprises de ces secteurs sera déterminante pour que le potentiel du quantique se réalise.
- Aujourd'hui, l'innovation quantique est portée à la fois par de grands groupes du numérique, et par un tissu dynamique de start-ups. Cette coexistence stimule la concurrence et l'investissement. Toutefois, des dynamiques de consolidation sont déjà à l'œuvre, avec plusieurs acquisitions récentes. Ce mouvement pourrait, à terme, ériger des barrières à l'entrée et engendrer des effets de verrouillage similaires à ceux observés dans le secteur des puces pour l'intelligence artificielle – réduisant la contestabilité du marché et ralentissant la diffusion de la technologie.
- La France dispose d'atouts solides dans le secteur du calcul quantique : des laboratoires de rang mondial, un portefeuille de brevets parmi les plus denses d'Europe (rapporté au PIB), et plusieurs start-ups de premier plan. La Stratégie Nationale Quantique, lancée en janvier 2021 et financée dans le cadre du plan France 2030, vise à renforcer cet écosystème. Des freins structurels demeurent néanmoins, avec notamment un écart de financement qui se creuse avec les start-ups extra-européennes.

Impact potentiel du quantique sur le PIB français et décomposition sectorielle



Source : Oxford Economics (2025), Direction Générale du Trésor.

Note de lecture : La diffusion de calculateurs quantiques dans l'ensemble du secteur du transport et de l'entreposage permettrait des gains de productivité qui augmenteraient le PIB de 1,3 % à terme, au vu du poids actuel de ce secteur dans l'économie. La diffusion des calculateurs quantiques à l'ensemble de l'économie française pourrait augmenter le PIB de 8,0 %.

1. Les technologies quantiques, encore en développement, pourraient augmenter à terme la productivité de nombreux secteurs

Les technologies quantiques, c'est-à-dire exploitant les principes de la physique quantique, permettent de nouveaux cas d'usages dans trois champs d'application distincts : (i) la détection, champ le plus ancien (e.g. mesures de précision)¹, (ii) la communication (cryptographie, notamment pour la défense) et (iii) le calcul. En particulier, le champ du calcul vise à accélérer la résolution de calculs très complexes ne pouvant être effectués par des ordinateurs « classiques » (cf. Encadré 1).

L'adoption du calcul quantique permettrait des gains de productivité significatifs dans certains secteurs, en optimisant des processus de production aujourd'hui trop complexes pour être traités par le calcul classique. Cela s'applique notamment au transport de marchandises (e.g. optimisation des flux logistiques) ou aux échanges financiers (e.g. optimisation de prédiction de marché). Les technologies quantiques

pourraient aussi stimuler l'innovation, en particulier dans l'industrie pharmaceutique (e.g. découverte de nouvelles molécules).

Selon des méthodes prospectives (e.g. Oxford Economics²), l'adoption du calcul quantique pourrait ainsi engendrer à terme une augmentation du niveau du PIB de l'ordre de 8 % en France, (cf. Graphique de couverture). Ces méthodes – à considérer avec une certaine précaution – consistent à agréger les gains de productivité anticipés par secteur, chaque secteur étant pondéré par son poids actuel dans l'économie. Par exemple, les auteurs estiment que la diffusion des ordinateurs quantiques permettra aux travailleurs de l'industrie pharmaceutique d'accroître de 54 % leur productivité. En 2024, ce secteur représente 0,9 % du PIB français, et les gains liés à l'adoption des ordinateurs quantiques dans ce secteur permettraient donc d'augmenter le PIB français de 0,5 %.

Encadré 1 : En quoi un qubit permet-il de réaliser plus rapidement certains calculs informatiques ?

Le calcul et la communication quantique reposent sur le déploiement de « qubits », version quantique des « bits », éléments de base de l'informatique classique. Alors qu'un bit contient une information binaire (e.g. 1/0, vrai/faux ou allumé/éteint), un qubit contient d'autres types d'information grâce aux phénomènes de superposition^a et d'intrication^b, lui permettant d'effectuer des calculs plus complexes. En revanche, certains aspects du calcul quantique, comme la conservation de l'information, sont plus complexes qu'en informatique classique.

Huit supports sont principalement explorés pour développer des qubits (cf. Graphique 1), et constituent la principale différence technologique entre les différents producteurs.

a. Selon le principe de superposition (hérité de Schrödinger) un électron ou un photon peut exister simultanément dans plusieurs états.

b. L'intrication quantique renvoie à l'influence réciproque exercée par deux particules quantiques, sans lien direct entre elles.

Ces gains restent toutefois prospectifs et incertains. En effet, une forte incertitude demeure quant aux perspectives de développement du calcul quantique, s'agissant notamment du passage à l'échelle. Actuellement, l'état de l'art se limite à des prototypes ou à des ordinateurs opérant sur un nombre de « qubits » relativement faibles, ne leur permettant pas d'exploiter les pleines possibilités du calcul quantique³. Bien qu'il existe un consensus scientifique sur la faisabilité de technologies quantiques stables *in fine*, de nombreux désaccords subsistent – notamment parmi les industriels – quant à son échéance, son coût, et à la technologie la plus efficace (cf. Encadré 1).

En outre, l'impact du calcul quantique sur l'économie dépendra de l'ampleur et la vitesse de son adoption par les entreprises. En effet, le marché du calcul quantique devrait être essentiellement dirigé vers les entreprises à la différence de l'intelligence artificielle générative, dont le déploiement a été particulièrement accéléré par son usage grand public. Or, les investissements en recherche et développement de la part des producteurs, indispensables à la maturation de ces technologies, dépendent de la perspective de débouchés. Aujourd'hui, la demande d'ordinateurs quantiques est le fait d'entreprises particulièrement en pointe sur les sujets technologiques.

(1) Le microscope à effet tunnel, qui utilise l'effet quantique éponyme, a par exemple été inventé en 1981.

(2) Oxford Economics (2025), "Ensuring that the UK can capture the benefits of quantum computing".

(3) Les calculs sont encore simples. Par exemple la décomposition d'un nombre en facteurs premiers, clef en cryptographie, ne peut s'effectuer pour un nombre plus grand que 21, Skosana & Tame (2021), "Demonstration of Shor's factoring algorithm for N = 21 on IBM quantum processors".

2. Si le marché du quantique apparaît aujourd'hui relativement concurrentiel, la consolidation en cours pourrait modifier cet équilibre

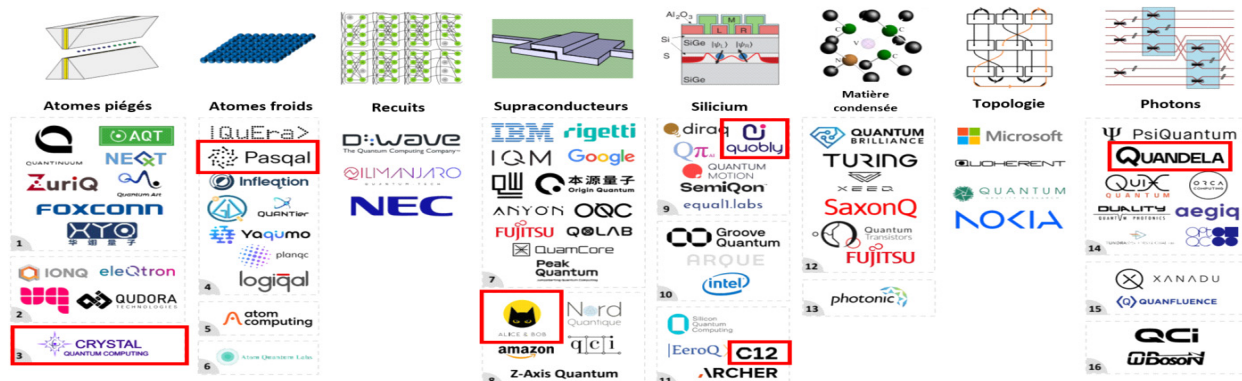
2.1 La concurrence actuelle entre start-ups et grands groupes, pourrait être réduite en cas de consolidation

Plusieurs start-ups et grands groupes du numérique cherchent à développer un ordinateur quantique. Les start-ups tendent à bousculer la position des acteurs établis – les avancées de pointe sur certains types de qubits encore au stade de recherche fondamentale en sont un exemple (cf. Graphique 1). Toutefois, les grands groupes participent aussi à l'innovation, notamment pour les ordinateurs à supraconducteurs. Ces acteurs disposent en effet de capacités de financement et de R&D importantes, d'un accès privilégié aux fournisseurs de matières premières critiques et technologies habilitantes, et d'un réseau de clientèle établi⁴. Cette situation favorise à la fois

l'investissement (en premier lieu par les grands groupes) et l'innovation (en partie soutenue par les start-ups).

Le relatif équilibre observé jusqu'alors pourrait être rapidement modifié du fait d'acquisitions – entre start-ups⁵ ou par des grands groupes. Cette dynamique de consolidation peut être simplement le résultat de dynamiques de marché où les économies d'échelle sont importantes sur des technologies naissantes⁶. Toutefois, une consolidation peut rapidement renforcer les barrières à l'entrée et entraîner des effets de verrouillage notamment technologiques, liés par exemple aux couches logicielles intermédiaires permettant d'exploiter efficacement ces ressources⁷, limitant l'intérêt des start-ups à investir et empêchant potentiellement l'émergence des technologies les plus innovantes.

Graphique 1 : Cartographie des principales entreprises productrices de calculateurs quantiques par technologie (françaises encadrées)



Source : Olivier Ezratty, *Understanding Quantum Technologies – Eighth Edition*.

2.2 Ces dynamiques de consolidation pourraient limiter *in fine* les gains économiques associés, notamment si les entreprises domestiques sont évincées du marché

Un marché trop concentré pourrait conduire à une tarification élevée, qui limiterait la diffusion du quantique et donc les gains de productivité associés. À titre illustratif, une majoration du prix des qubits de l'ordre de 40 % réduirait les quantités demandées par

les secteurs utilisateurs de l'ordre 30 %⁸. Dans cette situation, le développement du quantique augmenterait le PIB français non plus de 8 % comme en concurrence parfaite (cf. *supra*), mais de 5,7 % environ.

Cette situation concurrentielle renforce les enjeux liés au positionnement de la France et de l'Europe sur cette technologie. Au-delà des enjeux de limitation des dépendances et de souveraineté, liés aux usages à la fois civils et militaires du quantique, la concentration de marché creuse l'écart de richesse entre les pays

(4) Cf. Quantum.intel, Avril 2026, Quantum Computing Hits Commercial Turning Point in 2026.

(5) E.g. rachat de Oxford Ionics en 2025 par IonQ, pour 1 075 M\$, la plus grosse opération sur le secteur.

(6) Cf. Auger J.-B., Villani E. (2026), « Quelle politique de concurrence pour favoriser la croissance en France et en Europe ? », *Trésor-Éco*, n° 381.

(7) À l'instar des puces utilisées pour l'entraînement des IA, cf. Autorité de la concurrence, Avis 24-A-05 du 28 juin 2024.

(8) En appliquant l'élasticité-prix de la demande (estimée à 0,7 par Jiang Q. et al. (2016), "Price Elasticity in the Enterprise Computing Resource Market") à une hausse de prix estimée à partir de l'augmentation de la marge brute de Nvidia avant et après 2023. Calculs : DG Trésor.

producteurs d'une technologie et les pays qui n'en sont qu'utilisateurs : ce cas de figure, observé par le passé sur le secteur numérique (comme rappelé par le rapport de M. Draghi⁹), pourrait s'observer également dans le futur. Inversement, ces nouvelles technologies représentent une opportunité pour favoriser la croissance : à titre d'illustration, le marché mondial de

l'ordinateur quantique, estimé à 107 Md€ environ¹⁰, représenterait de l'ordre de 3 à 4 % du PIB français. Si le marché se structure autour d'un faible nombre d'entreprises, disposer d'une ou plusieurs entreprises françaises aurait ainsi un impact direct non négligeable sur l'activité nationale.

3. La France dispose de plusieurs atouts devant être consolidés pour lui permettre de conserver sa place au niveau mondial

La France occupe une position reconnue en amont de la chaîne de valeur, portée par des laboratoires de référence mondiale (e.g. CEA-Leti, Inria, etc.), et par des ponts institutionnels entre académiques et industriels créés dans le cadre de la Stratégie Nationale Quantique (France 2030). L'ensemble de cet écosystème a permis la création de nombreuses start-ups, dont celles sélectionnées par la première phase du programme Proqima (cf. *infra*) Alice & Bob, C12, Quandela, Quobly, et Pasqal – couvrent les principales approches technologiques pouvant permettre la construction de qubits stables.

Pourtant, certains freins structurels en Europe risqueraient de limiter la capacité des start-ups à réussir leur passage à l'échelle industrielle¹¹. Le premier est le financement : jusqu'à fin 2025, les trois start-ups européennes les plus capitalisées dans le secteur du calcul quantique avaient levé en moyenne 295 M€, contre 1,7 Md€ pour les trois premières start-

ups américaines. Plusieurs initiatives ont déjà été engagées pour atténuer cet écart, notamment sur fonds publics, comme le programme Proqima (doté de 500 M€, piloté par la Direction générale de l'armement) qui finance les start-ups françaises les plus avancées en conservant les technologies les plus avancées à chaque étape du programme. Concernant le soutien aux investissements privés, des mécanismes de « fonds de fonds » publics et la mobilisation d'investisseurs institutionnels privés (initiative Tibi) cherchent à structurer un écosystème de financement technologique, que renforcent les initiatives européennes de financement des champions technologiques (European Tech Champion Initiative). Le deuxième frein identifié est la fragmentation du marché européen, notamment entre les régimes juridiques des États membres, que la Commission européenne cherche à réduire via la proposition de « 28^e régime » (EU Inc.) qui serait commun pour les sociétés innovantes européennes.

(9) Rapport de Mario Draghi à la Commission Européenne, 2024 : Le futur de la compétitivité européenne.

(10) McKinsey (2025), Quantum Technology Monitor.

(11) Cette difficulté concerne plus largement les entreprises de la deep tech. Voir le Rapport Noyer Kukies (2026), « Financer l'innovation européenne et renforcer l'Union de l'épargne et de l'investissement ».

Éditeur :

Ministère de l'Économie,
des Finances et de la
Souveraineté industrielle,
énergétique et numérique
Direction générale du Trésor
139, rue de Bercy
75575 Paris CEDEX 12

Directeur de la Publication :

Dorothee Rouzet
tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

Mise en page :

Maryse Dos Santos
ISSN 1777-8050
eISSN 2417-9620

Derniers numéros parus

Avril 2026

N° 387 Comment définir les aides publiques aux entreprises

Diego Renaud, Johan Seux

N° 386 Le nouveau cadre budgétaire européen, de la négociation à la mise en œuvre

Emmanuel Bordellès-Viala, Jacques De la Rue du Can

N° 385 Perspectives mondiales au printemps 2026 : L'économie mondiale à l'épreuve d'un nouveau choc énergétique

Bureaux de la DG Trésor en charge des prévisions internationales

<https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/tags/Tresor-Eco>



Direction générale du Trésor



@DGTresor

Pour s'abonner à Trésor-Éco : bit.ly/Trésor-Eco

Pour toute demande presse, merci de vous adresser à presse@dgtresor.gouv.fr (01 44 87 73 24)

Ce document a été élaboré sous la responsabilité de la direction générale du Trésor et ne reflète pas nécessairement la position du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique.