

Quantum Act : réponse du CEA

Date d'émission : Décembre 2025

Résumé

Le CEA salue l'ambition de la Commission européenne de renforcer la position de l'UE dans les technologies quantiques. Ces technologies seront transformationnelles, et l'UE doit faire émerger ses propres champions industriels si elle veut préserver sa compétitivité et sa souveraineté. Une telle ambition nécessite de rester à l'état de l'art de la recherche à la fois fondamentale et appliquée.

En matière de gouvernance, le CEA souhaite tirer les enseignements des expériences précédentes pour définir une structure qui permette :

- de conserver la cohérence de la communauté quantique ;
- de trouver un équilibre entre le financement des infrastructures et le financement de la R&D ;
- de financer à 100% les activités de R&D sur les TRL bas et moyens selon un mécanisme déjà usité pour la Chips JU ;
- de limiter l'accès des Etats tiers aux projets quantiques européens en fonction de leur sensibilité ;
- d'assurer la cohérence des feuilles de route HPC, Chips et Quantique, au travers d'un organe de type Conseil stratégique.

Le CEA relève que l'écosystème européen du quantique repose actuellement très majoritairement sur des start-ups et des infrastructures publiques, opérées par des organismes de recherche publics. L'UE doit soutenir ces acteurs. Pour les start-ups, ce soutien doit s'appuyer sur de la commande publique et un accès *seamless* aux infrastructures publiques au sein de toute l'UE.

En complément, tous les utilisateurs finaux (start-ups, comme PME ou grands industriels), avec le soutien et l'expertise des organismes de recherche, doivent pouvoir tester des solutions quantiques dans des infrastructures ouvertes. Ainsi, le Quantum Act doit également capitaliser sur les lignes pilotes conventionnelles du Chips Act, puisque certaines technologies quantiques (supraconducteurs, spin, photonique) sont compatibles avec les fonderies conventionnelles et peuvent en tirer parti.

Afin de créer des conditions de marché favorables, l'UE doit consacrer législativement les principes de préférence européenne et de première exploitation en Europe.

En matière de technologies, le soutien européen doit s'étendre sur l'ensemble de la chaîne de valeur des technologies quantiques, depuis les technologies habilitantes jusqu'à une plateforme européenne de conception quantique (*Quantum EDA*). Il faut par ailleurs faciliter l'accès aux capacités de calcul quantique, afin d'être en mesure d'identifier, de développer et de tester de nouveaux cas d'usages appliqués au domaine quantique.

Enfin, le développement de normes et de standards européens adaptés aux différents cas d'usage permettra de faciliter la collaboration et l'interopérabilité de différents systèmes quantiques.

Introduction

Le CEA salue l'ambition de la Commission européenne de renforcer la position de l'UE dans les technologies quantiques. Ces technologies seront transformationnelles, et l'UE doit faire émerger ses propres champions industriels si elle veut préserver sa compétitivité et sa souveraineté. Une telle ambition nécessite impérativement dans le domaine quantique, d'une part, de rester à l'état de l'art de la recherche à la fois fondamentale et appliquée et, d'autre part, un soutien qui doit nécessairement être coordonné à l'échelle européenne.

Cela implique la création d'un environnement propice à la recherche fondamentale et appliquée, l'industrialisation des technologies et la montée en puissance des start-ups.

1 Pilier 1 : Intégrer un écosystème d'innovation fragmenté

1.1 Gouvernance européenne pour le quantique

Dans la gouvernance actuelle, les activités quantiques de RD&I sont financées par le Cluster 4 d'Horizon Europe. La Chips JU finance également 6 lignes pilotes quantiques (une par technologie), pour un budget d'environ 400 millions d'euros financé à 50% par les Etats-membres.

Le CEA relève la volonté de la Commission de pérenniser le transfert à la JU EuroHPC de l'ensemble des activités quantiques d'Horizon Europe. Sans être opposé au principe d'un tel transfert à la JU EuroHPC, le CEA relève les écueils suivants, qu'il convient d'éviter :

- La JU EuroHPC a vocation à soutenir le calcul haute performance et le transfert des activités de calcul quantique vers celle-ci apparaît ainsi pertinent. La pertinence du transfert des communications et des capteurs est moins évidente. Cependant, il pourrait être malavisé de fragmenter la communauté quantique sur plusieurs JU ou programmes distincts, en n'intégrant que le calcul à la JU EuroHPC. La structure de l'instrument qui sera choisi doit permettre de conserver la cohérence de la communauté quantique ;
- Que ce soit dans la JU EuroHPC ou dans tout autre instrument dédié, il conviendra de trouver un équilibre entre le financement des infrastructures et le financement de la R&D. En effet, le degré de maturité est moins avancé pour le quantique que pour l'IA et le HPC. Un transfert à la JU EuroHPC doit permettre à la fois un soutien fort et durable à la R&D (amont et exploratoire) et l'acquisition de technologies et d'équipements issus de la maturation de la R&D, sur la base d'une répartition de financements équilibrée ;
- Le taux de financement par défaut des JU est de 50%. Le CEA appelle à ce qu'une JU quantique finance à 100% les activités de R&D sur les TRL bas et moyens selon un mécanisme déjà usité pour la Chips JU ;

- Étant donné la sensibilité et le caractère fondamentalement dual des technologies quantiques, le CEA préconise de s'inspirer de la gouvernance établie dans le « European Cybersecurity Competence Centre » (ECCC) vis-à-vis du rôle des Etats Membres, et de contrôler l'accès des Etats tiers aux projets quantiques européens en fonction de l'intérêt de s'ouvrir vers l'extérieur, ou au contraire de restreindre l'accès aux seuls Etats membres de l'UE. A ce jour, la JU EuroHPC compte 37 Etats participants avec des règles non restrictives.
- Une JU EuroQuantum pourrait regrouper l'ensemble de la Communauté quantique autour des 4 piliers de la chaîne de valeur quantique (calcul, communications, capteurs et simulation), les technologies habilitantes et les lignes pilotes avec un financement et des règles de participation différenciées suivant la maturité. Enfin, si une JU EuroQuantum était créée, la création d'un Conseil stratégique dans lequel se retrouveraient les JU EuroHPC, Chips et EuroQuantum permettrait de s'assurer de l'alignement des priorités entre les différentes JU par rapport aux stratégies et aux feuilles de route européennes.

1.2 Intégration autour des infrastructures publiques et des lignes pilotes

Un excellent levier d'appui à la RD&I et l'industrie est le soutien direct aux infrastructures de recherche et de technologie, mais aussi leur utilisation autour de projets de R&D collaboratifs afin de tirer le meilleur parti de ces investissements. A ce titre, le CEA se réjouit que les infrastructures disposent de leur propre ligne budgétaire dans la proposition de règlement pour Horizon Europe 2.0.

Les utilisateurs finaux (start-ups, comme PME ou grands industriels), avec le soutien et l'expertise des organismes de recherche, doivent pouvoir tester des solutions quantiques dans des infrastructures ouvertes. Cela permettra de démontrer le potentiel des technologies quantiques et de créer une demande du marché.

Le modèle des lignes pilotes, introduit par le Chips Act, a montré son efficacité. Les lignes pilotes permettent d'allier l'industrie à un écosystème autour d'excellentes infrastructures et de projets de RD&I ambitieux, notamment grâce à des échanges continus avec l'industrie.

Dans le cadre du Chips Act, la Commission a déjà prévu 6 lignes pilotes quantiques autour desquelles le Quantum Act pourra construire une communauté alliant le monde de la recherche et de l'industrie dans des programmes de R&D structurants pour la feuille de route européenne.

Certaines technologies quantiques (supraconducteurs, spin, photonique) sont compatibles avec les fonderies conventionnelles. Le Quantum Act doit donc également capitaliser sur les lignes pilotes conventionnelles du Chips Act.

1.3 Le besoin d'une plateforme européenne d'automatisation de la conception quantique (EDA - Electronic Design Automation)

L'UE doit absolument tirer les leçons de sa dépendance dans le secteur des semi-conducteurs pour éviter de s'exposer aux mêmes vulnérabilités dans les technologies quantiques. En particulier, un

enseignement de la micro-électronique est l'importance majeure de l'Electronic Design Automation (EDA). La Commission a déjà bien identifié ce problème dans le domaine des semi-conducteurs : la Chips for Europe Initiative prévoit ainsi l'émergence d'une Chip Design Platform européenne. Le CEA soutient pleinement l'initiative de mise en place d'une plateforme équivalente pour le domaine des technologies quantiques.

2 Pilier 2 : Combler le déficit d'investissement et encourager des capacités industrielles « made in Europe »

La fragmentation du marché intérieur est un frein à l'émergence de champions européens. Il faut que les Etats membres s'unissent pour développer des capacités de fabrication européennes en même temps qu'ils soutiennent leurs champions nationaux.

Ainsi, pour accompagner le soutien direct aux start-ups, qui est essentiel, il y a une nécessité d'avoir des politiques qui favorisent le continuum de la montée en maturité des technologies quantiques. Il faut pour cela encourager la constitution et le maillage d'écosystèmes d'innovation qui incluent RTO, incubateurs, industriels et start-ups.

2.1 Le soutien aux start-ups

2.1.1 Soutenir l'innovation par la commande publique

Le soutien par la commande publique est nécessaire pour deux raisons. Premièrement, le faible niveau de maturité des technologies quantiques (ordinateurs notamment), rend de tels achats encore trop risqués pour le privé. Deuxièmement, les fournisseurs européens d'ordinateurs quantiques sont des start-ups. Or celles-ci n'ont pas les mêmes capacités financières que leurs concurrents chinois ou américains, qui sont déjà des géants technologiques et qui disposent donc d'une réserve de trésorerie importante grâce à leurs autres activités.

Les start-ups européennes développent des technologies à l'état de l'art, mais elles ne disposent pas des mêmes réserves de liquidités. Pour pouvoir lever du capital et de la dette, elles doivent justifier d'un modèle économique, et donc d'un débouché commercial. Ce débouché commercial doit pour le moment être assuré par des acheteurs publics. L'UE et les Etats-membres doivent ainsi jouer le rôle de premier acheteur, éventuellement au moyen de partenariats d'innovation et/ou d'achats publics avant commercialisation (*pre-commercial procurements*). Le CEA, qui a déjà intégré deux ordinateurs quantiques à ses propres supercalculateurs (Ruby, Pasqal, atomes neutres ; Lucy, Quandela, photonique), salue le rôle joué ici par EuroHPC. Dans la future construction budgétaire européenne, le CEA rappelle cependant que les moyens alloués à l'acquisition de technologies et d'équipements issus de la maturation de la R&D ne doivent pas réduire le financement dédié à la R&D.

Remplir les carnets de commande des start-ups européennes permettra en outre de renforcer l'ensemble de la chaîne de valeur, de clarifier les étapes de la chaîne d'approvisionnement en faisant

émerger un tissu d'entreprises sous-traitantes. Dans un second temps, cela permettra de plus facilement monter en cadence industrielle.

Afin de maximiser les retombées du soutien public, le CEA estime que celui-ci devrait ruisseler tant que possible sur l'ensemble de la chaîne de valeur européenne. Le CEA suggère ainsi d'étendre le principe de préférence européenne à la *supply chain* de l'attributaire d'un marché public. Autrement dit, les start-ups intégratrices d'ordinateurs quantiques devraient se fournir en priorités auprès d'entreprises européennes. Les modalités (obligation ou incitation) restent à définir. Pour éviter de porter atteinte à la compétitivité des intégrateurs européens, une telle obligation devrait s'appliquer uniquement lorsque le sous-traitant européen n'est pas significativement moins performant qu'un fournisseur étranger.

Le soutien par la commande publique doit aller de pair avec le principe de première exploitation en Europe.

2.1.2 Faciliter l'accès des start-ups au capital-risque et à la dette

Les start-ups européennes souffrent d'un manque de capital-risque en Europe, d'une fragmentation du marché des capitaux, et plus généralement de l'inaboutissement du marché intérieur. Ce problème n'est pas circonscrit aux technologiques quantiques, il s'agit d'un problème général de la *deep tech* européenne. La Commission européenne a déjà bien identifié ce problème, pour lequel elle a déjà annoncé des initiatives. A cet égard, le CEA soutient le principe d'un 28^{ème} régime et de l'Union des marchés de capitaux. Le CEA appelle à ce que ces deux textes soient les plus ambitieux possibles et permettent une intégration à la hauteur de l'enjeu. Ces réformes sont une nécessité si l'Europe veut rester au meilleur niveau technologique et combler son retard de financement dans la *deep tech*.

2.2 Le besoin d'une préférence européenne et d'un principe de première exploitation en Europe

Le CEA plaide pour les principes généraux de première exploitation en Europe et de préférence européenne. Le principe de première exploitation impose qu'une technologie financée par des crédits de recherche européens soit industrialisée en Europe. Ce principe serait la réciproque de mesures identiques en vigueur aux Etats-Unis (Bayh Dohle Act, « Invent it here, make it here ») et en Chine.

Cette disposition constituerait l'application au programme de R&D du principe de préférence européenne proposé dans le Fonds européen de compétitivité, que le CEA soutient.

Le CEA soutient ces deux principes en général, et leur application aux technologies quantiques en particulier.

3 Pilier 3 : Vulnérabilité de la chaîne d'approvisionnement et manque de gouvernance

3.1 Un soutien nécessaire aux technologies habilitantes

Le CEA souligne la différence entre les technologies quantiques pures et les technologies habilitantes. D'une part, les technologies quantiques pures sont celles qui exploitent des propriétés quantiques fondamentales, comme la superposition ou l'intrication. Il ne s'agit pas seulement ici d'appliquer la mécanique quantique, mais d'intervenir directement dans le monde quantique, avec un degré de contrôle sans précédent des états quantiques. D'autre part, les technologies habilitantes (« *key enabling technologies* ») sont des outils essentiels qui soutiennent le développement, le contrôle, l'amélioration et l'adoption à grande échelle des systèmes quantiques. Elles servent d'éléments fondamentaux pour préparer (initialisation), stocker (protection), manipuler (contrôle) et lire (mesure) les états quantiques, tout en améliorant la qualité, la stabilité et l'évolutivité de ces systèmes. De telles technologies habilitantes sont par exemple la cryogénie, l'électronique, les interconnexions photoniques.

Il faut ainsi développer le design quantique (Qdesign cf 1.3 supra) et des *application centers* pour concevoir et utiliser les systèmes quantiques en imaginant de nouveaux objets et usages, et même d'autres façons de travailler.

Il faut faciliter l'accès aux capacités de calcul quantique, afin d'être en mesure d'identifier, de développer et de tester de nouveaux cas d'usages appliqués au domaine quantique.

La Commission doit tirer ici les enseignements des lignes pilotes du Chips Act. Le retour d'expérience de l'industrie et des RTO a montré que, pour maximiser leur efficacité, les lignes pilotes doivent pouvoir donner un accès à l'ensemble de la chaîne de valeur industrielle, y compris aux PME et start-ups, ce qui nécessite de mettre en place un mécanisme financier de soutien à cet accès. Il en est de même, du besoin de soutenir financièrement l'accès des chercheurs et innovateurs européens qui travaillent sur des technologies habilitantes qui doivent avoir accès aux lignes pilotes pour tester et valider leurs solutions.

3.2 Favoriser la coopération et l'interopérabilité avec des standards européens

Enfin, le développement de normes et de standards européens adaptés aux différents cas d'usage, qui puisse accompagner la montée en maturité de la technologie, permettra de faciliter la collaboration et l'interopérabilité de différents systèmes quantiques.

Cette approche permettra aux chercheurs et aux entreprises de partager leurs connaissances et de développer des applications plus efficacement.

3.3 Identifier les vulnérabilités de l'UE

Il conviendrait d'identifier les briques technologiques où l'UE est dépendante, avec une attention particulière sur les composants sujets à des restrictions aux exportations. Cette identification permettra de positionner une politique industrielle européenne et de faire des choix éclairés sur les composants critiques à fabriquer en Europe.

3.4 Compétences, talents, démocratisation des usages

Ces aspects doivent faire l'objet d'actions spécifiquement identifiées et financées. Des centres de compétences, à l'instar de ceux qu'EuroHPC soutient en HPC/IA (avec antennes nationales en réseau), peuvent convenir au renforcement des formations (notamment continues), à la facilitation des accès aux technologies et à l'élargissement usages.

Concernant les formations initiales, il serait opportun poursuivre les initiatives engagées pour faire levier avec l'offre européenne déjà présente, stimuler son enrichissement (identifier les lacunes), et surtout favoriser les connexions et mises en réseau (et aussi avec/entre les formations HPC, IA, électronique, physique...).

Au-delà de ces actions, la formation continue est aussi à prendre en compte.

L'acculturation du public aux bases et aux possibilités des technologies quantique doit être anticipée.

Il conviendrait également de favoriser et d'harmoniser les conditions de délivrance de visa talents pour les étudiants et scientifiques afin d'attirer les talents en Europe, et de renforcer en parallèle les conditions de retour des européens partis à l'étranger pour stimuler le développement de la recherche et industrie quantique en faisant attention à la dualité des sujets quantiques.