Cour des comptes

ENTITÉS ET POLITIQUES PUBLIQUES

LE SOUTIEN À L'INFORMATIQUE QUANTIQUE : PREMIER BILAN ET PERSPECTIVES

Rapport public thématique

Synthèse

Juillet 2026

AVERTISSEMENT

Cette synthèse est destinée à faciliter la lecture et l'utilisation du rapport de la Cour des comptes.

Seul le rapport engage la Cour des comptes.

Les réponses des administrations, des organismes et des collectivités concernés figurent en annexe du rapport.

Sommaire

1 Les promesses de l'ordinateur quantique, enjeu majeur de souveraineté 5

2 Premier bilan : des succès fragiles 7

3 Perspectives : des arbitrages budgétaires et des choix stratégiques nécessaires 11

Recommandations 14

1 Les promesses de l'ordinateur quantique, enjeu majeur de souveraineté

Les technologies quantiques actuelles, issues de premières découvertes réalisées au début du XX^{ème} siècle, relèvent de plusieurs domaines très différents. Elles reposent toutes sur le comportement de la matière à l'échelle atomique. À cette échelle, en effet, les objets étudiés présentent des propriétés qui n'existent pas au niveau macroscopique, notamment la superposition d'états.

L'ordinateur quantique est l'une de ces technologies. Sa mise au point ouvre la perspective d'une avancée majeure dans le traitement de l'information en exploitant les principes de la mécanique quantique pour accomplir des tâches allant bien au-delà des capacités des ordinateurs classiques. Contrairement aux *bits* traditionnels, les qubits peuvent exister dans un état de superposition, ce qui leur permet de représenter simultanément 0 et 1. Cette propriété unique ouvre la voie à un calcul parallèle, dans le cadre duquel plusieurs solutions peuvent être explorées simultanément. De nombreux domaines requérant des calculs longs et complexes (simulations, chimie et mécanique, modélisation climatique, intelligence artificielle, transports, cryptographie, etc.) tireront profit de cette très importante amélioration des capacités de calcul. Les implications en matière de souveraineté sont majeures.

La recherche en informatique quantique recouvre aujourd'hui deux grands domaines (cf. l'annexe n° 2) :

– le *hardware*, ou plateforme : ces constructions matérielles doivent permettre la réalisation d'un processeur viable, capable de réaliser des tâches complexes rapidement et de façon fiable. Il existe aujourd'hui six grandes technologies concurrentes d'ordinateurs quantiques (parfois regroupées en cinq catégories), dont quatre sont explorées par des entreprises fondées en France. Les verrous technologiques qui subsistent ne permettent pas de déterminer aujourd'hui celle qui s'imposera[1] ;

– le *software*, ou pile logicielle : ce second domaine recouvre les travaux portant sur la création d'algorithmes ainsi que les *clouds*. Les recherches correspondantes sont conduites parallèlement à la réalisation des plateformes techniques.

Le périmètre de l'enquête de la Cour inclut les technologies nécessaires à la réalisation d'un ordinateur quantique, comme les cryostats ou les lasers.

1. Un glossaire figurant en annexe du rapport offre des précisions sur les principaux termes techniques du domaine.

Les promesses de l'ordinateur quantique, enjeu majeur de souveraineté

Celles de ces technologies qui sont indispensables au fonctionnement d'un tel équipement sont qualifiées d'habilitantes (l'annexe n° 3 précise la méthodologie retenue pour identifier les projets et les financements spécifiques au calcul quantique par rapport aux autres technologies quantiques).

Bien qu'en pleine expansion, la R&D en informatique quantique rencontre encore des obstacles nécessitant des interactions significatives avec des recherches plus fondamentales. Par de nombreux aspects, la marche vers l'ordinateur quantique s'apparente ainsi à la conquête spatiale ou à la maîtrise de l'atome. Les défis posés sont à la hauteur des bouleversements attendus.

2 Premier bilan : des succès fragiles

L'ordinateur quantique est d'ores et déjà une réalité : certains modèles sont commercialisés et les jalons des feuilles de route des principales entreprises sont tenus. Il est donc raisonnable de penser qu'un ordinateur de puissance suffisante émergera entre 2030 et 2035 alors même que subsistent encore aujourd'hui des verrous scientifiques et technologiques.

Le marché très étroit des ordinateurs quantiques implique cependant une rationalisation à l'échelle européenne des nombreuses *startups* du calcul quantique. En effet, ces dernières ne seront pas rentables et viables à l'échelle du seul marché français. Leur survie constitue néanmoins pour notre pays un enjeu de souveraineté, alors que la phase de concentration et parfois de prédation de ces entreprises a commencé.

La France a plusieurs atouts pour s'imposer dans le calcul quantique :

– elle bénéficie d'une recherche variée et performante, de formations de haut niveau, d'entreprises solides et compétitives dans trois technologies différentes, de quelques *startups* prometteuses dans deux autres technologies et dans les logiciels ainsi que d'une entreprise intégratrice dont une partie du capital est détenu par l'État. Les dispositifs de soutien public ont ainsi fait émerger un tissu de *startups* dynamique. Trois d'entre elles ont atteint un niveau de maturité technologique qui les place au seuil de la commercialisation et bénéficient d'une implantation internationale tant en termes de marché que de production. Le rapport Forteza[2] a toutefois souligné le paradoxe que constitue la coexistence de cette excellence académique et d'un investissement insuffisant dans la recherche fondamentale comme dans la recherche et développement (R&D) et l'innovation ;

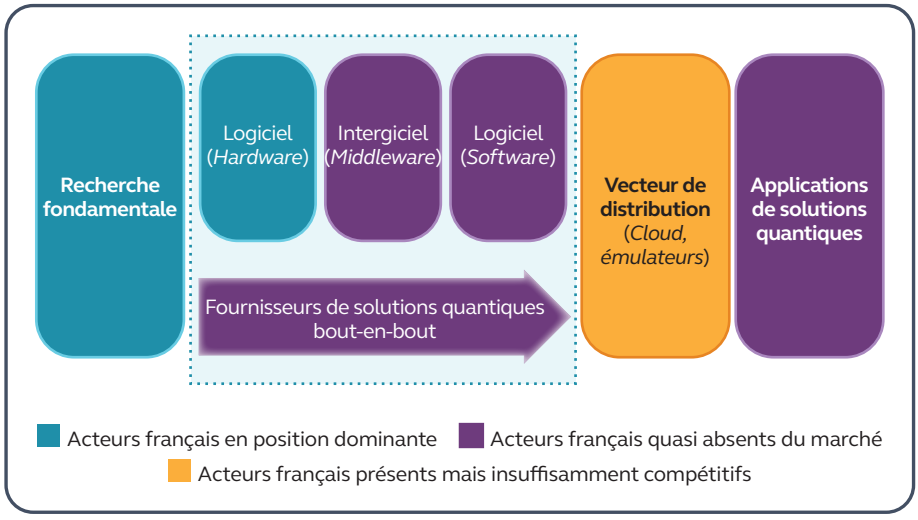
– l'enquête a mis en évidence la qualité de la gestion des fonds alloués au quantique, grâce à une gouvernance centralisée et à une stratégie équilibrée, même si le rapport préconise un ajustement sur le volet logiciel et architecture. La stratégie nationale quantique (SNQ), suivie par le SGPI, structure l'effort national sur l'ensemble de la chaîne de valeur, de la recherche fondamentale jusqu'aux applications industrielles, avec un accent particulier sur l'informatique quantique. Sur la période de 2020

2. *Quantique, le virage technologique que la France ne ratera pas*, rapport produit par Mme Paula Forteza, députée des Français de l'étranger, M. Jean-Paul Herteman, ancien PDG de Safran et M. Iordanis Kerenidis, directeur de recherche au CNRS, dans le cadre d'une mission parlementaire confiée à Mme Forteza par le Premier ministre, novembre 2019.

à 2025, elle a été dotée de 1,8 Md€ d'investissements, dont 1,5 Md€ de fonds publics, parmi lesquels 1 Md€ a été consacré à l'informatique quantique ;

– enfin la filière bénéficie du coût modéré de l'électricité en France par rapport à la moyenne des pays de la zone euro, ainsi que des choix technologiques relativement frugaux qui ont été faits en matière de consommation énergétique.

Le positionnement des acteurs français sur la chaîne de valeur quantique



Source : Quantique, vers une logique de marché, *Institut Montaigne, oct. 2024*

Cependant elle fait face à plusieurs vulnérabilités :

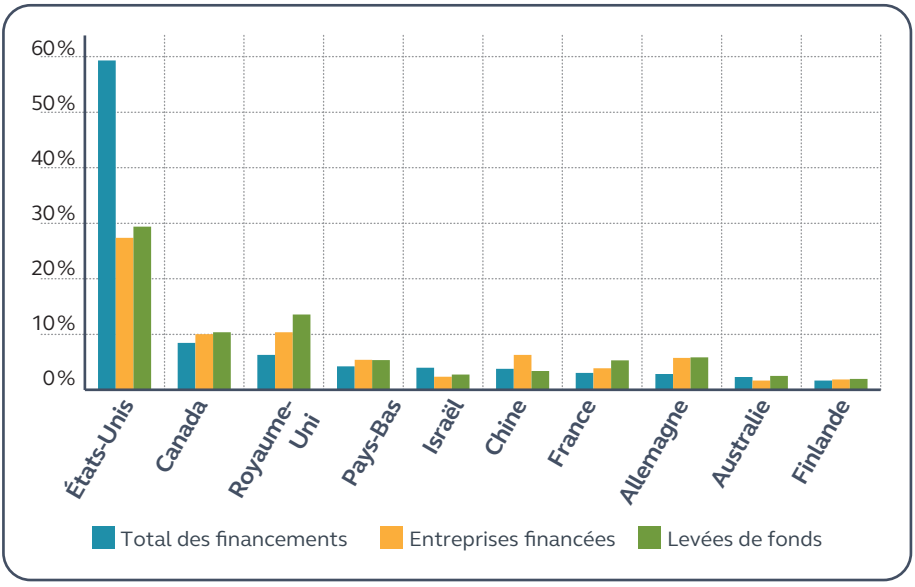
– la difficulté pour les entreprises à se capitaliser leur fait prendre du retard et pourrait en faire des proies pour les acteurs d'autres pays disposant de liquidités importantes. Plusieurs études ont souligné la difficulté de la France et de l'Europe à financer le « passage à l'échelle ». La fragmentation des marchés européens contribue à cette situation ;

– la filière française souffre également d'un déficit d'investissement privé, les acteurs privés européens ayant une aversion au risque plus importante que leurs homologues nord-américains. Si les soutiens publics étaient indispensables pour amorcer la phase d'impulsion, les montants nécessaires pour passer à la phase industrielle excèdent désormais les capacités financières de l'État. La mobilisation d'importants financements privés devient donc un enjeu crucial. Or il n'existe qu'un seul fonds privé français de capital-risque spécialisé dans le financement des technologies quantiques ;

– le succès de la filière repose également sur la coopération très forte

entre recherche publique et recherche privée, recherche fondamentale et recherche appliquée. Cet équilibre vertueux est fragile et la question de la mise en place d'infrastructures performantes et partagées requiert également dès à présent une réflexion collective.

Financement des principaux concurrents dans les technologies quantiques

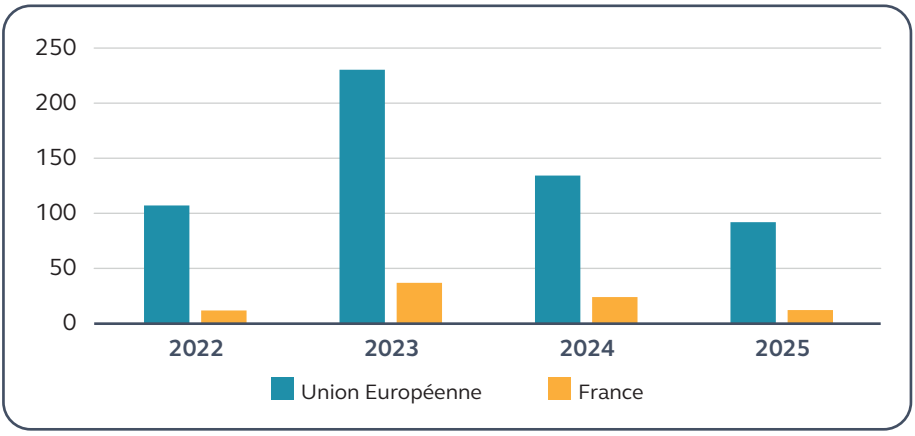


Source : Mapping the global quantum ecosystem, *2025, OCDE. Le « financement total » désigne la position relative de chaque pays par rapport à l'ensemble des financements des entreprises quantiques dans le monde. Les «levées de fonds » correspondent à la proportion des investissements directs étrangers captés par chaque pays. Enfin, le terme « entreprises financées » fait référence à la proportion des entreprises phares du secteur quantique d'un pays donné, par rapport au total mondial des entreprises qui ont obtenu une forme quelconque de financement.*

3 Perspectives : des arbitrages budgétaires et des choix stratégiques nécessaires

Au niveau européen, l'orientation des investissements sur la *midtech* plutôt que sur la *deeptech*[3] entretient un déficit durable d'investissement dans les technologies de rupture, qui sont pourtant celles dont l'impact économique est le plus fort sur le long terme. En effet, selon la loi des rendements décroissants, les technologies de rupture offrent des rendements nettement plus importants que les améliorations apportées à des technologies déjà maîtrisées. L'avantage comparatif de bénéficier d'un monopole sur une technologie de rupture, même pendant une durée assez brève, justifie donc de s'engager dans une véritable « course » à la réalisation de ce type d'innovation.

Financements, tous guichets confondus, attribués par l'UE à la France et à l'ensemble des pays européens sur l'informatique quantique et les technologies habilitantes (en M€)



Source : Cour des Comptes, à partir de la base de données E-cordis (2021-2025)

3. Fuest C., Gros D., Mengel PL., Presidente G., Tirole J. (2024), *EU Innovation Policy: How to Escape the Middle Technology Trap*, *EconPol. Policy Reports*. La *midtech*, ou technologie intermédiaire, désigne les équipements nécessitant un niveau de technologie bien maîtrisée, comme l'automobile. La *deeptech*, ou technologie de rupture, correspond à des innovations souvent issues de la recherche fondamentale, comme l'IA.

Perspectives : des arbitrages budgétaires et des choix stratégiques nécessaires

De fait, la compétition dans les technologies quantiques, et en particulier pour la production d'un ordinateur quantique qui soit rentable, est aiguë entre les grandes puissances industrielles. Tous les pays qui en ont les moyens financent des projets et ont formalisé une stratégie nationale quantique au cours des cinq dernières années. Les investissements publics et privés connaissent une accélération significative dans l'ensemble des pays développés, en parallèle de la courbe ascendante des dépôts de brevets.

Le Congrès américain a voté le 21 mai 2026 un soutien de 2 Md$ à l'informatique quantique en ciblant neuf entreprises. Le lendemain, à l'occasion d'un discours prononcé au Très grand centre de calcul (TGCC) sur le site du CEA à Bruyères-le-Châtel, le Président de la République a annoncé une nouvelle enveloppe de 1 Md€ pour investir dans l'ensemble des technologies quantiques via les fonds du plan *France 2030*, dont proviennent déjà la majorité des ressources allouées. Les modalités de mise en œuvre et la déclinaison opérationnelle de ce nouvel effort en faveur des technologies quantiques n'avaient pas encore été précisées à la date de finalisation du présent rapport.

Pour l'heure, contrairement à d'autres pays, la France a fait le choix de l'autonomie stratégique en soutenant l'ensemble de la filière. Cependant, alors que ses ressources sont limitées, ce qui rend indispensable la mobilisation de capitaux privés, elle va devoir choisir entre trois voies budgétaires :

– maintenir les financements à leur niveau actuel et les sécuriser au-delà de 2025, voire 2030, au risque que le décalage avec des besoins grandissants n'aboutisse à la captation de la valeur créée par des entreprises étrangères ;

– augmenter les moyens alloués afin de soutenir la guerre d'attrition qui s'est engagée et éviter la prise de contrôle des entreprises ou l'exploitation des résultats publiés en recherche fondamentale par des pays concurrents. Cela suppose des choix difficiles, à réaliser au détriment d'autres politiques publiques, et reste conditionné au maintien de dispositifs ciblés pour éviter le saupoudrage ;

– réorienter les moyens alloués vers d'autres priorités en *deeptech* et donc assumer le risque d'une perte de souveraineté sur l'ordinateur quantique.

Ce choix devra être fait alors que l'ampleur des financements nécessaires n'est pas et ne sera pas compensée par l'intervention de l'Union européenne, malgré les annonces attendues dans le cadre du *Quantum European Act*, un projet de loi qui s'inscrit dans la continuité de la stratégie quantique européenne adoptée en 2025 par la Commission européenne.

Il serait pertinent de combiner les deuxième et troisième scénarios en nouant des partenariats avec des pays choisis. Cela suppose toutefois de soigneusement identifier les partenaires potentiels car nombreux sont ceux qui assument une intégration très forte avec les États-Unis ou dont le modèle repose sur des conceptions de la souveraineté différentes de celle de la France. Ainsi, la souveraineté peut être comprise

prioritairement comme la création d'emplois sur le sol national ou avant tout comme une autonomie de décision.

On estime qu'environ 80 % des composants utilisés par les producteurs français d'ordinateurs quantiques sont issus du marché européen. Seuls les États-Unis et la Chine ont les moyens d'une autonomie stratégique, sur le territoire national, pour l'ensemble des technologies quantiques. La France doit donc envisager un ou plusieurs partenariats incluant un partage de la valeur, en étant vigilante sur l'équilibre de ce partage.

Comme les autres puissances moyennes, la France devra par ailleurs assumer un choix stratégique pour orienter le soutien public à la filière. Sur ce plan également, plusieurs options s'offrent à elle :

– celle de la spécialisation sur un segment particulier des technologies quantiques, voire du calcul quantique, qu'ont fait plusieurs États européens comme les Pays-Bas ou la Finlande ;

– le choix, retenu par le Royaume-Uni, consistant à se positionner sur une fonction de *hub* ;

– l'option d'une dépendance technologique assumée à l'égard d'un acteur extérieur dominant, vers laquelle s'orientent plusieurs pays à l'égard des États-Unis.

D'autres stratégies, non mises en œuvre à ce stade, sont sans doute imaginables. Cependant, tout soutien devra être réalisé en poursuivant un objectif stratégique clairement identifié afin que les financements publics consacrés à l'émergence d'une filière ne soient pas captés par d'autres puissances.

Recommandations

1. Veiller à ce que l'effort supplémentaire de financement du soutien de l'État à l'informatique quantique de 1 Md€, annoncé pour les cinq prochaines années, ait bien un effet de levier à travers le secteur privé et en renforçant la contribution du ministère des armées (*SGPI, ministère des armées et des anciens combattants, 2026*).

2. Dans le soutien apporté au secteur privé, augmenter le poids des avances remboursables par rapport aux subventions et recourir davantage à la commande publique au travers du programme *PROQCIMA* afin de faciliter la consolidation des entreprises (*SGPI, ministère des armées et des anciens combattants, 2026*).

3. Renforcer le suivi consolidé de tous les financements, transversaux par nature, tant dans leur destination que dans leur origine (*SGPI, 2026*).

4. Dès la rentrée 2027, renforcer l'offre de formation sur les volets « architecture », « correction d'erreurs » et pile logicielle, ainsi que sur l'articulation entre informatique classique et calcul quantique (SGPI, ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'espace).

5. Assurer un suivi exhaustif et à jour des entreprises du secteur stratégique du quantique en coordination avec le SGPI (*ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle, énergétique et numérique, 2026*).

6. Construire d'ici 2028 des partenariats industriels ciblés à l'échelle européenne, le cas échéant avec une spécialisation par pays, par exemple sur des technologies complémentaires (*SGPI, 2028*).

La présente synthèse ainsi que l'intégralité du rapport
« Le soutien à l'informatique quantique : premier bilan et perspectives »
sont disponibles sur le site internet de la Cour des comptes :
www.ccomptes.fr

Cour des comptes
13, rue Cambon
75100 Paris Cedex 01
Tél. : 01 42 98 95 00
www.ccomptes.fr