



Bruxelles, 2.7.2025
COM(2025) 363 final

COMUNICARE A COMISIEI CĂTRE PARLAMENTUL EUROPEAN ȘI CONSILIU

Strategia pentru Europa cuantică: Europa cuantică într-o lume în schimbare

Europa cuantică într-o lume în schimbare

1.1 Introducere

Europa este un continent cuantic¹. De la predecesori emblematici precum Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr și Erwin Schrödinger, până la deschizători de drumuri din zilele noastre și laureați ai Premiului Nobel, precum Theodor Haensch, Albert Fert, Serge Haroche, Anton Zeilinger, Alain Aspect și Anne L’Huillier, Europa a fost întotdeauna locul științei cuantice.

Progresele în domeniul științei cuantice reprezintă unele dintre cele mai transformatoare evoluții din istoria tehnologiei. Raportul Draghi² consideră că tehnologiile cuantice sunt „următoarea inovație revoluționară în domeniul informaticii, [care] ar putea deschide noi oportunități pentru competitivitatea industrială și suveranitatea tehnologică a UE”.

Astăzi ne aflăm într-un punct de cotitură, când cursa mondială pentru valorificarea tehnologiilor cuantice se întetește, depășind limitele laboratoarelor și pătrunzând în aplicații din lumea reală. De la scanările de imagistică prin rezonanță magnetică (IRM) în domeniul sănătății și progresele semnificative în domeniul energiei până la senzorii gravimetrelor pentru geofizică și navigație, comunicațiile securizate și informatica cuantică pentru rezolvarea unor probleme complexe în domeniul logisticii și al finanțelor, aceste descoperiri încep să reconfigureze industriile-cheie și infrastructura societală.

De asemenea, tehnologiile cuantice au un potențial de dublă utilizare³, ceea ce face ca ele să fie utile atât pentru aplicațiile de apărare, cât și pentru cele de securitate națională, stimulând astfel interesul strategic al actorilor publici și privați importanți.

În acest context, UE a identificat tehnologiile cuantice ca fiind critice⁴ în Strategia pentru securitate economică⁵ și în Cartea albă privind pregătirea pentru apărare a Europei 2030⁶.

Primele eforturi de industrializare la scară largă sunt în prezent în curs în întreaga lume, în special în SUA, determinate de investiții private masive din partea întreprinderilor de înaltă tehnologie, precum și în China, alimentate în mare parte prin finanțare publică.

Europa a înregistrat progrese remarcabile în ceea ce privește excelența științifică în domeniul tehnologiilor cuantice: aceasta se mândrește cu cea mai mare concentrare de talente în domeniul tehnologiilor cuantice din lume și ocupă primul loc la nivel mondial în ceea ce privește numărul de publicații științifice. De asemenea, UE are unul dintre cele mai mari ecosisteme de start-upuri în domeniul tehnologiilor cuantice⁷. Aproximativ o treime din toate întreprinderile din domeniul tehnologiilor cuantice de la nivel mondial își au sediul în UE⁸, iar

¹ Tehnologiile cuantice valorifică principiile mecanicii cuantice pentru a îndeplini sarcini care sunt fie imposibil de soluționat, fie extrem de ineficiente pentru tehnologiile tradiționale. Principalele domenii ale tehnologiilor cuantice sunt informatica și simularea cuantică, detectarea cuantică și comunicațiile cuantice.

² [Raportul Draghi privind competitivitatea UE](#).

³ În sensul prezentei strategii, **potențial de dublă utilizare** înseamnă capacitatea tehnologiilor cuantice de a servi atât obiectivelor civile, cât și celor de securitate/apărare. Acest termen este utilizat aici într-un sens mai larg, orientat spre viitor, comparativ cu termenul juridic „ produse cu dublă utilizare ” din cadrul Regulamentului (UE) 2021/821 privind controlul exporturilor.

⁴ [Recomandarea \(UE\) 2023/2113 a Comisiei din 3 octombrie 2023 privind domeniile tehnologice critice pentru securitatea economică a UE în vederea unei evaluări suplimentare a riscurilor împreună cu statele membre](#).

⁵ JOIN(2023) 20 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>.

⁶ [Cartea albă privind pregătirea pentru apărare a Europei 2030](#) | SEAE.

⁷ [McKinsey & Company, Quantum Technology Monitor \(Monitorul tehnologiilor cuantice\) – aprilie 2024](#).

⁸ Lewis, A., Scudo, P., Cerutti, I., Travagnin, M., Marcantonini, C. et al., Future Directions for Quantum Technology in Europe (Direcții viitoare pentru tehnologia cuantică în Europa, Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene, Luxemburg, 2025, JRC141050. Urmează să apară la mijlocul lunii iulie.

furnizori din UE furnizează aproape jumătate din componentele hardware și software utilizate în calculatoarele cuantice⁹.

Cu toate acestea, Europa **înregistrează în prezent întârzieri în ceea ce privește transpunerea capacităților sale de inovare și a potențialului său viitor în oportunități reale pe piață**. Prin urmare, Europa se situează acum doar pe locul al treilea la nivel mondial în ceea ce privește brevetele depuse pentru informatica cuantică, detectarea cuantică și comunicațiile cuantice¹⁰.

În plus, **eforturile Europei rămân fragmentate între statele membre**, agențiile naționale și regionale de finanțare. În ultimii cinci ani, UE și statele membre au investit peste 11 miliarde de euro în tehnologii cuantice. Deși mai multe state membre și-au elaborat propriile strategii și foi de parcurs naționale, coordonarea insuficientă a condus la dublarea eforturilor, la utilizarea ineficientă a resurselor și la creșterea concurenței în ceea ce privește atragerea de talente. Acest lucru riscă să submineze capacitatea UE de a crea masă critică și amploare, încetinind fluxul de comercializare, limitând, în cele din urmă, dezvoltarea unei capacități industriale europene competitive la nivel mondial și a unei piețe europene unitare a tehnologiilor cuantice.

În plus, **deși Europa îndeplinește un rol central în antreprenoriatul cuantic în stadiu incipient, ecosistemul său emergent nu dispune în prezent de un sprijin financiar durabil și de perspective de piață suficiente**. De asemenea, Europa nu are mari jucători industriali care să adopte tehnologia cuantică în stadiu incipient, privând ecosistemele emergente de perspective de piață suficiente.

Pe baza Busolei pentru competitivitate¹¹, care identifică „tehnologiile cuantice” printre principalele sectoare tehnologice relevante pentru economie în viitor¹², această inițiativă prezintă, în strânsă aliniere cu părțile interesate din domeniul tehnologiilor cuantice¹³, o amplă strategie menită să asigure o poziție de lider pentru Europa în cursa din domeniul tehnologiilor cuantice de la nivel mondial. Prin sprijinirea dezvoltării acestei tehnologii cu potențial de dublă utilizare în UE, această strategie va contribui, de asemenea, la punerea în aplicare a recomandărilor Strategiei privind o uniune a pregătirii¹⁴ și ale raportului Niinistö¹⁵ și ale Cărții albe privind pregătirea pentru apărare 2030¹⁶, ale Strategiei de securitate internă ProtectEU¹⁷, precum și ale Strategiei digitale internaționale pentru UE¹⁸.

⁹ Banca Europeană de Investiții – A Quantum Leap in Finance (Un salt cuantic în finanțe) (2022).

¹⁰ A se vedea nota de subsol 8.

¹¹ [Busola pentru competitivitate - Comisia Europeană](#).

¹² Strategia europeană pentru securitate economică și Recomandarea Comisiei din 3 octombrie 2023 includ tehnologiile cuantice printre domeniile tehnologice critice.

¹³ Astfel cum se menționează în răspunsurile la cererea de contribuții lansată înainte de publicarea Strategiei pentru Europa cuantică: [Strategia cuantică a UE](#). Părțile interesate și-au exprimat opinia că Strategia pentru Europa cuantică ar trebui să accelereze tranziția de la laborator la fabrică fără a neglija rolul esențial al cercetării științifice fundamentale, să extindă infrastructurile cuantice paneuropene existente și să dezvolte o forță de muncă calificată și educată în tehnologiile cuantice. De asemenea, acestea subliniază importanța intensificării capacităților de producție ale Uniunii și a abordării obstacolelor financiare, de reglementare și administrative care limitează sau încetinesc extinderea start-upurilor în întreprinderi mature și profitabile pe piața unică.

¹⁴ [Pregătirea - Comisia Europeană](#).

¹⁵ Raportul Niinistö https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf.

¹⁶ A se vedea nota de subsol 6.

¹⁷ [Comisia prezintă Strategia de securitate internă ProtectEU - Comisia Europeană](#).

¹⁸ [Comunicare comună privind o strategie digitală internațională pentru UE, 5 iunie 2025](#).

1.2 Europa cuantică: viziunea și cadrul strategic de punere în aplicare

Europa este foarte bine poziționată pentru a fi lider în revoluția cuantică în curs. Viziunea este de a transforma Europa într-un motor industrial cuantic și într-un lider de piață mondial în domeniul tehnologiilor cuantice, pornind de la calitatea sa constantă de lider științific.

Viziunea strategică a UE valorifică punctele sale forte existente: cercetarea de nivel mondial, excelența științifică, o bază dinamică de start-upuri și o structură puternică de investiții publice. Acești piloni principali sunt esențiali pentru a aborda fragmentarea, pentru a accelera implementarea industrială și a asigura autonomia strategică în domeniul tehnologiilor cuantice.

Pentru a realiza această viziune, strategia se axează pe cinci domenii interconectate:

- **Domeniul 1 Cercetare și inovare:** consolidarea excelenței în întreaga Europă pentru ca aceasta să îndeplinească un rol de lider în domeniul științei cuantice și în ceea ce privește transformarea sa industrială.
- **Domeniul 2 Infrastructuri cuantice:** dezvoltarea de centre de infrastructură durabile, scalabile și coordonate pentru a sprijini producția, proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor.
- **Domeniul 3 Consolidarea ecosistemului cuantic al UE:** asigurarea lanțurilor de aprovizionare și industrializarea tehnologiilor cuantice prin investiții în start-upuri și în întreprinderile în fază de extindere.
- **Domeniul 4 Tehnologiile cuantice spațiale și cu potențial de dublă utilizare (Securitate și apărare):** integrarea capacităților cuantice sigure și suverane în strategiile spațiale, de securitate și de apărare ale Europei.
- **Domeniul 5 Competențe cuantice:** dezvoltarea unei forțe de muncă diversificate și de talie mondială prin sisteme și programe de educație și formare agile și coordonate și promovarea mobilității talentelor în întreaga UE.

Cele cinci domenii strategice sunt sprijinite de o abordare inteligentă de punere în aplicare. Astfel cum se descrie mai jos, în secțiunea 3.1 „Principalele componente de punere în aplicare ale Strategiei pentru Europa cuantică”, abordarea se va baza pe o buclă repetabilă de dezvoltare tehnologică pe durata ciclului de viață, care va corela în permanență descoperirile științifice în domeniul tehnologiilor cuantice cu aplicațiile din lumea reală și cu piața, ceea ce va avea un impact economic pe termen scurt și lung. Această abordare de punere în aplicare va contribui la atragerea principalilor utilizatori industriali și publici, asigurând accesul pe piață și durabilitatea ecosistemului cuantic emergent al UE.



Figura 1: Cinci domenii strategice pentru Europa cuantică

În completarea ciclului de viață al punerii în aplicare, UE va institui un cadru strategic de guvernare pentru a supraveghea și a facilita progresele.

Strategia se bazează pe Declarația europeană privind tehnologiile cuantice din 2023¹⁹, care a marcat o etapă politică esențială, aliniind statele membre la prioritățile comune și la valorile europene. De asemenea, se bazează pe constatările grupurilor de lucru la nivel de experți din toate statele membre ale UE²⁰, instituite sub coordonarea Grupului de coordonare pentru tehnologiile cuantice²¹.

2 Domeniile strategice pentru Europa cuantică

2.1 Domeniul 1: Cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică

Baza de cercetare a Europei privind tehnologiile cuantice, sprijinită de mai multe programe ale UE și naționale, oferă un punct de plecare științific solid. În ultimii cinci ani, UE a investit aproape 2 miliarde de euro în tehnologii cuantice, la care se adaugă peste 9 miliarde de euro sub formă de finanțare publică suplimentară din partea statelor membre. Aceste fonduri au sprijinit cercetarea și educația în domeniul tehnologiilor cuantice, crearea de clustere de tehnologii cuantice la nivel național și de centre hibride de supercalculatoare cuantice clasice, industria tehnologiei cuantice și parteneriatele internaționale.

În pofida unei finanțări semnificative la nivel național și la nivelul UE, cercetarea în domeniul tehnologiilor cuantice din Europa rămâne fragmentată între statele membre și între instrumente, ceea ce duce la dublări, lacune în domeniile prioritare și concurență în ceea ce privește atragerea talentelor limitate. Fără coordonare și fără a acorda o atenție deosebită priorităților strategice comune, Europa nu își va atinge obiectivele în domeniul tehnologiilor cuantice.

Prin urmare, Comisia propune o **Inițiativă dedicată privind cercetarea și dezvoltarea pentru Europa cuantică**. Aceasta va urmări alinierea eforturilor UE și ale statelor membre la o agendă de cercetare, tehnologie și inovare convenită de comun acord. Inițiativa va reuni eforturile în ceea ce privește anumite teme comune și va stabili obiective comune pentru a asigura coerența, pentru a evita suprapunerile și pentru a construi o masă critică.

Această inițiativă va fi structurată în următoarele etape principale ale activității:

- **Descoperire:** sprijinirea cercetării științifice fundamentale, a dezvoltării tehnologice și a acțiunilor de inovare în domeniul informaticii cuantice, al comunicațiilor cuantice și al detectării cuantice.
- **De la laborator la fabrică:** realizarea de investiții suplimentare în construirea de infrastructuri de informatică cuantică, de comunicații cuantice și de detectare cuantică de ultimă generație, de hardware cuantic și de tehnologii generice relevante, precum și în linii-pilot și instrumente de proiectare de vârf pentru a sprijini industrializarea și dezvoltarea ecosistemelor.
- **Aplicare și utilizare:** sprijinirea dezvoltării de aplicații în principalele sectoare publice și industriale, asigurând că progresele științifice din toate domeniile tehnologiilor cuantice sunt transpuse în aplicații concrete și au un impact real.

Pe lângă cele de mai sus, inițiativa va include, de asemenea, investiții în atragerea talentelor și în dezvoltarea competențelor pentru a asigura o forță de muncă industrială în domeniul tehnologiilor cuantice bine pregătită în viitor.

Inițiativa privind cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică va fi pusă în aplicare printr-un cadru de guvernare la nivelul UE, care va fi definit în viitoarea propunere de act legislativ

¹⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-declaration-quantum-technologies>.

²⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/shaping-european-strategy-quantum-technology-main-orientations-and-recommendations>.

²¹ <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/expert-groups/consult?lang=en&groupID=3931>.

privind tehnologiile cuantice. Între timp, mandatul întreprinderii comune EuroHPC²² va fi prelungit printr-o modificare a regulamentului său de instituire, asigurând o bună coordonare cu programele Orizont Europa, Europa digitală, cu programul pentru spațiu și apărare și cu alte instrumente de finanțare.

- Modificarea Regulamentului privind întreprinderea comună EuroHPC pentru a-i extinde domeniul de aplicare la toate tehnologiile cuantice și, într-o primă etapă, pentru a transfera activitățile cuantice de cercetare și inovare din cadrul pilonului II al programului Orizont Europa la întreprinderea comună [T3 2025]
- Prezentarea propunerii de act legislativ privind tehnologiile cuantice [2026]

2.2 Domeniul 2: Infrastructuri pentru Europa cuantică

UE investește în prezent în inițiative importante privind infrastructura cuantică, cum ar fi sistemele informatice cuantice din cadrul întreprinderii comune EuroHPC, infrastructura securizată de comunicații cuantice EuroQCI²³ din cadrul Programului Uniunii privind conectivitatea securizată IRIS²⁴, precum și în platforme avansate de detectare. De asemenea, UE investește în mai multe linii-pilot din cadrul întreprinderii comune pentru cipuri²⁵ pentru pregătirea industrializării tehnologiilor cuantice în Europa.

Aceste infrastructuri cuantice finanțate din fonduri publice sunt un factor strategic care favorizează obiectivul Europei privind tehnologiile cuantice. Infrastructurile asigură acces la sisteme și platforme cuantice de ultimă generație care altfel nu ar fi accesibile majorității părților interesate și utilizatorilor europeni din domeniul tehnologiilor cuantice din cauza costurilor ridicate de dezvoltare și accesare, a complexității tehnice sau a necesității unor servicii specifice, cum ar fi comunicațiile securizate. Infrastructurile oferă o platformă de testare pentru inovare, un teren de formare pentru talente și un spațiu în care industria, IMM-urile și cercetătorii să experimenteze, să înțeleagă și să contureze dezvoltarea de noi tehnologii cuantice. Ele sunt esențiale pentru a accelera adoptarea tehnologiilor cuantice, pentru a consolida capacitatea industrială și pentru a se asigura că beneficiile tehnologiilor cuantice sunt distribuite pe scară largă în întreaga Uniune.

Privind în perspectivă, UE își va menține și extinde investițiile în infrastructurile cuantice publice **informatice și de simulare, de comunicații și de detectare**, astfel cum se explică mai jos.

2.2.1 Informatica și simularea cuantică

Informatica cuantică are potențialul de a revoluționa capacitatea noastră de a rezolva probleme complexe de optimizare a calculelor, depășind cu mult impactul chiar și al celor mai puternice sisteme de calcul de înaltă performanță (HPC). Se preconizează că impactul său va fi catalizator în numeroase domenii, de exemplu, în simularea farmaceutică și chimică, ar putea permite descoperirea de noi medicamente și substanțe chimice; în domeniul energiei, informatica cuantică poate contribui la descoperirea de noi materiale pentru baterii sau de superconductori pentru temperaturi înalte; de asemenea, este foarte promițătoare în ceea ce privește îmbunătățirile în domenii precum logistica și finanțele. În plus, calculatoarele cuantice pot rezolva astfel de probleme într-un mod mult mai eficient din punct de vedere energetic decât supercalculatoarele clasice. În loc să înlocuiască sistemele de calcul de înaltă performanță,

²² [REGULAMENTUL \(UE\) 2021/1173 AL CONSILIULUI](#) privind instituirea întreprinderii comune pentru calculul european de înaltă performanță.

²³ [Inițiativa privind infrastructura europeană de comunicații cuantice \(EuroQCI\) | Conturarea viitorului digital al Europei.](#)

²⁴ [IRIS² | Conectivitate securizată - Comisia Europeană, Regulamentul \(UE\) 2023/588.](#)

²⁵ [Regulamentul \(UE\) 2023/1782 al Consiliului](#) de instituire a întreprinderilor comune pentru cipuri.

calculatoarele cuantice le vor completa, acționând ca acceleratori pentru a stimula performanța globală a soluției de calcul, oferind rezultate mult mai rapide și într-un mod mult mai eficient din punct de vedere energetic. De asemenea, tehnologiile cuantice sunt utilizate din ce în ce mai mult alături de IA și în sprijinul acesteia. De exemplu, tehnologiile cuantice pot accelera antrenarea modelelor de IA, în timp ce IA contribuie la corectarea erorilor cuantice, îmbunătățind fiabilitatea generală a sistemului.

Informatica cuantică se află în prezent într-o etapă definitivă: deși există procesoare cuantice la scară mică, principala provocare la nivel mondial este de a se realiza extinderea la calculatoarele cuantice pe deplin funcționale, care pot demonstra cu certitudine avantajul informaticii cuantice. În prezent, principala provocare este construirea de echipamente la scară mai mare, care să poată oferi un avantaj cuantic clar²⁶ în raport cu calculatoarele clasice. În următorii 5-10 ani, capacitatea calculatoarelor cuantice de a rezolva probleme reale va crește enorm. Acesta este motivul pentru care UE și statele sale membre, precum și alți actori importanți – de la Australia, Canada, China, Japonia, Coreea de Sud, Regatul Unit, până la SUA – investesc masiv în cursa tehnologiilor cuantice pentru a obține poziția de lider în revoluția cuantică²⁷. În prezent sunt în curs de dezvoltare mai multe platforme de calcul cuantic, fiecare pe baza unei abordări tehnologice diferite²⁸. Tabelul 1 prezintă calculatoarele cuantice furnizate de întreprinderi care își au sediul în diferite regiuni ale lumii.

Platforma tehnologică	Superconductori	Ioni captivi	Atomi reci	Fotonică	Qubiți cu mișcare circulară a purtătorilor de sarcină
 Echipamente în UE	 17	 6	 8	 5	 3
 Echipamente în Regatul Unit	4	6	0	5	2
 Echipamente în SUA	26	7	4	2	0
 Echipamente în Canada	13	0	0	1	0
 Echipamente în China	2	0	0	0	0
 Echipamente în RL ²⁹	1	0	0	1	3

Tabelul 1: Situația furnizorilor de informatică și simulare cuantică

²⁶ OCDE (2025), „[A Quantum Technologies Policy Primer](#)” („În pregătirea unei politici privind tehnologiile cuantice”). *Avantajul cuantic* se referă la momentul în care un calculator cuantic îndeplinește o sarcină specifică mai eficient, mai rapid, cu o precizie mai mare sau cu mai puțină energie decât cele mai bune supercalculatoare clasice posibile. Acest obiectiv intermediar semnalează o demonstrație practică a superiorității informaticii cuantice pentru anumite probleme de calcul, chiar dacă numai în domenii restrânse.

²⁷ De exemplu, Inițiativa națională a SUA privind tehnologiile cuantice (<https://www.quantum.gov/>); Foaia de parcurs a Chinei privind tehnologiile cuantice pentru anul 2030; Strategia Japoniei privind tehnologia cuantică și inovarea (https://www8.cao.go.jp/cstp/english/strategy_r08.pdf); Strategia națională a Australiei privind tehnologiile cuantice (<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2023-05/national-quantum-strategy.pdf>); Strategia națională a Canadei privind tehnologiile cuantice (<https://ised-isde.canada.ca/site/national-quantum-strategy/en/canadas-national-quantum-strategy>); Strategia națională a Regatului Unit privind tehnologiile cuantice <https://www.gov.uk/government/publications/national-quantum-strategy>.

²⁸ Exemplele reprezentative de platforme informatice au la bază circuite superconductoare, ioni captivi, atomi neutri, fotonică, diamante sau qubiți cu mișcare circulară a purtătorilor de sarcină. Fiecare dintre ele prezintă avantaje și provocări tehnologice diferite în ceea ce privește scalabilitatea, fidelitatea și coerența calculelor.

²⁹ restul lumii.

Prin intermediul programelor naționale și al inițiativei emblematice a UE în domeniul tehnologiilor cuantice³⁰, Europa dezvoltă toate tehnologiile principale de informatică cuantică, astfel cum s-a arătat mai sus. Aceste eforturi au condus la crearea de prototipuri, de seturi de instrumente software și a mai multor proiecte de tip spin-off în domeniul tehnologiei profunde. De asemenea, prin intermediul întreprinderii comune EuroHPC, Europa implementează deja primele sale prototipuri de sisteme de informatică cuantică în mai multe state membre (a se vedea figura 2). Această implementare în stadiu incipient are două scopuri principale: sprijină apariția unei industrii cuantice europene autonome, suverane și competitive prin crearea unei piețe în stadiu incipient pentru furnizorii de hardware și software, permițând, în același timp, dezvoltarea pieței interne prin creșterea numărului și a amplitudinii cazurilor de utilizare și a utilizatorilor.

De asemenea, Europa a reușit să faciliteze hibridizarea timpurie a calculatoarelor cuantice cu HPC, atingând astfel obiectivul deceniului digital al UE de a avea un prim calculator cu accelerație cuantică în 2025³¹. Acest lucru marchează o etapă strategică: sprijină ecosistemul european de hardware cuantic, favorizează apariția unor cazuri de utilizare industrială și pune bazele unor sisteme hibride mai avansate – toate acestea contribuie la obiectivul pe termen lung de realizare a unei capacități complete de calcul cuantic până în 2030. Această hibridizare va permite, de asemenea, utilizarea calculatoarelor cuantice de către fabricile europene de IA³², contribuind astfel la atingerea obiectivelor Planului de acțiune privind continentul IA³³.

Privind în perspectivă, Inițiativa privind cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică va sprijini în continuare activitățile coordonate pentru a accelera tranziția de la dispozitivele cuantice de primă generație din prezent la echipamente pe deplin funcționale. Obiectivul este de a poziționa Europa pentru a achiziționa calculatoare cuantice de nouă generație, în principal de la furnizorii din UE, extinzând treptat aceste platforme pentru a atinge aproximativ 100 de qubiți cu erori corectate³⁴ per sistem până în 2030 – un obiectiv aliniat la foile de parcurs ale industriei pentru a obține un avantaj semnificativ în materie de calcul. **Până în 2035, Europa își propune să devină primul continent care a atins o scară de mii de qubiți cu erori corectate per platformă, un prag considerat necesar pentru soluționarea problemelor din lumea reală.**

Parcursul acestei etape ar reprezenta un punct de cotitură în ceea ce privește avantajul cuantic practic³⁵ și ar poziționa Europa ca lider mondial în domeniul informaticii cuantice. Acest lucru va consolida dezvoltarea întreprinderilor europene din domeniul informaticii cuantice și va contribui la promovarea dezvoltării și a punerii în aplicare a aplicațiilor utilizatorilor principali, consolidând în același timp autonomia tehnologică a Uniunii.

³⁰ [Pagina de internet a Inițiativei emblematice privind tehnologiile cuantice | Inițiativa emblemată privind tehnologiile cuantice.](#)

³¹ Platformele cuantice/HPC hibride integrează procesoare cuantice cu sisteme HPC clasice pentru a permite coprocesarea în stadiu incipient, procesoarele cuantice acționând ca acceleratoare de calcul ale supercalculatoarelor tradiționale. Trei platforme hibride, în Franța, Germania și Finlanda sunt funcționale în prezent în cadrul întreprinderii comune pentru calculul european de înaltă performanță și al infrastructurilor naționale. Până la sfârșitul anului 2025, hibridizarea va fi standard în toate instalațiile europene de informatică cuantică, consolidând o realizare semnificativă.

³² [Fabricile de IA | Conturarea viitorului digital al Europei.](#)

³³ [Continental IA - Comisia Europeană.](#)

³⁴ Calculatoarele cuantice din prezent dau rezultate care încă nu sunt pe deplin corecte (calcularele cuantice sunt încă predispuse unor erori semnificative). Punerea în aplicare a unei corectări eficiente a defectelor, care va avea drept rezultat qubiți cu erori corectate (și anume unitățile de procesare ale unui calculator cuantic), oferind rezultate de calcul exacte, este, prin urmare, o etapă importantă pentru orice viitor calculator cuantic complet funcțional.

³⁵ A se vedea nota de subsol 26.



Figura 2: Harta supercalculoarelor EuroHPC, a calculatoarelor cuantice și a simulatoarelor cuantice

În același timp, **Europa va continua să investească în simulatoare cuantice**³⁶, care pot imita comportamentul unui sistem cuantic, utilizând în același timp echipamente hardware mai puțin complexe. Aceste simulatoare cuantice permit deja înregistrarea unor progrese în știința materialelor, chimia cuantică și fizica fundamentală. Europa se află în avangarda dezvoltării și implementării acestor platforme, care se preconizează că vor produce rezultate valoroase mai devreme decât calculatoarele cuantice universale din cauza cerințelor mai scăzute în materie de hardware.

Se va elabora o *foaie de parcurs a UE privind informatica și simularea cuantică*, care va stabili criterii de referință clare și un proces de monitorizare pentru a urmări progresul tehnologic și maturitatea diferitelor tipuri de platforme cuantice. Foaia de parcurs va permite să se evalueze periodic care dintre acestea sunt cele mai avansate sau care sunt cele mai promițătoare pe termen lung. Această abordare bazată pe dovezi va orienta deciziile strategice ale Europei și va contribui la prioritizarea viitoarelor investiții publice în informatica cuantică.

- Publicarea foii de parcurs a UE privind calculul și simularea cuantică [2026]
- Extinderea numărului și a capacității sistemelor de calcul cuantic bazate pe EuroHPC [începând cu 2026] și instituirea unui cadru de monitorizare pentru informatica cuantică [2026]

2.2.2 Comunicațiile cuantice

Comunicațiile cuantice permit transmiterea ultra-securizată a datelor, protejează infrastructurile critice și protejează informațiile sensibile împotriva viitoarelor amenințări cibernetice bazate pe tehnologiile cuantice³⁷. De asemenea, permite crearea de rețele de comunicații cuantice necesare pentru interconectarea dispozitivelor cuantice, cum ar fi senzorii și calculatoarele, într-un așa-numit „**internet cuantic**”. Datorită potențialului său de dublă utilizare, ele sprijină atât aplicațiile civile (de exemplu prin protejarea tranzacțiilor financiare, securizarea rețelelor publice), cât și nevoile în materie de apărare (de exemplu prin comunicații

³⁶ PASQuanS2: [Simulare cuantică atomică programabilă la scară largă 2 - SGA1 | PASQuanS2.1 | Projekt | Fact Sheet | HORIZON | CORDIS ! Comisia Europeană.](#)

³⁷ Amenințarea pe care o reprezintă calculatorul cuantic pentru protocoalele criptografice actuale.

securizate pentru operațiuni militare și de securitate națională). Prin inițiative precum **EuroQCI**³⁸ și **internetul cuantic**, UE construiește infrastructuri de comunicații cuantice pe deplin autonome și fiabile, care vor proteja fluxurile de date critice, comunicațiile publice securizate și infrastructurile critice și vor consolida securitatea internă a Europei în conformitate cu strategia ProtectEU³⁹.

Inițiativa EuroQCI

Inițiativa EuroQCI dezvoltă o infrastructură securizată de comunicații cuantice care acoperă întreaga UE, inclusiv teritoriile sale de peste mări. Aceasta face parte din inițiativa IRIS² a Uniunii și va fi alcătuită dintr-un segment terestru bazat pe rețele de comunicații prin fibră optică care leagă amplasamente strategice la nivel național și transfrontalier de un segment spațial bazat pe sateliți.

Inițiativa avansează rapid, 26 de state membre implementând în prezent rețele de comunicații cuantice terestre naționale care vor fi utilizate, de asemenea, pentru a testa un satelit de distribuție cuantică a cheilor (Quantum Key Distribution - QKD) pentru comunicații securizate (Eagle 1), programat pentru lansare în 2026, care va fi primul satelit demonstrativ european pe orbită.

Aceste rețele terestre de comunicații cuantice sunt utilizate pentru a pune în aplicare și pentru a testa QKD în medii reale. Proiectele-pilot includ transmiterea securizată între spitale a datelor medicale, comunicații criptate între instituțiile guvernamentale și legăturile QKD pentru infrastructura critică, cum ar fi centrele de control al rețelei electrice. Ele demonstrează modul în care QKD poate proteja serviciile publice esențiale și operațiunile naționale.

Pentru a sprijini această implementare, UE mobilizează un lanț de aprovizionare complet european cu componente, dispozitive și sisteme cuantice⁴⁰. De asemenea, este în curs de implementare o instalație cuprinzătoare de testare și evaluare a QKD, care oferă medii de precertificare pentru componentele QKD și pregătește integrarea lor în sistemele de la un capăt la altul, precum și arhitecturi de rețea⁴¹.

În plus, această activitate este strâns legată de politicile UE în materie de securitate cibernetică precum Directiva NIS2, de viitoarea revizuire a Regulamentului privind securitatea cibernetică și de foaia de parcurs pentru o criptografie sigură din punct de vedere cuantic a ENISA pentru a asigura faptul că infrastructurile de detectare și cele informatice adoptă de la început măsuri de securitate potrivite pentru utilizare în apărare, verificări ale integrității lanțului de aprovizionare și capacități de răspuns la incidente.

De asemenea, alte regiuni importante investesc în capacități securizate cuantice terestre și spațiale. China, de exemplu, a demonstrat QKD spațiu-sol și a dezvoltat peste 2 000 km de legături terestre securizate interurbane⁴². La rândul său, SUA investește masiv în platformele cuantice de testare pe internet și în parteneriatele naționale de laborator, dar nu a lansat încă un program de comunicare agregată și securizată la scară continentală. Modelul european, care integrează segmentele terestre și prin satelit prin intermediul IRIS², și care se bazează pe

³⁸ [Inițiativa privind infrastructura europeană de comunicații cuantice \(EuroQCI\) | Conturarea viitorului digital al Europei.](#)

³⁹ [Comisia prezintă Strategia de securitate internă ProtectEU - Comisia Europeană.](#)

⁴⁰ „Aceste tehnologii includ generatoare cuantice cu număr aleatoriu (QRNG), surse și detectoare cuantice cu un singur foton, module QKD bazate pe inseparabilitate și platforme integrate potrivite pentru utilizare în telecomunicații. Lanțul de aprovizionare este certificat în cadrul Programului UE privind conectivitatea securizată [Regulamentul (UE) 2023/588].”

⁴¹ Această instalație permite caracterizarea riguroasă, testarea securității și sprijinul acordat standardizării în stadiu incipient, în strânsă concordanță cu activitățile ETSI – Distribuția cuantică a cheilor www.etsi.org/technologies/quantum-key-distribution.

⁴² Prin programul său de sateliți Beijing-Shanghai și Micius, urmat în prezent de Jinan-1.

principiile securității de la stadiul conceperii și pe componentele controlate de UE, plasează UE în avangarda dezvoltării de rețele cuantice fiabile.

În perioada 2025-2035, UE va extinde și mai mult inițiativa EuroQCI.

În primul rând, în perioada 2025-2030, UE **va implementa legături cuantice terestre transfrontaliere care conectează statele membre**, precum și stații terestre care leagă segmentele terestre EuroQCI cu sateliții EuroQCI pentru distribuția cuantică a cheilor din spațiu. Prin urmare, până în 2030, va fi creată o primă rețea experimentală de comunicații terestre și spațiale securizate complet interconectată la nivelul UE.

În al doilea rând, UE **va facilita adoptarea pe piață și certificarea de securitate**. Aceasta va continua să sprijine dezvoltarea, maturizarea și implementarea în continuare a tehnologiilor și protocoalelor de comunicații cuantice⁴³, precum și integrarea lor periodică în EuroQCI. De asemenea, segmentul spațial EuroQCI va fi modernizat pentru a furniza servicii QKD securizate de la un capăt la altul și terestre securizate, care vor fi integrate treptat în următoarea generație de servicii spațiale IRIS². Infrastructura EuroQCI globală va fi certificată în cadrul unui sistem armonizat al UE pentru a asigura încrederea și conformitatea.

Inițiativa privind internetul cuantic

Inițiativa privind internetul cuantic completează EuroQCI prin pregătirea viitoarei generații de rețele cuantice. Aceasta pune bazele pentru informatica și detectarea cuantică distribuite și pentru schimbul ultra-securizat de date.

Europa a definit deja o specificație de arhitectură completă pentru o rețea cuantică de internet și a demonstrat crearea de rețele cuantice la scară metropolitană⁴⁴. Au fost inițiate cadre de cazuri de utilizare, iar consolidarea ecosistemelor este în curs odată cu lansarea Forumului tehnologic al Alianței pentru internetul cuantic (QIA)⁴⁵, primul forum deschis la nivel mondial dedicat internetului cuantic. De asemenea, Europa a înregistrat deja primele sale proiecte industriale de tip spin-off bazate pe internetul cuantic și primele lansări de produse, semnalând transferul de tehnologie în stadiu incipient către industrie în acest domeniu.

Inițiativa privind cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică va sprijini evoluția tehnică viitoare a internetului cuantic⁴⁶ și va asigura interoperabilitatea dintre diferite platforme informatice de bază. În 2026, aceasta va sprijini lansarea unei instalații-pilot pentru internetul cuantic european, care va permite testarea componentelor esențiale sigure din punct de vedere cuantic și a cazurilor de utilizare în stadiu incipient, servicii securizate de cloud cuantic, calcul distribuit și medii avansate de validare care să coreleze cercetarea și implementarea înainte de a fi pe deplin funcționale. Obiectivul este **de a implementa o rețea de comunicații cuantice sigură pe deplin operațională până în 2030, acesta fiind o primă etapă către un internet cuantic agregat**. Acest lucru va contribui, de asemenea, la poziționarea UE în avangarda standardizării internaționale în acest domeniu. În paralel, întrucât progresul informaticii

⁴³ Printre exemplele de astfel de tehnologii se numără memoriile optice de generație următoare, cu durată lungă de viață, de înaltă fidelitate, esențiale pentru funcționarea repetitoarelor cuantice, precum și crearea și demonstrarea de repetitoare cuantice complet funcționale care leagă rețelele metropolitane, testate atât în laborator, cât și în condiții reale.

⁴⁴ Inițiativa a fost o *inseparabilitate* realizată cu succes între două noduri de rețea cuantică exploatate independent, separate de 10 km de fibră optică. De asemenea, s-au înregistrat progrese tehnologice în ceea ce privește dezvoltarea de hardware pentru internet cuantic, inclusiv tehnologii de repetare cuantică și noduri de repetare cuantică, precum și progrese în ceea ce privește pachetele de software cuantic.

⁴⁵ <https://quantuminternetalliance.org/>.

⁴⁶ Exemple: scalabilitatea memoriei cuantice, distribuția robustă a inseparabilităților și dezvoltarea de pachete de software de rețea cuantică.

cuantice prezintă riscuri pentru securitatea comunicațiilor⁴⁷ noastre, UE și statele sale membre pun în aplicare în prezent **Recomandarea privind criptografia postcuantică**⁴⁸ și au publicat recent o **foaie de parcurs**⁴⁹ pentru tranziția către criptografia postcuantică.

- Implementarea primei rețele experimentale de comunicații cuantice terestre și spațiale interconectate la nivelul UE [până în 2030]
- Publicarea unei foi de parcurs privind comunicațiile cuantice [2026]
- Lansarea unei facilități-pilot pentru internetul european cuantic [2026]

2.2.3 Detectarea cuantică

Detectarea cuantică valorifică proprietățile cuantice pentru a măsura caracteristicile fizice cu o sensibilitate și o precizie fără precedent, depășind în mod semnificativ capacitățile senzorilor clasici⁵⁰. Aceasta are un potențial enorm în multe domenii diverse, de la asistența medicală, schimbările climatice sau monitorizarea resurselor de apă subterană până la securitate, apărare și spațiu sau navigație.

Inițiativa emblematică a UE privind tehnologiile cuantice a îndeplinit un rol central în promovarea tehnologiilor de detectare cuantică, de la știința de bază până la cercetarea bazată pe aplicații. Se testează deja prototipuri funcționale în condiții reale, demonstrând poziția de lider a Europei atât în ceea ce privește inovarea în materie de senzori, cât și în ceea ce privește pregătirea terenului pentru implementarea și adoptarea industrială în aplicații cu potențial de dublă utilizare.

Gravimetrele cuantice

UE dezvoltă în prezent o **rețea de gravimetre cuantice mobile și staționare**⁵¹, care permit detectarea elementelor subterane situate până la câteva zeci de kilometri în subteran, inclusiv rezervoare de apă, zăcămintele de gaze, resurse minerale, rezervoare de magmă sau infrastructură îngropată. Acestea sunt deosebit de valoroase pentru monitorizarea schimbărilor subterane de-a lungul timpului, sprijinind aplicațiilor în domeniul științelor Pământului și al geofizicii (inclusiv pentru cartografierea subsolului și alerte timpurii privind cutremurele), al științelor climatice (de exemplu, urmărirea pierderii din masa ghețarilor și a epuizării apelor subterane), al prevenirii pericolelor naturale, al ingineriei civile și al aplicațiilor strategice în domeniul apărării și protecției civile, cum ar fi detectarea structurilor subterane artificiale și monitorizarea infrastructurii critice.

⁴⁷ De exemplu, în cadrul unui concept cunoscut sub denumirea de „stocăm acum, decriptăm mai târziu”, infractorii acumulează deja informații criptate, cum ar fi baze de date furate, fișiere protejate sau date privind comunicațiile. și le păstrează cu scopul de a le decripta ulterior cu ajutorul calculatoarelor cuantice în scopuri rău-intenționate. A se vedea, de exemplu: [The Second Quantum Revolution: the impact of quantum computing and quantum technologies on law enforcement \[A doua revoluție cuantică: impactul informaticii cuantice și al tehnologiilor cuantice asupra asigurării respectării legii\]](#) (Raport Europol din 2024)].

⁴⁸ [Recomandare privind o foaie de parcurs coordonată pentru punerea în aplicare a tranziției către criptografia postcuantică | Conturarea viitorului digital al Europei.](#)

⁴⁹ Această foaie de parcurs specifică algoritmi, standardele de dezvoltare și sistemele de certificare care trebuie dezvoltate pentru a proteja informațiile sensibile și infrastructurile critice. [UE își consolidează securitatea cibernetică prin criptografia postcuantică | Conturarea viitorului digital al Europei.](#)

⁵⁰ De exemplu, avantajele detectării cuantice în raport cu tehnicile de detectare tradiționale includ: o sensibilitate mai mare la detectarea cantităților fizice, cum ar fi câmpurile magnetice, temperatura, gravitatea etc.; îmbunătățirea corectitudinii și a preciziei măsurătorilor, o rezoluție mai bună.

⁵¹ *Taking atom interferometric quantum sensors from the laboratory to real-world applications* (Folosirea senzorilor cuantici interferometrici de laborator în aplicații din lumea reală), Nature Reviews Physics, 1, 731–739. <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0117-4>.

În cadrul inițiativei emblematice privind tehnologiile cuantice, în următorii 3-5 ani, în întreaga Europă va fi instalată o rețea de gravimetre terestre, completată de gravimetre instalate pe platforme de mare altitudine. În paralel, UE intenționează să lanseze **un prim zbor de gravimetrie spațială cuantică în cadrul Misiunii Pathfinder**⁵² după anul 2030. De asemenea, se va explora integrarea gravimetriei cuantice în cadrul misiunilor de monitorizare IRIS². Aceste eforturi ar putea deschide calea pentru o rețea completă de gravimetre terestre, aeriene și spațiale în scopul observării Pământului, sprijinind atât cercetarea științifică, cât și aplicațiile strategice, inclusiv pe cele cu potențial de dublă utilizare.

Imagistică prin rezonanță magnetică cuantică (IRM-Q)

În domeniul diagnosticării medicale, cercetarea UE a pregătit terenul pentru imagistica cu tehnologie cuantică, utilizând senzori cuantici pentru măsurarea semnalelor magnetice la nivel molecular. Aceste sisteme sunt extrem de promițătoare pentru medicina de precizie și asistența medicală personalizată prin accelerarea depistării cancerului și a bolilor neurodegenerative și prin modernizarea infrastructurii de diagnosticare a Europei.

În 2025, în cadrul inițiativei emblematice privind tehnologiile cuantice, UE va sprijini crearea **infrastructurii-pilot IRM-Q**⁵³ europene într-o serie de state membre. Această infrastructură va permite validarea clinică a sistemelor IRM cu tehnologii cuantice⁵⁴ și va oferi acces liber centrelor de cercetare acreditate, spitalelor și partenerilor din domeniu pentru a testa prototipurile aprobate de imagistică cuantică. Prin integrarea instrumentelor de analiză bazate pe IA, infrastructura va spori precizia diagnosticului, va sprijini intervenția în stadiu incipient și va contribui la reducerea cheltuielilor cu asistența medicală în ansamblu. În timp, această rețea va fi extinsă treptat în alte state membre.

De asemenea, Inițiativa privind cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică va continua să finanțeze dezvoltarea cercetării și dezvoltării senzorilor pentru IRM-Q și integrarea acestora în infrastructurile de cercetare în domeniul sănătății publice, deschizând calea pentru continuarea industrializării lor.

Pe lângă cele de mai sus, UE va continua să sprijine cercetarea privind ***o sensibilitate mai mare și noi contraste imagistice*** care vor deschide noi capacități de diagnosticare, de exemplu în neurologie (de exemplu, tulburări de conectivitate cerebrală în stadiu incipient în boala Alzheimer) sau oncologie (de exemplu, detectarea cancerului prin imagistică metabolică).

Pentru a-și promova în continuare poziționarea și planificarea strategică în domeniul tehnologiilor de detectare cuantică și al infrastructurilor de metrologie și testare, **UE va elabora o foaie de parcurs europeană coordonată privind detectarea, măsurarea și testarea cuantică** și va sprijini eforturile de standardizare corespunzătoare în colaborare cu institutele de metrologie și cu statele membre. De asemenea, un obiectiv important va fi asigurarea autonomiei strategice europene prin lanțuri de aprovizionare sigure și conforme pentru componentele și sistemele de detecție critice.

- Implementarea unui sistem distribuit de gravimetre în întreaga Europă [începând cu 2026]
- Publicarea unei foi de parcurs privind detectarea cuantică [2026]
- Crearea unei infrastructuri pilot europene pentru IRM-Q și extinderea acesteia în întreaga Europă [începând cu 2025]

⁵² <https://carioqa-quantumpathfinder.eu/>: coordonat de CNES, DLR și Airbus.

⁵³ [Diagnosticarea cu ajutorul imagisticii prin rezonanță magnetică metabolică cu tehnologii cuantice și bazată pe IA.](#)

⁵⁴ Acestea vor fi implementate sub forma unor studii clinice controlate în temeiul Regulamentului UE privind dispozitivele medicale.

2.3 Domeniul 3: Ecosistemul pentru Europa cuantică

Un ecosistem cuantic dinamic, interconectat și solid este esențial pentru capacitatea pe termen lung a Europei de a dezvolta și implementa tehnologii cuantice la scară largă. În prezent, ecosistemul cuantic european cuprinde aproximativ 70 de start-upuri și întreprinderi în fază de extindere, investitori în tehnologii profunde, organizații de cercetare și inovare, clustere naționale de competențe și lanțuri de aprovizionare industriale. **Totuși, acest ecosistem rămâne foarte fragil.** Ecosistemul este dominat de **start-upurile mici și de întreprinderile în fază de extindere care se confruntă cu obstacole semnificative în calea creșterii: fluxuri instabile de venituri, acces limitat la capitalul de extindere și cerere industrială limitată** pe termen scurt. În plus, UE nu dispune de furnizori de echipamente cuantice la scară largă și de utilizatori finali ancoră capabili să catalizeze cererea și să accelereze adoptarea industrială. Această deficiență structurală limitează atât investițiile private, cât și apariția lanțurilor de aprovizionare critice.

În lipsa unei intervenții coordonate și a unor căi accesibile către oportunități reale de piață, multe dintre aceste start-upuri riscă să dispară sau să se mute în ecosisteme mai favorabile din afara Europei.

Pentru a sprijini acest ecosistem, Europa trebuie să ia măsuri decisive pentru a promova industrializarea, a extinde actorii promițători, a asigura lanțuri de aprovizionare strategice, a dezvolta piețe-lider, a proteja activele strategice și a forma următoarea generație de profesioniști în domeniul tehnologiilor cuantice.

2.3.1 De la laborator la fabrică și la industrializare

Piața mondială a tehnologiilor cuantice este încă în curs de dezvoltare. De la cele 2-3 miliarde de euro din prezent, se preconizează că aceasta va ajunge la 155 de miliarde de euro până în 2040⁵⁵. Această creștere prospectivă implică necesitatea unei strategii de industrializare coordonate și unitare a UE, care să permită întreprinderilor europene să profite de această oportunitate viitoare.

Cipurile cuantice sunt factorul-cheie care stă la baza industrializării cuantice și a dezvoltării pieței. Cu toate acestea, în prezent, evoluția lor se află într-o etapă comparabilă cu cea a semiconducătorilor în urmă cu 30-40 de ani, majoritatea dispozitivelor cuantice actuale fiind în principal modele brevetate și, în mare măsură, fabricate manual.

Europa trebuie să se îndrepte rapid către prima producție de cipuri cuantice la scară largă, cu costuri reduse, utilizând, pe cât posibil, procese compatibile cu cele pentru microelectronică și fonică sau dezvoltând noi procese, dacă este necesar. Această abordare ar permite mobilizarea infrastructurii existente pentru semiconducători, reducerea costurilor și accelerarea procesului de introducere pe piață a cipurilor și dispozitivelor cuantice.

Urmând această direcție, UE va lansa în curând primele șase linii-pilot cuantice prin intermediul întreprinderii comune pentru cipuri, în conformitate cu Regulamentul privind cipurile⁵⁶. Beneficiind de o finanțare comună din partea UE și a statelor membre în valoare de 40-50 de milioane EUR pentru fiecare linie-pilot, acestea vor sprijini crearea de prototipuri în fază incipientă, validarea proiectării și dezvoltarea proceselor, încurajând în același timp cazurile practice de utilizare printr-o colaborare strânsă cu industria. Aceste șase linii-pilot vor extinde lucrările de bază ale liniilor-pilot experimentale ale inițiativei emblematice privind tehnologiile cuantice⁵⁷ la linii-pilot industriale.

În următorii 3-5 ani, aceste eforturi vor permite Europei să se maturizeze și să consolideze în continuare tehnologiile și procesele cuantice și alte procese generice, înainte de a construi

⁵⁵ [McKinsey Quantum Technology Monitor \(Monitorul tehnologiilor cuantice\) 2024.](#)

⁵⁶ (UE) 2023/1781: [Regulamentul european privind cipurile | Conturarea viitorului digital al Europei.](#)

⁵⁷ [QU-PILOT](#) și [QU-TEST.](#)

primele turnătorii pentru tehnologiile cuantice, în perspectiva anului 2030. Pentru a sprijini planificarea completă a industrializării și punerea sa în aplicare și în conformitate cu Busola UE pentru competitivitate, **Comisia va publica o foaie de parcurs la scară largă privind industrializarea cipurilor cuantice până în 2026.**

Întrucât instalațiile de proiectare și bibliotecile sunt esențiale pentru orice ecosistem de cipuri cuantice, UE va lansa **o instalație de proiectare cuantică** în cadrul întreprinderii comune pentru cipuri. Instalația va funcționa alături de platforma de proiectare bazată pe cloud a industriei semiconductoarelor și va fi conectată la liniile-pilot de tehnologii cuantice.

De asemenea, va fi nevoie de interoperabilitate tehnică și de noi standarde pentru a facilita industrializarea cuantică. Prin urmare, în 2026, UE va publica **o foaie de parcurs privind standardele europene pentru tehnologiile cuantice** și, împreună cu statele membre, va sprijini participarea activă a părților interesate din industrie în cadrul organismelor de standardizare europene și internaționale.

2.3.2 Consolidarea și extinderea ecosistemului cuantic european în curs de dezvoltare

Pentru ca ecosistemul cuantic european să se extindă cu adevărat, vor fi puse în aplicare următoarele măsuri.

În primul rând, **crearea unei rețele centralizate la nivel european de bancuri de testare cuantice cu acces liber.** Tehnologiile cuantice se bazează pe sisteme și laboratoare extrem de sensibile⁵⁸, care sunt complexe din punct de vedere tehnic și extrem de costisitoare. Acest lucru face ca majoritatea actorilor, în special IMM-urile și start-upurile, să construiască sau să întrețină astfel de instalații în mod independent. Pentru a extinde accesul la instalațiile de testare, la echipamentele dedicate și la posibilitățile de experimentare, instalațiile-pilot existente ale inițiativei emblematice privind tehnologiile cuantice sunt transformate într-o rețea centralizată la nivel european de platforme de testare cuantice cu acces liber. Aceste instalații vor oferi dezvoltatorilor, start-upurilor, IMM-urilor și cercetătorilor servicii și acces pentru testarea, validarea și evaluarea comparativă a dispozitivelor lor cuantice⁵⁹. Acest lucru va accelera tranziția de la prototip la piață și va sprijini eforturile de certificare, care sunt esențiale pentru apariția unor lanțuri de aprovizionare fiabile și pentru câștigarea încrederii clienților în toate sectoarele.

În al doilea rând, **extinderea clusterelor de competențe cuantice (Quantum Competence QCC).** Aceste clusteruri sunt deja integrate în ecosistemele naționale și regionale de inovare din mai multe state membre. Clusterurile sunt centre regionale care oferă infrastructură și servicii comune, conectând în același timp actorii din domeniul cercetării cu cei din industrie. Inițiativa privind cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică va sprijini extinderea și crearea de rețele între aceste clusteruri pentru a acoperi întreaga UE, inclusiv în statele membre care nu dispun încă de astfel de clusteruri. Clusterurile de competențe cuantice vor îndeplini rolul de centre de competențe distribuite, servind drept țesut de legătură al ecosistemului cuantic – conectând start-upurile, cercetătorii și partenerii industriali cu infrastructurile, liniile-pilot și instalațiile de proiectare din întreaga Uniune. Acestea vor promova colaborarea⁶⁰ și coerența în toate domeniile strategice cuantice – de la cercetare la industrializare, precum și dezvoltarea competențelor. Asemenea centrelor europene de inovare digitală (EDIH), clusterurile de competențe cuantice vor oferi servicii adaptate la punctele forte regionale, dar acestea vor fi integrate în cooperarea paneuropeană și o vor stimula.

⁵⁸ Instalațiile includ, printre altele, mediile ultra-curate, răcirea criogenică, sistemele de vid și electronica de control de precizie etc.

⁵⁹ În conformitate cu viitoarea [Strategie europeană privind infrastructurile de cercetare și tehnologie](#).

⁶⁰ În conformitate cu normele antitrust relevante ale UE, cum ar fi Orientările din 2023 privind aplicabilitatea articolului 101 din TFUE pentru acordurile de cooperare orizontală, după caz.

În al treilea rând, **promovarea mecanismelor de protecție a proprietății intelectuale (PI)**, astfel încât întreprinderile din domeniul tehnologiilor cuantice să le poată utiliza pentru a asigura controlul strategic asupra inovațiilor-cheie și pentru a preveni ieșirea de active critice.

În al patrulea rând, **accelerarea adoptării industriale a tehnologiilor cuantice**. UE va pune în aplicare o abordare coordonată pentru a încuraja utilizatorii principali atât în sectorul public, cât și în cel privat. În acest sens, **achizițiile publice vor fi un instrument-cheie pentru a stimula adoptarea dintr-un stadiu incipient și pentru a crea primele oportunități de piață**. Întreprinderea comună EuroHPC sprijină deja achiziționarea primelor calculatoare cuantice prin intermediul achizițiilor publice. În plus, Comisia va sprijini sistemele de achiziții publice orientate spre inovare care permit spitalelor, operatorilor de infrastructură, serviciilor publice critice și agențiilor guvernamentale să acționeze în calitate de clienți de lansare pentru soluții bazate pe tehnologiile cuantice. Acest lucru va fi sprijinit prin stimulente financiare și cadre de implementare adaptate pentru organismele publice care vor fi pregătite să acționeze ca primi jucători. Prin poziționarea **statelor membre ca primi cumpărători instituționali de tehnologii cuantice europene**, va fi transmis un semnal puternic piețelor și investitorilor, sprijinind astfel dezvoltarea ecosistemelor și viabilitatea comercială.

În al cincilea rând, **conectarea start-upurilor din domeniul tehnologiilor cuantice cu întreprinderile europene**. Acest lucru va fi esențial pentru extinderea pe piață a start-upurilor. Comisia, în cooperare cu ecosistemul cuantic⁶¹, va lansa provocări specifice fiecărui sector, în special în domeniul aerospațial, al autovehiculelor, al energiei, al producției, al logisticii și al produselor farmaceutice, pentru a încuraja marii actori industriali să devină parteneri strategici de codezvoltare și utilizatori principali.

În final, un ecosistem cuantic în creștere va necesita un aflus de talente corespunzătoare. Acest aspect este dezvoltat suplimentar în secțiunea 2.5 de mai jos.

2.3.3 Investițiile în start-upuri din domeniul tehnologiilor cuantice și în întreprinderile în fază de extindere

Dacă finanțarea de tip pre-seed și de tip seed este disponibilă la scară largă din surse publice, Europa atrage doar 5 % din finanțarea privată în domeniul tehnologiilor cuantice de la nivel mondial, comparativ cu o rată de peste 50 % atrasă de SUA. Acest deficit de finanțare este deosebit de pronunțat în etapele ulterioare de dezvoltare⁶², prezentând riscul ca start-upurile din UE să poată fi achiziționate de investitori din afara Europei, cu potențiale pierderi în ceea ce privește proprietatea intelectuală, tehnologiile critice, suveranitatea tehnologică și talentele.

Prin urmare, fondurile de investiții, inclusiv fondurile private sprijinite public, vor fi încurajate să atragă investiții substanțiale de capital pentru dezvoltarea tehnologiilor cuantice. Printre acestea se numără sprijinul din partea Fondului Consiliului European pentru Inovare (CEI)⁶³, a Inițiativei Grupului Băncii Europene de Investiții (BEI) „Campionii europeni în domeniul tehnologiei”⁶⁴ sau prin garanții de primă pierdere și sisteme adaptate de coinvestiții prin intermediul InvestEU.

Strategia UE privind start-upurile și întreprinderile în fază de extindere adoptată în mai 2025⁶⁵ a anunțat instituirea **Fondului „Scaleup Europe” (Fondul pentru extinderea**

⁶¹ [Pagina de internet](#) a Consorțiului european pentru industria cuantică – QuIC.

⁶² [The Future of European Competitiveness – A Competitiveness Strategy for Europe” \(Viitorul competitivității europene – O strategie privind competitivitatea pentru Europa\).](#)

⁶³ Între 2021 și 2024, CEI a alocat deja aproximativ 350 de milioane de euro pentru a stimula creșterea start-upurilor din domeniul tehnologiei cuantice. Investițiile suplimentare ale CEI în întreprinderi în fază de extindere din domeniul tehnologiilor cuantice de până la 30 de milioane de euro per întreprindere sunt pregătite în urma cererii de propuneri de extindere STEP a CEI, în cadrul platformei „Tehnologii strategice pentru Europa”.

⁶⁴ [Fondul de fonduri pentru sprijinirea campionilor europeni din domeniul tehnologiei.](#)

⁶⁵ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/jobs-and-economy/eu-startup-and-scaleup-strategy_en.

întreprinderilor din Europa) în cadrul Fondului CEI, pentru a mobiliza fonduri private semnificative și pentru a face investiții directe de capital în sectoare strategice. Strategia UE privind start-upurile și întreprinderile în fază de extindere oferă, de asemenea, soluții specifice menite să faciliteze accesul la finanțare, achiziții publice, piețe, servicii și talente pentru start-upurile și întreprinderile în fază de extindere inovatoare.

În plus, astfel cum s-a propus în evaluarea intermediară a politicii de coeziune⁶⁶, autoritățile de management ar putea utiliza oportunitatea, sprijinită prin stimulente și flexibilități, de a realoca fonduri pentru investiții, printre alte priorități, în obiectivele platformei „Tehnologii strategice pentru Europa” (STEP). Comisia îndeamnă statele membre și regiunile ca, atunci când realizează reprogramarea cu ocazia evaluării intermediare, să pună accentul pe întreprinderile revoluționare și inovatoare, ajutând întreprinderile care contribuie la sectoarele și lanțurile valorice strategice ale Europei, cum ar fi tehnologiile cuantice.

În final, în contextul uniunii economiilor și investițiilor⁶⁷, Comisia va prezenta măsuri care vor aborda fragmentarea serviciilor financiare pe piața unică și vor elimina obstacolele din calea investițiilor transfrontaliere fără sincope în UE, inclusiv în capitalul de risc, care este esențial pentru dezvoltarea tehnologiilor cuantice. Printre altele, UE va stimula investițiile de capital ale investitorilor instituționali; va simplifica normele de cotare în punerea în aplicare a Actului legislativ privind cotarea IMM-urilor; va propune măsuri de sprijinire a ieșirilor investitorilor din întreprinderile private; va explora, împreună cu BEI, inițiativele potențiale care vizează atragerea de investiții private în capital de risc și capital de creștere și eliminarea barierelor din calea procedurilor fiscale naționale⁶⁸.

2.3.4 Consolidarea securității lanțului de aprovizionare

Un ecosistem cuantic dinamic sprijinit de lanțuri de aprovizionare reziliente este esențial pentru consolidarea securității economice a Europei. Deși deschiderea de lungă durată a UE față de comerț, investiții și cercetare a fost și va rămâne de importanță majoră pentru dezvoltarea ecosistemului cuantic al Europei, ea prezintă și anumite provocări. Pe de o parte, întreprinderile și cercetătorii europeni din domeniul tehnologiilor cuantice se bazează pe fluxul continuu de aprovizionare din surse de încredere și obțin beneficii importante din acest flux. Pe de altă parte, aceste lanțuri de aprovizionare pot fi expuse riscului de a fi transformate în arme. Prin urmare, este esențial să se identifice și să se abordeze vulnerabilitățile critice din lanțul european de aprovizionare cuantică pentru a atenua riscurile care decurg din dependența excesivă a UE de surse din afara Europei. Prin urmare, cartografierea riscurilor și monitorizarea îndeaproape a evoluției ecosistemului cuantic în curs de dezvoltare reprezintă o parte esențială a abordării europene de creare a unui context european sănătos, securizat și competitiv al tehnologiei cuantice profunde.

În cadrul Strategiei europene pentru securitate economică⁶⁹, precum și în cadrul Observatorului tehnologiilor critice⁷⁰ și în strânsă cooperare cu părțile interesate și cu statele membre, **Comisia efectuează o evaluare a riscurilor tehnologiei cuantice la nivelul UE pentru a cartografia vulnerabilitățile lanțului de aprovizionare**, analizând în special materialele, componentele și tehnologiile-cheie. Scopul acestor evaluări este de a identifica dependențele strategice, potențialele blocaje și vulnerabilitățile sistemice din lanțul de aprovizionare cu tehnologie cuantică, de la materiale rare la componente de precizie, controlul electronicii și pachetele de software. Constatările vor sta la baza unor măsuri de atenuare specifice, inclusiv diversificarea

⁶⁶ „O politică de coeziune modernizată: evaluarea intermediară”, COM(2025) 163.

⁶⁷ O uniune a economiilor și a investițiilor - Comisia Europeană.

⁶⁸ Cu respectarea normelor corespunzătoare privind ajutorul de stat, după caz.

⁶⁹ JOIN(2023) 20 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>. Această strategie cuprinde, de asemenea, evaluări ale riscurilor în ceea ce privește securitatea tehnologică și scurgerile de tehnologie, pentru care tehnologiile cuantice reprezintă până în prezent unul dintre cele patru domenii de interes.

⁷⁰ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/eu-observatory-critical-technologies_en.

furnizorilor, consolidarea capacității de producție europene, crearea de parteneriate cu țările furnizoare în cadrul strategiei „Global Gateway” și mecanismele de partajare a riscurilor. Primele rezultate sunt așteptate în 2026. În plus, rolul pe care îl joacă tehnologiile cuantice în asigurarea securității și a ordinii publice a UE se reflectă în discuțiile privind inițiativele în curs și viitoare referitoare atât la investițiile primite, cât și la cele efectuate, precum și în contextul controlului exporturilor.

Pe baza constatărilor de mai sus, viitorul **Act legislativ privind tehnologiile cuantice** va sprijini în continuare consolidarea ecosistemului cuantic și, în sens mai larg, eforturile de industrializare de mai sus, stimulând statele membre și întreprinderile, investitorii și cercetătorii să investească în instalații de producție (pilot), sprijinind aceste activități sub egida unor inițiative la scară largă la nivelul UE sau a unor eforturi naționale sau regionale.

- Crearea a șase noi linii-pilot de producție cuantică în cadrul întreprinderii comune pentru cipuri pentru a extinde tehnologiile de la laborator la piață [2025]
- Publicarea unei foi de parcurs privind industrializarea cipurilor cuantice [2026]
- Lansarea unei instalații de proiectare cuantică [2026]
- Publicarea unei foi de parcurs privind standardele cuantice europene [2026]
- Extinderea rețelei de clustere de competențe cuantice [2026]
- Efectuarea și finalizarea evaluărilor vulnerabilităților lanțului de aprovizionare la nivelul UE [2025-2026]

2.4 Domeniul 4: Tehnologiile cuantice spațiale și cu dublă utilizare (securitate și apărare)

Tehnologiile cuantice au un potențial de dublă utilizare. Prin urmare, acestea sunt esențiale pentru consolidarea atât a competitivității Europei, cât și a autonomiei sale strategice în domeniul spațial, al securității și al apărării. Progresele recente înregistrate în domeniul tehnologiilor cuantice promit beneficii importante pentru apărare și securitate, inclusiv comunicații ultra-securizate, o mai bună detectare pe câmpul de luptă și o logistică optimizată. Cu toate acestea, ele pot prezenta riscuri și în cazul în care adversarii obțin un avantaj tehnologic. Pentru a valorifica pe deplin potențialul acestora, atenuând în același timp aceste riscuri, vor fi esențiale măsuri proactive de politică și de supraveghere, precum și o coordonare strânsă cu parteneri-cheie, cum ar fi Agenția Europeană de Apărare.

Tehnologiile cuantice în spațiu

Tehnologiile cuantice oferă oportunități semnificative din punct de vedere strategic pentru misiunile spațiale europene. Tehnologiile securizate de comunicații cuantice sunt deja integrate în principalele inițiative spațiale ale UE, inclusiv EuroQCI/IRIS² și misiunea Pathfinder de gravimetrie spațială cuantică. Activitățile spațiale ale UE acoperă, de asemenea, promovarea sistemelor inerțiale cuantice de navigație, inclusiv a prototipurilor bazate pe senzori optici cuantici în cadrul programului Galileo, pentru poziționarea autonomă în medii în care sistemele globale de navigație (GNSS) au fost dezactivate sau deghizate intenționat. Se preconizează că aceste prototipuri vor fi testate la bordul sateliților Galileo în următorii ani pentru a evalua potențialul lor de desfășurare operațională. În paralel, sunt evaluate și ceasurile cuantice pentru viitoarele modernizări ale sistemului de navigație Galileo. De asemenea, se preconizează că informatica cuantică va îmbunătăți ingineria spațială prin capacități computaționale avansate, inclusiv pentru îmbunătățirea înțelegerii universului de către oameni. De asemenea, un număr mare de aplicații spațiale bazate pe tehnologii cuantice au un mare potențial în scopuri militare și legate de informații secrete.

Împreună, aceste tehnologii cuantice promit progrese semnificative în ceea ce privește stabilitatea sincronizării, precizia și reziliența, consolidând autonomia strategică a Europei în ceea ce privește navigația prin satelit. Pentru a explora în continuare potențialul tehnologiilor

cuantice în spațiu, Comisia va extinde actualul cadru de cooperare cu Agenția Spațială Europeană (ESA) pentru a elabora în comun o **Foaie de parcurs privind tehnologia cuantică în spațiu** și pentru a asigura complementaritatea și sincronizarea activităților legate de spațiul cuantic.

Tehnologii cuantice pentru securitate și apărare

Potențialul de dublă utilizare al tehnologiilor cuantice echivalează cu faptul că progresele înregistrate de acestea pot aduce, de asemenea, beneficii semnificative aplicațiilor strategice de securitate și apărare. De exemplu, informatica cuantică ar putea transforma radical strategiile de apărare, permițând un proces decizional mai rapid și contribuind la soluționarea provocărilor operaționale și logistice complexe. De asemenea, poate contribui la conceperea de noi materiale de uz militar sau la protejarea informațiilor sensibile împotriva amenințărilor cibernetice.

Informatica cuantică este pregătită să transforme principalele aplicații de securitate și apărare, cum ar fi simulările fluxurilor de fluide la temperatură joasă, dinamica combustiei sau descoperirea unor materiale rezistente la căldură. Tehnologiile de detectare cuantică oferă capacități critice pentru apărare, inclusiv gravimetrie, magnetometrie și navigație inerțială foarte precise. Acești senzori permit detectarea structurilor subterane, urmărirea submarină și detectarea avansată a amenințărilor. În același timp, comunicațiile cuantice, în special distribuția cheilor cuantice, asigură schimbul ultra-securizat de informații între rețelele terestre și prin satelit, protejând datele militare și pe cele secrete împotriva spionajului sau a viitoarelor amenințări cibernetice bazate pe tehnologii cuantice. Prin urmare, atât tehnologiile de detecție, cât și cele de comunicații sunt factori-cheie pentru autonomia strategică și superioritatea operațională a Europei în contexte de apărare și securitate.

Actori de la nivel global, cum ar fi SUA⁷¹ și China, investesc masiv în aplicațiile spațiale și militare ale tehnologiilor cuantice, inclusiv în navigația independentă prin sistemul global de navigație prin satelit (GNSS), în comunicațiile securizate prin satelit și terestre, în tehnologia cuantică LIDAR⁷² și în radare cuantice îmbunătățite. De asemenea, tehnologiile cuantice au început să influențeze alianțele și cadrele de cooperare mai ample⁷³.

În UE, mai multe state membre⁷⁴ includ deja investiții în programele lor de apărare pentru dezvoltarea de tehnologii cuantice pregătite pentru apărare, cum ar fi senzorii cu atomi reci, senzorii cu diamante sau calculatoarele cuantice și explorează cazuri de utilizare, cum ar fi sincronizarea avansată, poziționarea fără GNSS și cartografierea fundului mării.

Pentru a consolida oportunitățile de investiții în tehnologiile de apărare cu dublă utilizare și critice în cadrul programelor UE, Comisia a prezentat recent o propunere⁷⁵ de modificare a domeniului de aplicare al instrumentelor relevante existente. De asemenea, Comisia a instituit măsuri de valorificare a tehnologiilor cu potențial de dublă utilizare, inclusiv a celor cuantice, pentru apărare, de exemplu prin acțiuni în cadrul Fondului european de apărare și al schemei UE de inovare în domeniul apărării (EUDIS).

⁷¹ Inițiativa privind evaluarea comparativă a tehnologiilor cuantice:

<https://www.darpa.mil/research/programs/quantum-benchmarking-initiative>.

⁷² O tehnologie cuantică LIDAR este un sistem de detectare și măsurare a distanței cu ajutorul luminii, care folosește proprietăți ale tehnologiei cuantice, precum inseparabilitatea, pentru a spori sensibilitatea și precizia în detectarea țintei și estimarea distanței dincolo de limitele clasice.

⁷³ De exemplu, [BRICS And Quantum Computing](#).

⁷⁴ De exemplu Franța (programul PROQCIMA privind senzorii cuantici pentru apărare - <https://quantique.france2030.gouv.fr/acces-aux-marches/programme-proqcima>), Germania (comunicații cuantice și detectare cuantică în cadrul BMBF), Italia (senzori cu atomi reci pentru navigația fără GNSS), Austria (ceasuri cuantice și senzori inerțiali), Finlanda (sisteme de detectare cuantică portabile pentru utilizare în apărare).

⁷⁵ [COM\(2025\) 188 din 22.4.2025](#): Propunere de regulament de modificare a Regulamentelor (UE) 2021/694, (UE) 2021/695, (UE) 2021/697, (UE) 2021/1153, (UE) 2023/1525 și (UE) 2024/795 în ceea ce privește stimularea investițiilor în domeniul apărării în bugetul UE pentru a pune în aplicare Planul „ReArm Europe”.

Premisa care stă la baza tuturor acestor activități este ca Europa să se asigure că evoluțiile cuantice rămân accesibile, sigure și nu fac obiectul reglementărilor privind exporturile din țări terțe, aliniindu-se în același timp la obiectivele europene în materie de apărare și securitate.

UE și NATO recunosc, de asemenea, tehnologiile cuantice drept factori determinanți esențiali pentru misiunile de informații, supraveghere, navigație și infrastructură securizată. În 2024, NATO a lansat Comunitatea transatlantică pentru tehnologii cuantice, cu scopul de a deveni „o alianță pregătită pentru tehnologiile cuantice”. Comisia și NATO se implică în domeniul tehnologiilor cuantice în cadrul dialogului structurat UE-NATO privind tehnologiile emergente și disruptive (EDT).

Strategia europeană de securitate internă ProtectEU, precum și Fondul european de apărare, identifică tehnologiile cuantice ca fiind un domeniu-cheie pentru asigurarea avantajului tehnologic și de securitate pe termen lung al UE. De asemenea, tehnologiile cuantice sunt menționate în **Cartea albă privind pregătirea pentru apărare a Europei 2030** ca având capacitatea de a perturba și de a transforma percepțiile tradiționale asupra războiului. Cartea albă anunță că Comisia va oferi progresele, inițiativele și programele cuantice relevante pentru elaborarea **Foii de parcurs tehnologice europene privind armamentul**. Acest lucru va accelera transformarea apărării, mobilizând investițiile în capacități tehnologice avansate cu dublă utilizare la nivelul UE, la nivel național și la nivel privat.

Pentru a coordona aceste eforturi, **Comisia va elabora o Foaie de parcurs dedicată privind tehnologia de detectare cuantică în spațiu și de apărare până în 2026**, aliniind prioritățile la nivelul comunităților civile, de securitate și de apărare. Acest lucru va contribui la coordonarea investițiilor în senzori cuantici de nouă generație, inclusiv pentru gravimetrie, navigație și detectarea avansată a amenințărilor.

În paralel, începând din 2026, UE va lansa inițiative de tip spin-in pentru a accelera adoptarea inovațiilor cuantice civile în aplicații de securitate și apărare. Aceste inițiative vor conecta întreprinderile și grupurile de cercetare de vârf cu actorii din domeniul apărării, contribuind la scurtarea ciclurilor de dezvoltare și consolidând avantajul tehnologic al Europei în ceea ce privește **capacitățile cu potențial de dublă utilizare**.

- Semnarea unui acord de cooperare cu AES pentru elaborarea unei foi de parcurs privind tehnologia cuantică în spațiu [T2 2025]
- Elaborarea unei foi de parcurs privind tehnologia de detectare în spațiu și de apărare [2026]
- Contribuție la Foaia de parcurs tehnologică europeană privind armamentul [T4 2025]
- Lansarea unor inițiative de tip spin-in pentru participarea întreprinderilor civile și a mediului academic la aplicații în domeniul apărării [începând cu 2026]

2.5 Domeniul 5: Competențele cuantice

Europa a dezvoltat o bază solidă de talente în domeniul tehnologiilor cuantice în mediul academic. Uniunea Europeană are cel mai mare număr de absolvenți în domenii relevante pentru tehnologia cuantică din întreaga lume în comparație cu populația sa, cu peste 110 000 de absolvenți⁷⁶ anual în fizică, TIC, inginerie și discipline conexe. În conformitate cu Agenda strategică pentru cercetare și industrie pentru 2030 a Inițiativei emblematice privind tehnologiile cuantice⁷⁷, Europa are peste 40 de programe de masterat specializate în tehnologii cuantice și inginerie cuantică. Totuși, acest număr este în continuare insuficient pentru a satisface cererea preconizată din partea start-upurilor și a industriei din UE, care se confruntă

⁷⁶ [Global Comparison of STEM Education \(Comparație la nivel global privind educația STEM\)](#) | SpringerLink.

⁷⁷ Strategic Research and Industry Agenda 2030 (Quantum Flagship) [Agenda strategică pentru cercetare și industrie pentru anul 2030 (Inițiativa emblemată privind tehnologiile cuantice)]: <https://qt.eu/media/pdf/Strategic-Research-and-Industry-Agenda-2030.pdf>

cu un deficit major de profesioniști cu competențe aplicate relevante. Deficitele sunt de cea mai mare importanță în domeniile aplicate⁷⁸, inclusiv ingineria software-ului cuantic, integrarea sistemelor și securitatea cibernetică cuantică, înregistrând întârzieri în cadrul parcursului de comercializare pentru start-upuri și întreprinderile în fază de extindere cu sediul în UE.

În cadrul Uniunii competențelor⁷⁹, Comisia adoptă câteva inițiative pentru a aborda deficitul de competențe, inclusiv pe cele legate de tehnologiile cuantice. Comisia va înființa, în 2026, o *Academie virtuală europeană de competențe în domeniul tehnologiilor cuantice*, care să servească drept punct de contact unic și central, oferind vizibilitate în ceea ce privește formarea în tehnologia cuantică și oportunități de aplicații practice la toate nivelurile de învățământ. În cadrul acestei inițiative, Comisia va încuraja colaborarea cu mediul academic, cu instituțiile de formare, cu comunitatea de cercetare și cu partenerii din industrie pentru a concepe și a furniza programe educaționale și module de formare de sine stătătoare printr-o abordare interdisciplinară. Programele vor include programe de învățământ comune la nivelurile ISCED 7 (masterat sau nivel echivalent) sau 8 (doctorat sau nivel echivalent) care conduc la obținerea unei diplome ce utilizează Sistemul european de acumulare și transfer al creditelor de studii (ECTS). Astfel de programe vor fi promovate prin târguri educaționale în mediul virtual și prin programe de burse.

În plus, pentru a promova competențele orientate spre viitor, Comisia va facilita dezvoltarea unor programe de studii europene comune inovatoare, inclusiv în sectoare strategice și în domenii tehnologice esențiale, cum ar fi tehnologiile cuantice, posibil prin intermediul unei diplome/etichete europene bazate pe criterii stabilite de comun acord.

Academia va sprijini, de asemenea, în conformitate cu obiectivul de a atrage și de a păstra talentele de la nivel mondial al Uniunii competențelor, programe de burse în domeniul tehnologiilor cuantice, care vor permite doctoranzilor cu înaltă calificare din UE și din afara UE, precum și tinerilor profesioniști care locuiesc în afara UE, să lucreze în UE.

Pentru a-și extinde și disemina activitățile, Academia va dezvolta practici de comunicare și de sensibilizare. Acestea vor include, printre altele, o pagină web dedicată, care va acționa ca **portal dedicat talentelor cuantice**, integrată în Platforma digitală pentru competențe și locuri de muncă, module de instruire a instructorilor pentru instructorii din învățământul universitar și secundar pentru a realiza alfabetizarea cuantică în educația timpurie, precum și schimbul de bune practici către statele membre și țările terțe eligibile.

Activitățile de comunicare ale Academiei virtuale vor viza creșterea gradului de sensibilizare a publicului, precum și îmbunătățirea înțelegerii societale, a încrederii și a angajamentului în cunoștință de cauză în materie de politici în domeniul tehnologiilor cuantice. Este important de remarcat faptul că activitățile sale de comunicare și de sensibilizare a publicului vor contribui, de asemenea, la sporirea diversității și la eliminarea disparității semnificative de gen încă prezente în forța de muncă din domeniul tehnologiilor cuantice din Europa⁸⁰.

Dacă Academia virtuală marchează un prim pas important, viziunea pe termen lung este de a crea academii multiple, în rețea, cu răspândire geografică în întreaga UE, legate de clusterelor de competențe cuantice, precum și de centrele de competență în materie de semiconductori, pentru a multiplica eficacitatea lor.

⁷⁸ [IQM-State-of-Quantum-2025.pdf](#), RAND Europa: Quantum's Future Workforce Needs More Than Physicists (Forța de muncă a viitorului nu are nevoie doar de fizicieni)

⁷⁹ [COM/2025/90 final](#).

⁸⁰ Există dezechilibre de gen semnificative în educația superioară și în carierele din domeniile STEM. A se vedea raportul [2024 She Figures](#).

În plus, în cadrul programului Europa digitală⁸¹, Comisia va sprijini un proiect-pilot pentru un **Program de ucenicie în domeniul tehnologiilor cuantice** pentru a pregăti un flux de specialiști în domeniul cuantic formați în proiecte din lumea reală și pregătiți să (re)între pe piața forței de muncă din UE, precum și pentru a introduce „programe de revenire pe piața muncii” pentru profesioniști. În plus, pentru a crea noi cercuri virtuozitate între mediul academic și industrie, Comisia va dezvolta începând din 2026 **concursuri europene în materie de competențe digitale avansate**, care vor implica tinerii în cocrearea de soluții bazate pe IA la principalele provocări societale și industriale și vor promova gândirea creativă și inovatoare.

Deoarece tehnologia se dezvoltă rapid, cerințele privind setul de competențe pentru profilurile profesionale legate de dezvoltarea și schimbarea tehnologiilor cuantice și, prin urmare, o monitorizare continuă a furnizorilor de educație și formare, precum și a nevoilor industriei și a cererilor de forță de muncă ar fi, de asemenea, esențiale. În cadrul Uniunii competențelor, Observatorul european al informațiilor privind competențele va monitoriza evoluțiile în timp util ale nevoilor în materie de competențe în sectoarele strategice din Europa.

Consiliul European pentru Inovare va lansa, de asemenea, în 2025, un program-pilot pentru **cercetătorii rezidenți în start-upuri din domeniul tehnologiei cuantice**. Această acțiune va promova amplasarea specifică ale cercetătorilor, în conformitate cu nevoile specifice ale întreprinderilor cu creștere puternică, facilitată de o platformă dedicată pentru a conecta cercetătorii cu start-upuri și întreprinderi în fază de extindere inovatoare.

În final, Comisia va lansa un **Program european de mobilitate a talentelor în domeniul tehnologiilor cuantice** pentru a stimula mobilitatea internațională a forței de muncă și dezvoltarea competențelor între UE, statele membre și țările partenere, inclusiv prin burse pentru doctorate din afara UE și profesioniști debutanți în tehnologiile cuantice, păstrând și sprijinind în același timp forța de muncă existentă pentru a evita exodul creierelor. Pentru a atrage, a dezvolta și a păstra cercetători internaționali de excelență în domeniul tehnologiilor cuantice, Comisia va desfășura, de asemenea, un program-pilot al schemei de acțiune Marie Skłodowska-Curie „**MSCA Alegeți Europa**”, care va cuprinde, printre altele, și cercetătorii în domeniul tehnologiilor cuantice.

- Înființarea Academiei europene de competențe în domeniul tehnologiilor cuantice [2026]
- Lansarea concursurilor europene de competențe digitale avansate în tehnologiile cuantice [începând din 2026]
- Lansarea unui program-pilot pentru cercetători rezidenți în start-upurile din domeniul tehnologiei cuantice [2025]
- Lansarea Programului european de mobilitate a talentelor în domeniul tehnologiilor cuantice [începând cu 2026]

3 Cadrul strategic de punere în aplicare pentru Europa cuantică

3.1 Principalele componente de punere în aplicare ale Strategiei pentru Europa cuantică

Domeniul tehnologiilor cuantice din Europa prezintă caracteristici unice: tehnologiile cuantice rămân în mare măsură în curs de dezvoltare, multe dintre componentele lor de bază – atât hardware, cât și software – aflându-se încă într-un stadiu incipient de maturitate. Dezvoltarea lor viitoare pe cale tradițională și liniară, de la cercetarea științifică fundamentală până la piață, ar necesita 10-15 ani. Pentru a accelera procesul, va fi pusă în aplicare următoarea **logică adaptată de punere în aplicare a ciclului de viață al tehnologiei**, care va integra strâns cercetarea, inovarea, infrastructura și crearea pieței în stadiu incipient într-o buclă constantă.

⁸¹<https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/opportunities/funding/digital-2025-skills-08-quantum-academy-step-sectoral-digital-skills-academies>.

O abordare bazată pe ciclul de viață este deosebit de importantă în ecosistemul european, deoarece există încă obstacole științifice și tehnologice importante⁸² în toate domeniile tehnologiilor cuantice, care trebuie abordate și transformate în tehnologii tangibile. Europa trebuie nu numai să rezolve aceste probleme, ci și să facă rapid trecerea de la soluțiile rezultate către aplicații pregătite pentru piață înainte ca concurenții de la nivel mondial să blocheze poziția dominantă strategică.

Pentru a aborda obstacolele științifice și tehnologice, Inițiativa privind cercetarea și inovarea pentru Europa cuantică (prezentată în secțiunea 2.1 de mai sus) va sprijini:

- **eforturi specifice în domeniul științei și tehnologiei**, axate pe soluționarea principalelor provocări actuale din domeniul științei și tehnologiei, care limitează progresele în toate domeniile tehnologiei cuantice. Acestea vor fi abordate în principal prin cereri de propuneri în domeniul științei și tehnologiei de sus în jos, care le completează pe cele obișnuite de jos în sus din știință și tehnologie.
- **activități disruptive de cercetare și inovare de piață și acțiuni specifice pentru maturizarea tehnologiilor cuantice și generice specifice**. Obiectivul este de a reduce riscurile inovării tehnologiilor cuantice și de a accelera transferul de descoperiri majore în materie de cercetare în vederea adoptării de către industrie.

În plus, pentru a consolida aspectele de mai sus, se va aplica următoarea abordare:

Un mecanism al marilor provocări

Marile provocări în domeniul tehnologiilor cuantice vor servi drept instrumente strategice pentru abordarea problemelor bine definite legate de tehnologia cuantică cu impact ridicat. Aceste mari provocări sunt concepute pentru a reuni oameni de știință, utilizatori industriali, producători, integratori și actori atât din domeniul tehnologiilor cuantice, cât și din cel al tehnologiilor generice, într-un efort coordonat, similar în ceea ce privește obiectivele și structura cu inițiativele anterioare orientate spre misiuni.

Acestea se vor concentra asupra start-upurilor/întreprinderilor în fază de extindere individuale pentru a le sprijini în punerea în aplicare a foii lor de parcurs tehnologice revoluționare printr-un proces de dezvoltare competitiv și bazat pe colaborare. O mare provocare îi va aduce laolaltă cu principalii utilizatori industriali și cercetători pentru a dezvolta în comun soluții cuantice critice și scalabile. Participarea utilizatorilor industriali principali este esențială pentru ca start-upurile să îndeplinească cerințele industriale și să își valideze tehnologiile în medii industriale. După caz, actorii din domeniul apărării, inclusiv ministerele apărării și întreprinderile din domeniul apărării, pot participa în calitate de utilizatori finali la marile provocări specifice.

Start-upurile/întreprinderile în fază de extindere selectate pentru marea provocare vor beneficia de un set combinat de instrumente (granturi, titluri de capital, împrumuturi sau alte instrumente de finanțare mixtă). Încă de la început, atât actorii financiari publici, cât și cei privați vor fi implicați pentru a asigura alinierea la obiectivele de investiții strategice și pentru a maximiza impactul.

Între 2025 și 2027, Comisia, împreună cu Banca Europeană de Investiții și cu statele membre, va realiza programe-pilot cu cel puțin două astfel de mari provocări. Primul se va concentra asupra sistemelor de calcul cuantic tolerante la erori, capabile să rezolve probleme industriale complexe; al doilea va viza sistemele de poziționare, navigație și sincronizare bazate

⁸² Printre exemplele de astfel de blocaje se numără informatica cuantică, schemele scalabile de corectare a erorilor cuantice, interconexiunile cuantice pentru arhitecturile modulare și aparatura electronică de control al echipamentelor criogenice; în comunicațiile cuantice, repetitoarele cuantice pe distanțe lungi, distribuția inseparabilităților indiferent de dispozitiv și rețele securizate, de încredere, fără noduri și în detectarea cuantică, gravimetre miniaturizate care pot fi implementate, sisteme IRM-Q de înaltă rezoluție și senzori inerțiali pentru navigația independentă prin GNSS.

pe parametri pentru mediile în care sistemele globale de navigație prin satelit nu funcționează. Sub rezerva finanțării disponibile, pot apărea mari provocări suplimentare, de exemplu, în imagistica medicală cu tehnologie cuantică (Q-MRI) pentru a sprijini diagnosticarea bolilor în fază incipientă și medicina personalizată.

O abordare bazată pe ciclul de viață al tehnologiei

Toate eforturile de mai sus vor fi susținute de o **abordare bazată pe ciclul de viață al tehnologiei, care integrează cele cinci domenii strategice ale Strategiei pentru Europa cuantică** într-un proces de dezvoltare coordonat și iterativ care să permită o iterație continuă între descoperire, dezvoltare, testare și implementare.

Infrastructurile publice de tehnologie cuantică din Europa și liniile-pilot prezentate în secțiunea 2.2 de mai sus sunt esențiale pentru acest model. Aceste instalații acționează ca o punte între cercetare și industrializare. Construirea, întreținerea și extinderea acestora oferă bazele fizice și organizaționale esențiale pentru consolidarea și cultivarea în continuare a întregului ecosistem cuantic. Acestea pot contribui la transpunerea cercetării în aplicații practice prin punerea la dispoziție a bancurilor de testare, a instalațiilor și a rețelelor necesare pentru a testa, valida și extinde progresele în materie de cercetare. Ele servesc, de asemenea, ca terenuri excelente pentru atragerea talentelor și dezvoltarea aplicațiilor practice și a cazurilor de utilizare. În cele din urmă, acestea ajută start-upurile din domeniul tehnologiilor cuantice și IMM-urile să aibă acces la cele mai recente platforme tehnologice și instalații de laborator, unde își pot dezvolta în continuare prototipurile și le pot pregăti pentru implementarea industrială. Rețeaua agregată de clustere de competențe cuantice va acționa în continuare ca un catalizator al acestei abordări virtuoză bazate pe ciclul de viață, reunind organizații de cercetare, start-upuri, întreprinderi în fază de extindere, mari industrii și furnizori de infrastructură, creând astfel punți între actorii științifici și cei industriali.

Pentru a se asigura că ciclul de viață este atât solid, cât și adecvat scopului, se vor stabili indicatori-cheie de performanță (KPI), urmărirea obiectivelor de etapă și analiza comparativă cu tehnologiile existente.

În final, acest model integrat aliniază strategiile UE și ale statelor membre prin concentrarea investițiilor pe obiective comune și prin crearea unor circuite de feedback coordonate. Aceasta evită suprapunerile, construiește masa critică și sporește influența Europei la nivel mondial în conturarea dezvoltării și implementării tehnologiilor cuantice.

4 Cooperare internațională

În contextul unei incertitudini geopolitice tot mai mari și al impactului său direct asupra investițiilor globale și a peisajului comercial, Europa trebuie să își protejeze interesele, menținându-și în același timp deschiderea și colaborând proactiv cu parteneri de încredere. Această noțiune se reflectă într-o serie de politici recente ale UE, inclusiv în Strategia sa digitală internațională și în Strategia sa pentru securitate economică.

Printre partenerii prioritari se numără țările care împărtășesc aceeași viziune, în special cele cu care UE se coordonează deja în ceea ce privește aspectele legate de tehnologie și de politica comercială în cadrul, de exemplu, al acordurilor de liber schimb, al consiliilor pentru comerț și tehnologie⁸³ sau al parteneriatelor digitale⁸⁴. Comisia intenționează să extindă această cooperare cu inițiative care acoperă programe comune de cercetare, cereri de propuneri coordonate, schimb de expertiză, acces reciproc la infrastructuri, cadre aliniate în materie de proprietate intelectuală și pregătirea de standarde la nivel global în domeniul tehnologiilor cuantice. De asemenea, își va uni forțele în ceea ce privește aplicațiile cuantice concrete în cadrul politicilor sectoriale, de exemplu pentru a dezvolta noi materiale. În acest context, UE

⁸³ Cu SUA și India.

⁸⁴ Cu Canada, Japonia, Singapore și Coreea de Sud.

va implementa proiecte comune de cercetare și inovare în domeniul tehnologiilor cuantice împreună cu Japonia, Republica Coreea și Canada.

UE va colabora, de asemenea, cu ecosistemele cuantice emergente, în creștere rapidă, care reprezintă oportunități economice pentru întreprinderile din UE, oferă un impuls competitiv industriei tehnologiilor cuantice a UE la nivel mondial și oferă întreprinderilor cuantice europene o modalitate de a diversifica parteneriatele și de a reduce dependențele. Această abordare va orienta parteneriatele bilaterale și multilaterale, bazate pe valori comune, pe încredere reciprocă și pe complementaritatea capacităților și a piețelor, asigurând în același timp niveluri adecvate de protecție a intereselor UE în domenii strategice.

În plus, UE își va consolida prezența în domeniul tehnologiilor cuantice în cadrul *forurilor* internaționale de standardizare, al dialogurilor comerciale și al alianțelor cuantice multilaterale⁸⁵.

Cu privire la toate cele de mai sus, Comisia va lucra în strânsă cooperare cu statele membre pentru a institui un cadru european coerent de cooperare internațională în domeniul cuantic, care să identifice țările prioritare și domeniile de colaborare structurată. De asemenea, va sprijini inițiativele diplomatice comune și dezvoltarea unor poziții europene comune privind tehnologiile cuantice, asigurându-se că vocea Europei este amplificată în conturarea guvernantei globale și a eticii în inovarea cuantică.

- Extinderea și lansarea de noi inițiative de cooperare bilaterală și multilaterală cu țări care împărtășesc aceeași viziune [începând cu 2025]
- Colaborare cu statele membre cu privire la un cadru european de cooperare internațională în domeniul tehnologiilor cuantice [începând cu 2025]

5 Guvernanța

O guvernanță solidă și favorabilă incluziunii la nivelul UE este esențială pentru a orienta, a coordona și a monitoriza punerea în aplicare a Strategiei pentru Europa cuantică, încurajând participarea întregii Uniuni, atât în ceea ce privește implicarea tuturor statelor membre, a reprezentanților tuturor tipurilor de părți interesate din domeniul tehnologiilor cuantice, cât și în ceea ce privește asigurarea echilibrului de gen.

În primul rând, **un comitet consultativ la nivel înalt**, care reunește oameni de știință și experți în tehnologie de vârf în domeniul cuantic, va oferi orientări strategice independente cu privire la punerea în aplicare a Strategiei pentru Europa cuantică.

În al doilea rând, un **cadru structurat de cooperare cu statele membre** va contribui la asigurarea unei puneri în aplicare coerente între programele de la nivelul UE și cele naționale, va coordona progresele anuale înregistrate pe durata ciclului de viață în cele cinci domenii strategice și va monitoriza evoluția securității și rezilienței lanțurilor de aprovizionare pentru tehnologiile cuantice și a componentelor lor critice. Un **grup dedicat de experți** care reunește toate statele membre⁸⁶ funcționează deja în mod activ și va fi implicat îndeaproape în activitatea viitoare a consiliului director al întreprinderii comune EuroHPC după modificarea regulamentului întreprinderii comune.

⁸⁵ În cadrul summitului G7 din iunie 2025, liderii au recunoscut potențialul transformator al tehnologiilor cuantice și s-au angajat să stimuleze investițiile, să promoveze cooperarea de încredere la nivel mondial și să consolideze legăturile dintre institutele naționale de măsurare prin intermediul unui grup de lucru comun al G7. A se vedea: [Kananaskis Common Vision for the Future of Quantum Technologies \(Viziunea comună de la Kananaskis pentru viitorul tehnologiilor cuantice\)](#).

⁸⁶ [Grupul european de coordonare pentru tehnologiile cuantice al reprezentanților statelor membre.](#)

În final, Comisia își va continua interacțiunile strânse cu întreaga comunitate cuantică europeană, inclusiv cu mediul academic, cu start-upurile, cu actorii industriali și cu părțile interesate din domeniul inovării, precum și cu reprezentanții acestora.

6 Concluzii

Tehnologiile cuantice se află într-un punct de cotitură. UE s-a impus ca lider mondial în cercetare în domeniul tehnologiilor cuantice și a creat o bază industrială competitivă. Cu toate acestea, cursa mondială pentru valorificarea tehnologiilor cuantice se întetește. Țările aflate pe poziții de top își intensifică investițiile publice, coordonează strategiile naționale și consolidează fluxurile de cercetare către industrie pentru a obține suveranitate tehnologică și avantaje economice. Potențialul de dublă utilizare al tehnologiilor cuantice poate, de asemenea, să consolideze capabilitățile de securitate și de apărare ale acestora. În același timp, investițiile private devin principalul factor de diferențiere între succes și eșec. Pentru ca Europa să rămână competitivă, să contureze valorile care stau la baza inovării cuantice și să profite pe deplin de avantajele economice, de securitate și de alte beneficii ale poziției de lider intelectual pe care o deține, trebuie să acționeze cu un sentiment de urgență, claritate și unitate.

Este momentul ca Europa să își asume rolul de lider. Această strategie nu este destinația, ci un cadru dinamic – un plan de execuție în mișcare – pentru viitorul cuantic al Europei. Strategia necesită angajamentul colectiv al UE, al statelor membre, al industriei, al mediului academic și al societății civile în general. Dacă vor avea succes, tehnologiile cuantice vor sta la baza următoarei revoluții tehnologice și vor sprijini competitivitatea UE, iar Europa se va afla în avangardă, stabilind condițiile pentru conturarea acestei revoluții.

ANEXĂ

Rezumatul acțiunilor strategice pentru Europa cuantică

Domeniul 1: Inițiativa privind cercetarea și inovarea în domeniul tehnologiilor cuantice
• Modificarea Regulamentului privind întreprinderea comună EuroHPC pentru a-i extinde domeniul de aplicare la toate tehnologiile cuantice și, într-o primă etapă, pentru a transfera activitățile cuantice de cercetare și inovare din cadrul al programului Orizont Europa la întreprinderea comună [T3 2025] • Prezentarea propunerii de act legislativ privind tehnologiile cuantice [2026] • Programe-pilot pentru două mari provocări (sisteme de calcul cuantic tolerante la erori și sisteme de poziționare, navigație și sincronizare cu tehnologii cuantice) [2025-2027]
Domeniul 2: Infrastructuri pentru Europa cuantică
• Publicarea foii de parcurs a UE privind calculul și simularea cuantică [2026] • Extinderea numărului și a capacității sistemelor de calcul cuantic bazate pe EuroHPC [începând cu 2026] • Instituirea unui cadru de monitorizare pentru informatica cuantică [2026] • Implementarea primei rețele experimentale de comunicații cuantice terestre și spațiale interconectate la nivelul UE [până în 2030] • Publicarea unei foi de parcurs privind comunicațiile cuantice [2026] • Lansarea unei facilități-pilot pentru internetul european cuantic [2026] • Implementarea unui sistem distribuit de gravimetre în întreaga Europă [începând cu 2026] • Publicarea unei foi de parcurs privind detectarea cuantică [2026] • Crearea unei infrastructuri pilot europene pentru IRM-Q și extinderea acesteia în întreaga Europă [începând cu 2025]
Domeniul 3: Ecosistemul pentru Europa cuantică
• Crearea a șase noi linii-pilot de producție cuantică în cadrul întreprinderii comune pentru cipuri [2025] • Lansarea unei instalații de proiectare cuantică [2026] • Publicarea unei foi de parcurs privind industrializarea cipurilor cuantice [2026] • Publicarea unei foi de parcurs privind standardele cuantice europene [2026] • Extinderea rețelei de clustere de competențe cuantice [2026] • Efectuarea și finalizarea evaluărilor la nivelul UE ale vulnerabilităților lanțului de aprovizionare [2025–2026]
Domeniul 4: Tehnologiile cuantice spațiale și cu potențial de dublă utilizare (Securitate și apărare)
• Semnarea unui acord de cooperare cu AES pentru elaborarea unei foi de parcurs privind tehnologia cuantică în spațiu [T2 2025] • Elaborarea unei foi de parcurs privind tehnologia de detectare în spațiu și de apărare [2026] • Contribuție la Foaia de parcurs tehnologică europeană privind armamentul [T4 2025] • Lansarea unor inițiative de tip spin-in pentru participarea întreprinderilor civile și a mediului academic la aplicații în domeniul apărării [începând cu 2026]
Domeniul 5: Competențele cuantice
• Înființarea Academiei europene de competențe în domeniul tehnologiilor cuantice [2026] • Lansarea concursurilor europene de competențe digitale avansate în tehnologiile cuantice [începând din 2026] • Lansarea unui program-pilot pentru cercetători rezidenți în start-upurile din domeniul tehnologiei cuantice [2025]

• Lansarea Programului european de mobilitate în domeniul tehnologiilor cuantice [începând cu 2026]
Cooperare internațională
• Lansarea de noi inițiative de cooperare bilaterală și multilaterală [începând cu 2025] • Colaborare cu statele membre pentru stabilirea unui cadru european de cooperare internațională în domeniul tehnologiilor cuantice [începând cu 2025]