



Direction générale des services
Direction des affaires juridiques et institutionnelles

Extrait des délibérations
du Conseil d'Administration de l'Université Grenoble Alpes
Séance du mardi 15 mars 2022

N°17 – D. 15.03.2022

L'an deux mil vingt-deux, le quinze mars à neuf heures, le conseil d'administration de l'Université Grenoble Alpes était rassemblé en séance plénière sous la présidence de Monsieur LAKHNECH Yassine, président.

Point à l'ordre du jour :

7.1.1. Création de la Fédération de Recherche Centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantiques de Grenoble (QuantAlps)

Membres présents : LAKHNECH Yassine, BERRUT Catherine, MERMILLOD Martial, SCOLAN Virginie, MERLE Elsa, BARBIER Emmanuel, BERZIN Corinne, SCHWARTZ Jean-Luc, LAMBLIN Jacob, LETUE Frédérique, LE ROY Anne, BESSIERES Bernard, ADAM Véronique, VINCENT Thierry, DEVILLERS Thibaut, RIFFARD Coline, FORESTIER Gérard, CHALON Nathalie, BORRAS Isabelle, MICHEL Mickaël, WITINDI Matis, JANAMI Selma, WARIN Malo, CHARLETY Arthur, VAN DER BEEK Cornelis, SAMSON Yves, DESPREZ Frédéric, FEIGE Jean-Jacques, SIMIAND Marie-Christine.

Membres représentés : TERRIER Laurent (donne procuration à RIFFARD Coline), BAILE Henri (donne procuration à VAN DER BEEK Cornelis), PUGEAT Véronique (donne procuration à SAMSON Yves), BOLF Edith (donne procuration à BORRAS Isabelle), VERNAY Pascale (donne procuration à FEIGE Jean-Jacques), DAUGUET Pascale (donne procuration à BERRUT Catherine), LABRIET Pierre (donne procuration à MERMILLOD Martial), SCOTTO D'ARDINO Laurent (donne procuration à Jean-Luc SCHWARTZ), PERSICO Simon (donne procuration à MERLE Elsa), DELACOUR Charlene (donne procuration à WARIN Malo), CORVAISIER Bénédicte (donne procuration à DESPREZ Frédéric).

Membres absents ou excusés : tous les autres membres.

La présente délibération peut faire l'objet d'un recours devant le Tribunal Administratif dans un délai de deux mois à compter de sa publication.

Vu les statuts de l'UGA et notamment l'article 16,
Vu l'avis favorable du conseil du pôle SHS du 10 novembre 2021,
Vu l'avis favorable du conseil scientifique de Grenoble INP du 18 novembre 2021,
Vu l'avis favorable du conseil du pôle PEM du 29 novembre 2021,
Vu l'avis favorable du conseil de la CSPM EUT du 7 décembre 2021,
Vu l'avis favorable du conseil de la CSPM H3S du 8 décembre 2021,
Vu l'avis favorable du conseil de la CSPM faculté des sciences du 13 janvier 2022,
Vu l'avis de la Commission de la Recherche de l'UGA du 20 janvier 2022,
Vu l'avis du Comité Technique de l'UGA du 15 février 2022,
Vu le passage en directoire de l'UGA le 18 février 2022,
Vu le passage en commission permanente de l'UGA le 3 mars 2022,

Considérant la proposition de création d'une structure fédérative inclusive stimulant l'émergence de communautés pluridisciplinaires et multi-sectorielles sur la base d'expertises internationalement reconnues dans le domaine des sciences et les technologies quantiques, afin de fédérer et de mettre en synergie les forces grenobloises du quantique ;

Considérant le projet de création de la Fédération de Recherche Centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantiques de Grenoble (QuantAlps) comme présenté en annexe ;

Considérant les principes encadrant cette fédération de recherche en annexe ;

Il est proposé au conseil d'administration d'approuver la création de Fédération de Recherche Centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantiques de Grenoble (QuantAlps).

Le résultat du vote est le suivant :

Membres en exercice	42
Membres présents	28
Membres représentés	11
Nombre de votants	39
Voix favorables	39
Voix défavorable	0
Abstention	0

Après en avoir délibéré le conseil d'administration approuve, à l'unanimité de ses membres présents et représentés, la création de Fédération de Recherche Centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantiques de Grenoble (QuantAlps).

La présente délibération peut faire l'objet d'un recours devant le Tribunal Administratif dans un délai de deux mois à compter de sa publication.

Publié le : 04/04/2022

Transmis au Rectorat le : 04/04/2022

Fait à Saint-Martin-d'Hères, le 15 mars 2022

Pour le Président et par délégation

Le Directeur général des services,
Jérôme PARET

Pour le Président
et par délégation
Le Directeur général des services
Jérôme PARET

La présente délibération peut faire l'objet d'un recours devant le Tribunal Administratif dans un délai de deux mois à compter de sa publication.

QuantAlps

Centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantiques de Grenoble

Résumé exécutif

Ce résumé exécutif motive la création de la fédération de recherche QuantAlps. En analysant le contexte international, les enjeux et nos forces locales, nous proposons une structure fédérative inclusive stimulant l'émergence de communautés pluri-disciplinaires et multi-sectorielles sur la base d'expertises internationalement reconnues. QuantAlps ambitionne de devenir un acteur majeur des technologies quantiques au niveau mondial à court terme, et sur la durée, de fonctionner en écosystème innovant pour les sciences quantiques.

Contexte

Contexte international -- Depuis ces dix dernières années, la recherche en physique quantique a été transformée par de nombreuses démonstrations expérimentales de qubits, donnant un caractère tangible aux algorithmes et prédictions théoriques. L'accès aux propriétés d'objets individuels est désormais suffisamment maîtrisé pour parler d'ingénierie quantique et envisager des applications qui pourraient révolutionner la société : on parle de seconde révolution quantique. Au niveau international, les efforts pour capturer ce potentiel de rupture ont conduit à une augmentation et à une hybridation de la communauté, et des financements accrus induisent une accélération forte du domaine.

Spécificités de l'écosystème grenoblois -- Grenoble possède historiquement deux atouts différenciant pour être un acteur majeur dans les sciences et les technologies quantiques. D'une part, le territoire regroupe des équipes de recherche fondamentale dont l'expertise est internationalement reconnue (théorie et expérience, des mathématiques à la physique en passant par l'informatique et le logiciel) et des équipes en recherche technologique qui bénéficient de plateformes de conception et de fabrication à l'état de l'art sur les mêmes sujets. D'autre part, les communautés de recherche et de formation ainsi que les industriels ont une tradition de collaboration incarnée par les trois Louis (Merlin Gérin, Weil, Néel) au milieu du XXème siècle.

Fort de cette dynamique, Grenoble a lancé dès 2017 une expérience pilote, Quantum Engineering Grenoble (Cross-Disciplinary Project QuEnG de l'IDEX et MCSA COFUND GreQuE), pour initier des synergies interdisciplinaires dans le champ de l'ingénierie quantique, créant un écosystème dense qui relie la philosophie et la sociologie à l'industrie, via la physique quantique, l'informatique et les mathématiques. Dans la continuité de cette expérience, nous avons identifié pour QuantAlps un périmètre scientifique autour de 5 axes avec fort potentiel d'interconnexion :

- **Ingénierie quantique & Hardware** : Manipulation cohérente et intrication contrôlée d'objets quantiques individuels. Cet axe rassemble les expertises autour de la nano-physique et des dispositifs quantiques, des supports pour l'information quantique et de la thermodynamique quantique.
- **Matière quantique** : Effets quantiques collectifs et nouveaux états de la matière. Cet axe rassemble les expertises autour du magnétisme quantique, de la matière topologique, des supras non-conventionnels, des matériaux 2D, des photons corrélés, des électrons corrélés, et des fluides quantiques.
- **Information quantique & Software** : Nouvelles techniques quantiques pour la manipulation, le traitement et le transfert de l'information. Cet axe rassemble nos expertises en algorithmes

quantiques, théorie de l'information quantique, théorie de la communication quantique, certification quantique, fondements de la théorie quantique, outils mathématiques.

- **Technologies capacitantes** : Technologies indispensables au travail des axes physiques "Ingénierie & Hardware quantique" et "Matière quantique" : élaboration, cryogénie, cryo-CMOS, spintronique. Recherche et Développement de nouveaux concepts technologiques prenant leur essor dans le monde académique avec des échanges, collaborations et transferts vers le tissu industriel régional et national.
- **Humanités pour le quantique** : Ontologie et fondements de la physique quantique, usages, impacts et éthique des technologies quantiques.

Ces cinq axes rassemblent les expertises de 200 chercheur.e.s et enseignant.e.s-chercheur.e.s réparti.e.s sur 18 unités de recherche.

Enjeux -- Dans ce contexte, Grenoble peut mettre à profit ses atouts uniques pour avoir un impact sur les technologies quantiques. Il s'agit de proposer des solutions et de résoudre des questions de recherche avant la compétition, féroce au niveau international car entre acteurs aguerris (groupements de chercheurs, grandes entreprises établies telles GAFAM, états, et nouveaux entrants). La densité exceptionnelle d'expertises présentes sur le site et leur mise en synergie en fait également un lieu naturel pour l'émergence de nouvelles idées et d'innovations de rupture, au-delà des technologies quantiques.

Ambitions

QuantAlps propose de fédérer et de mettre en synergie les forces grenobloises du quantique, en tirant parti de la dynamique impulsée par la stratégie d'accélération nationale et les initiatives locales d'excellence. QuantAlps a cinq objectifs principaux :

- Structurer un écosystème pour les technologies quantiques, interdisciplinaire et fortement couplé aux entreprises, pour répondre aux attentes de la stratégie nationale d'accélération et dans le prolongement des actions Quantum Engineering Grenoble. Il s'agira en particulier de façonner des boucles courtes et aborder de manière agile des problèmes complexes pluridisciplinaires et multi-sectoriels.
- Stimuler de nouvelles synergies interdisciplinaires et/ou intersectorielles à l'échelle de la fédération. QuantAlps fonctionnera comme un laboratoire d'idées au-delà de la stratégie nationale d'accélération. Cette mission consolidera Grenoble dans sa position de site-pilote, et d'écosystème innovant pour les sciences et les technologies quantiques.
- Promouvoir la formation dans le domaine des sciences et des technologies quantiques, avec une ouverture forte vers l'international, l'interdisciplinarité et l'intersectorialité. Une attention particulière sera portée aux ingénieur.e.s et docteur.e.s quantiques, qui sont au cœur de la stratégie nationale d'accélération.
- Accroître l'attractivité et la visibilité du site, notamment en développant des partenariats avec les centres quantiques nationaux et internationaux, et en favorisant les échanges et l'accueil d'étudiant.e.s et de chercheur.e.s.
- Se donner une réflexivité et inscrire nos actions dans une stratégie scientifique, industrielle, environnementale et sociétale, et dans le cadre d'une diplomatie scientifique à l'international ; cette stratégie sera construite en cohérence avec les priorités nationales.

Méthodologie

Afin d'atteindre ces objectifs, nous soutiendrons des actions qui stimulent l'innovation scientifique et technologique aux interfaces :

- Entre disciplines (physique/SHS, physique/informatique, physique/mathématique),
- entre les axes de notre périmètre scientifique, qui constituent des communautés structurées,

- entre la recherche fondamentale et l'industrie.

Cette méthodologie est originale au regard des outils existants aux échelles nationales et internationales, qui tendent à soutenir les efforts dans des champs disciplinaires bien définis. Notre soutien au développement d'interfaces se traduira par l'émergence de grandes communautés interdisciplinaires et intersectorielles à l'échelle de la fédération. Ces communautés - dont la taille dépasse largement celle des consortiums de recherche – contribueront activement à la définition d'outils conceptuels et de feuilles de route innovants. Elles se souderont autour de grands objectifs stratégiques, consolidés à l'aune de la réflexivité sociétale et environnementale. L'émergence de ces lieux d'intelligence collective confortera Grenoble dans sa position de site-pilote pour le développement d'écosystèmes innovants. Nous avons d'ores et déjà identifié cinq grands projets fédérateurs :

- **Calcul quantique** - 120 chercheur.e.s travaillant pour *i)* intensifier les connexions entre matériel et logiciel, *ii)* augmenter les synergies entre les différentes plateformes matérielles, *iii)* développer des nouveaux algorithmes de bas niveau en s'appuyant sur la synergie entre la physique et les mathématiques, *iv)* identifier des cas d'usage pouvant servir aux industriels locaux et nationaux utilisateurs de calcul intensif.
- **Simulation quantique** - 50 chercheur.e.s travaillant pour *i)* identifier les plateformes expérimentales les plus adaptées pour résoudre différentes classes de problèmes, *ii)* renforcer les liens entre les plateformes de simulation et la théorie, *iii)* repousser les frontières de la simulation classique de problèmes quantiques, *iv)* établir les standards de la simulation quantique dans des milieux bruyants
- **Capteurs quantiques** - 82 chercheur.e.s travaillant pour *i)* le développement de nouvelles générations de capteurs quantiques, *ii)* des démonstrations expérimentales de mesures dépassant la limite quantique, *iii)* des propositions théoriques de nouveaux protocoles.
- **Communication quantique** - 70 chercheur.e.s travaillant pour : *i)* la génération, la caractérisation et l'utilisation d'états multi-photons hautement intriqués, *ii)* la démonstration de plateformes intégrées, associant nœuds quantiques fixes et qubits volant pour la réalisation d'un processeur quantique multi-cœurs, *iii)* une amplification de la synergie entre expérimentateurs et théoriciens.
- **Recherche fondamentale transverse pour les technologies quantiques.** Relevant de l'axe des **Humanités**, 10 chercheur.e.s travaillant pour *i)* l'éthique des technologies quantiques *ii)* l'étude de l'ontologie quantique *iii)* l'impact des usages des technologies quantiques

Outils associés aux ambitions -- Notre soutien s'exercera sur les périmètres fortement connectés de la recherche, de l'innovation et de la formation.

- **Recherche** : Le soutien de QuantAlps se traduira par l'attribution de bourses de thèse et de master, la mise en place de campagnes de professeur.e.s invité.e.s, et l'organisation de grands workshops annuels par projet fédérateur, qui seront des temps forts pour la structuration et le rayonnement du site.
- **Innovation** : QuantAlps favorisera l'émergence de boucle courtes dans le respect des temps et des logiques propres de la recherche et de l'industrie, via l'aide au développement de collaboration de recherche entre académiques et industriels du site, à la création de startups, et la mise en relation entre chercheur.e.s, étudiant.e.s et ingénieur.e.s.
- **Formation** : L'Université et le monde enseignant constituent des acteurs-clefs pour la cohérence et l'attractivité de l'écosystème, qui se construisent dès le niveau Master. Sous l'égide de l'UGA et en synergie avec le programme thématique QUANTUM, QuantAlps soutiendra le lancement et la coordination de formations en lien avec le quantique au niveau

Master et Doctoral, pour ouvrir vers le monde de la recherche et de l'entreprise dès le Master.

Gouvernance -- Le projet sera coordonné par un comité de direction et un comité de pilotage composés d'une trentaine de chercheur.e.s et enseignant.e.s-chercheur.e.s représentatif.ve.s de l'ensemble des expertises scientifiques du site, qui lèveront et attribueront des fonds en cohérence avec les organismes financeurs (en particulier la stratégie nationale d'accélération pour les technologies quantiques, qui sera pour la période le financeur le plus conséquent) et les missions de la Fédération. Nos actions dans les domaines de la formation, des relations industrielles et internationales seront pilotées par des comités dédiés. QuantAlps bénéficiera également des conseils d'un comité de veille stratégique et d'un comité des tutelles, et agira en synergie avec les laboratoires et LabEx du site.

Budget -- Le fonctionnement de la structure sera financé par un récurrent des tutelles. Nous répondrons à divers appels d'offres de site (Stratégie d'accélération nationale, bpifrance, IdEx Univ. Grenoble-Alpes, programmes Cofund...), en lien avec les partenaires industriels (thèses Cifre, chaires industrielles...). QuantAlps démarchera également directement les financeurs potentiels (Région AURA). Enfin, QuantAlps ambitionne de devenir un outil collectif de levées de fonds pour tous les chercheur.e.s de la fédération. Un tel réseau large, coordonné et visible à Grenoble aidera grandement ses membres dans leurs demandes de moyens.

Unités de recherche impliquées

Laboratoire de QuantAlps	
1	GIPSA-Lab ; Laboratoire Grenoble Images Parole Signal Automatique
2	Institut Fourier ; Laboratoire de mathématique de Grenoble
3	SPINTEC ; Laboratoire spintronique et technologie des composants, membre de l'IRIG
4	DSBT ; Département des systèmes basses températures, membre de l'IRIG
5	MEM ; Laboratoire modélisation et exploration matériaux, membre de l'IRIG
6	PHELIOS ; Laboratoire photonique, électronique et ingénierie quantique, membre de l'IRIG
7	Leti ; Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information
8	LIG ; Laboratoire d'informatique de Grenoble
9	LIST ; Laboratoire des systèmes numériques intelligents
10	LNCMI ; Laboratoire national des champs magnétiques intenses
11	LPMMC ; Laboratoire de physique et modélisation des milieux condensés
12	Institut Néel ; Laboratoire de recherche fondamentale en physique de la matière condensée
13	PACTE ; Laboratoire de science sociale de Grenoble
14	TIMA ; Technique de l'informatique et de la microélectronique pour l'architecture des systèmes intégrés
15	Verimag ; Laboratoire de pointe du domaine des systèmes embarqués
16	Innovacs ; Fédération de recherche innovation, connaissances et société
17	IPHIG ; Institut de philosophie de Grenoble
18	Centre de recherche Inria Grenoble

QuantAlps

Centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantiques de Grenoble

Nous détaillons maintenant le projet en rappelant **I.** Les fondements de notre écosystème (2017-2021), puis en précisant **II.** Les missions et les actions de QuantAlps (2021-2026), **III.** L'organisation et la gouvernance de QuantAlps et **IV.** Le financement de QuantAlps.

I. Fondements de notre écosystème (2017-2021)

A. Historique (depuis 2017)

Cette première section présente brièvement les structurations de notre écosystème entre 2017 et 2021, en particulier les équipes mixtes, le labEx LANEF, et l'expérience pilote Quantum Engineering Grenoble.

L'expérience pilote Quantum Engineering Grenoble (2017-2021) -- En 2017, Grenoble a déjà réussi sa première révolution quantique lancée dès les années 1960 et se trouve à la pointe des nano-technologies avec un tissu industriel dense et une forte capacité d'innovation. Cette réussite s'est appuyée sur l'expertise historique et internationalement reconnue du site sur les propriétés quantiques de la matière à l'état solide. En parallèle, l'informatique quantique théorique est apparue au LIG dès l'année 2001 et s'est développée fortement avec Inria. Dans la perspective de la seconde révolution quantique, les programmes [Quantum Engineering Grenoble](#) (2017-2021, 3,6M€) soutenus par l'IdEx Univ. Grenoble Alpes et l'Union Européenne (action Marie Skłodowska-Curie Cofund) ont eu à cœur d'initier des synergies interdisciplinaires, créant un écosystème dense qui relie qui relie l'industrie au monde académique dans un grand nombre de disciplines : sociologie et philosophie, physique quantique fondamentale, science des matériaux, informatiques et mathématiques. L'initiative a donné lieu à un effet de levier important, de l'ordre de 25M€ ayant été levés pour des projets relevant des technologies quantiques sur la période.

En l'espace de deux ans, Quantum Engineering Grenoble a co-financé plus de 30 thèses environnées, deux Chaires, et l'animation du réseau par des séminaires, workshops et Quantum Days, en ciblant spécifiquement trois interfaces :

Physique quantique / Informatique & Mathématiques – Une synergie a été initiée, notamment au travers du financement d'une chaire d'excellence en calcul quantique, entre les chercheurs travaillant aux développements hardware et les informaticiens du site dans le but de créer des algorithmes et des langages de compilation au plus près des contraintes matérielles. Au niveau Master 1, un module d'enseignement interdisciplinaire a été créé entre le master de physique et l'ENSIMAG. Ce module de type « pédagogie inversée » comprenait notamment la programmation d'algorithmes quantiques élémentaires sur le

système IBM-Q. Enfin, des séminaires sur le calcul quantique ont été organisés régulièrement, et proposés à l'ensemble de la communauté QuenG.

Physique Quantique / Industrie -- Sur la trentaine de thèses financées, 25 thèses ont comporté un stage de 2 à 6 mois chez nos partenaires industriels. En accueillant des stages, en participant aux comités de sélection, les industriels ont pris connaissance de la grande qualité du vivier d'étudiants formés en recherche fondamentale à Grenoble. Ces échanges ont fait émerger de nouvelles thématiques de collaboration entre chercheurs et ingénieurs. Ils contribuent à une meilleure intégration des docteurs dans le tissu économique local et à une valorisation plus efficace de leurs travaux. La mise en place de séminaires innovation, la participation d'ingénieurs à nos cours de Master2 « Quantum Engineering » sont d'autres évidences de la volonté de construire une interface durable académie/industrie autour des technologies quantiques.

Physique quantique / Philosophie & Sociologie -- La deuxième révolution quantique a été initiée par des discussions métaphysiques entre Albert Einstein et Niels Bohr sur la complétude de la mécanique quantique, qui ont notamment nourri les travaux de John Stewart Bell quelques décennies plus tard. Un groupe de théoriciens reconnus travaillant sur les fondements de la Mécanique Quantique a permis le développement d'une interface très active avec la philosophie et la sociologie : intégration d'un groupe d'étudiants en sciences humaines à l'Institut Néel (un doctorant en philosophie, un doctorant en sociologie, un post-doc en philosophie), coordination d'une animation jouissant d'une visibilité internationale (voir notre [chaîne YouTube](#)). A notre connaissance, il s'agit d'une situation unique en France et très rare dans le monde (Vienne, Oxford, et Genève sont parmi les seuls sites où ont lieu de telles interactions) qui contribue d'une façon originale à la visibilité et à l'attractivité de Grenoble.

Les équipes mixtes -- Notre écosystème a également bénéficié de la mise en place de structures trans-tutelles, dites équipes mixtes. L'expertise pluri-décennale du site de Grenoble dans le domaine des matériaux opto-électroniques, historiquement portée par l'équipe mixte NanoPhotonique et Semiconducteurs (NPSC) au sein de l'Institut Néel et d'IRIG/PHELIQS s'est plus récemment étendue au domaine de la photonique quantique. D'autre part, diverses équipes étudiant les circuits quantiques électroniques au sein de l'Institut Néel, d'IRIG/PHELIQS, d'IRIG/MEM et du Leti se sont rassemblées dans une deuxième équipe mixte, Quantum Electronic Circuits Alps (QuantECA), depuis 2019. QuantECA rassemble les expertises en ingénierie quantique (en particulier qubits solides avec capacité de mise à l'échelle) et technologies capacitantes pour le développement de processeurs et de simulateurs quantiques. Enfin au sein d'Inria, une équipe en informatique quantique réunissant des chercheurs à Grenoble et à Lyon est en cours de création, en étroite collaboration avec des chercheurs au LIG et à l'ENS de Lyon. Les sujets de recherche de cette équipe comprendront la caractérisation et la certification de systèmes quantiques, les codes correcteurs d'erreurs quantiques et l'identification et les applications de nouvelles ressources quantiques.

Le LabEx LANEF -- Le LANEF est un « Laboratoire d'Excellence » créé en 2011 et associant six laboratoires de Grenoble (Institut Néel, IRIG, G2Elab, LNCMI, LPMMC et LiPhy). Au travers d'actions diverses (financement de bourses de thèse et de Chaires d'Excellence, d'équipements, soutien à l'animation...), cette entité trans-laboratoires structure efficacement une large communauté de physiciens autour de cinq défis scientifiques et sociétaux dont trois sont au cœur des thématiques quantiques : « Nanophysique et Ingénierie Quantique », « Matériaux quantiques » et « Nouvelles Frontières de la cryogénie ». Il a pour objectif de créer et dynamiser la synergie entre les équipes de recherches des différents laboratoires, de renforcer la formation au travers la recherche,

de stimuler les liens avec les partenaires R&D et le tissu industriel et de structurer des collaborations internationales.

B. Recensement (Mai 2021)

Afin de présenter une image fidèle de notre écosystème, un recensement des forces grenobloises des sciences et technologies quantiques a été entrepris au printemps 2021. Ce recensement s'est appuyé sur les pré-structurations présentées ci-dessus, et circonscrit le périmètre scientifique de QuantAlps autour de 5 axes avec fort potentiel d'interconnexion : **Ingénierie quantique & Hardware, Matière quantique, Information quantique & Software, Technologies capacitantes, Humanités pour le quantique**. Ces axes issus du LabEx LANEF ou pré-structurés par Quantum Engineering Grenoble constituent notre réservoir de forces locales, à partir desquelles nous avons développé notre projet de site (Voir [section II](#)). Près de 200 chercheur.e.s et enseignant.e.s-chercheur.e.s permanent.e.s répartis dans 18 laboratoires ont répondu à l'appel. Leurs expertises relèvent de la physique expérimentale et théorique, de l'informatique, des mathématiques, de la philosophie, de la sociologie et des nano-technologies. On présente ci-dessous les principales caractéristiques de ces axes sous forme de fiche signalétique.

Ingénierie quantique & Hardware

- o **Effectifs** : 100 participant.e.s dont 22% en commun avec l'axe Matière quantique, répartis sur l'IRIG, le Leti, l'Institut Fourier, le LIG, le LIST, le LNCMI, le LPMMC, l'Institut Néel, le laboratoire TIMA, et VERIMAG.
- o **Description : Manipulation cohérente et intrication contrôlée d'objets quantiques individuels**. Cet axe rassemble les expertises autour de la nano-physique et des dispositifs quantiques (nano-électronique quantique, photonique, spintronique, nano-mécanique), des supports pour l'information quantique (qubits supra ou semi-conducteur, qubits de spin, photons uniques) et de la thermodynamique quantique. Les thématiques de l'axe ingénierie quantique sont associées à une importante recherche fondamentale, notamment via ses thèmes transverses : transport quantique et optique quantique. D'autre part, la capacité à manipuler des objets quantiques individuellement constitue le point de départ de la deuxième révolution quantique, et une porte d'entrée vers les technologies quantiques.
- o **Discipline et pré-structuration** : Physique. Cet axe a été structuré par Quantum Engineering Grenoble et correspond à un des défis du LabEx LANEF.

Matière quantique

- o **Effectifs** : 90 participant.e.s dont 25% en commun avec l'axe Ingénierie quantique, répartis sur l'Institut Fourier, le Leti, l'IRIG, le LNCMI, le LPMMC, et l'Institut Néel.
- o **Description** : Effets quantiques collectifs et nouveaux états de la matière. Cet axe rassemble les expertises autour du magnétisme quantique, de la matière topologique, des supras non-conventionnels, des matériaux 2D, des photons corrélés, des électrons corrélés, et des fluides quantiques.
- o **Discipline et pré-structuration** : Physique. Cet axe correspond à un défi du LabEx LANEF. Ses thématiques, qui n'étaient pas dans le périmètre scientifique de Quantum Engineering

Grenoble, constituent une composante importante de la physique quantique à Grenoble. Si sa motivation première est la recherche fondamentale au temps long, son inclusion représente un enrichissement important des plateformes et des concepts pour les technologies quantiques, en particulier pour son potentiel dans les capteurs, les simulateurs et le calcul quantiques (voir [section II](#)). Elle stimulera aussi la naissance d'idées nouvelles au-delà de stratégie quantique nationale.

Information quantique & Software

- o **Effectifs** : 30 participant.e.s dont 54% en commun avec l'axe Ingénierie quantique, répartis sur le GIPSA-Lab, l'Institut Fourier, l'IRIG, le Leti, le LIG, le LIST, le LPMMC, L'institut Néel et VERIMAG.
- o **Description : Nouvelles techniques quantiques pour la manipulation, le traitement et le transfert de l'information.** Cet axe rassemble nos expertises en algorithmes quantiques (modèles de calcul et marches quantiques), théorie de l'information quantique (matrices aléatoires, codes correcteurs d'erreur), théorie de la communication quantique (cryptographie et réseaux quantiques), certification quantique (certification d'états quantiques, raisonnement automatisé, vérification, méthodes formelles, certification de protocoles, réécriture de graphes), fondements de la théorie quantique (non-localité, causalité, contextualité quantiques), outils mathématiques (optimisation convexe, machine learning classique, champs topologiques).
- o **Disciplines et pré-structuration** : Physique, Mathématique, Informatique. Cet axe interdisciplinaire est né de la dynamique déclenchée par Quantum Engineering Grenoble et la stratégie quantique nationale.

Humanités pour le quantique

- o **Effectifs** : 10 participant.e.s., répartis sur l'Institut de philosophie de Grenoble, PACTE et la fédération de recherche INNOVACS.
- o **Description** : Ontologie et fondements de la physique quantique, usages, impacts et éthique des technologies quantiques
- o **Disciplines et pré-structuration** : Physique, Philosophie, Sociologie. Cet axe inter-disciplinaire est né de la dynamique déclenchée par Quantum Engineering Grenoble. Cet axe n'est actuellement pas soutenu par la stratégie quantique nationale, mais fournit le cadre conceptuel nécessaire à son déploiement.

Technologies capacitantes

- o **Effectifs** : 90 participant.e.s., répartis sur l'IRIG, le Leti, le LIST, le LNCMI, l'Institut Néel, le laboratoire TIMA et VERIMAG.
- o **Description** : Technologies indispensables au travail des axes physiques "Ingénierie & Hardware quantique" et "Matière quantique" : élaboration, cryogénie, cryo-CMOS, spintronique. Recherche et Développement de nouveaux concepts technologiques prenant leur essor dans le monde académique avec des échanges, collaborations et transferts vers le tissu industriel régional et national.
- o **Disciplines et pré-structuration** : physique, technologie. Les défis « Nanophysics and Quantum Engineering », « Quantum Materials » et « New Frontiers in Crogenics » du Labex Lanef ont contribué à structurer une grande partie de la communauté

II. Les missions et les actions de QuantAlps (2021-2026)

Humanités pour le quantique	7	6	6	7	9
Information quantique & software	30	16	25	16	29
Matière quantique	28	26	12	42	65
Technologies capacitantes	60	20	33	43	56
Ingénierie quantique & Hardware	72	29	39	42	54
Axes de recherche	Calcul quantique	Simulation quantique	Communication quantique	Capteurs & Métrologie quantique	Autres synergies
Projets fédérateurs					

Figure 1. Périmètre scientifique de QuantAlps (lignes transverses) vs les projets fédérateurs soutenus par QuantAlps (lignes verticales). Les chiffres sont indicatifs et correspondent au recensement effectué en Mai 2021.

QuantAlps se construit sur un périmètre scientifique large et inclusif, pré-structuré par le LabEx LANEF et les équipes mixtes d'une part, et par Quantum Engineering Grenoble d'autre part. Il s'appuie sur un écosystème incomparable en termes de densités d'expertises académiques, technologiques et industrielles. QuantAlps se donne pour mission de stimuler, d'amplifier, et de pérenniser des dynamiques interdisciplinaires, intersectorales et inter-axes dans le cadre de ce périmètre large, en exploitant la méthodologie expérimentée avec succès par Quantum Engineering Grenoble.

Grenoble a été identifié avec Paris Saclay et Paris Centre comme l'un des trois grands « hubs » pour les technologies quantiques, appelé à jouer un rôle particulier dans la stratégie nationale d'accélération quantique. QuantAlps fournira la structure de ce « hub ». Les initiatives de ce type se sont récemment multipliées en France (Quantum@Saclay, Institut Quantique Occitan, PCQT, Naquidis...). D'autre part, le recensement et la réflexion collective qui en a résulté a révélé tout le potentiel du site pour enrichir la stratégie nationale d'accélération, mais aussi développer des projets plus exploratoires au-delà du plan quantique, et construire un laboratoire d'idées qui nourrira

l'après-stratégie quantique : QuantAlps ambitionne ainsi de devenir un générateur de synergies souple, versatile et durable.

Les missions portées par QuantAlps relèvent du soutien à la recherche et à l'innovation scientifique et technologique, de l'animation et de la communication, et de la formation (initiale et continue). Nous intégrerons nos actions dans le cadre d'une réflexion stratégique globale (scientifique, technologique, industrielle et sociétale) et à l'international d'une diplomatie scientifique, élaborée en cohérence avec les priorités nationales. Ce faisant, QuantAlps ambitionne de donner une nouvelle dimension au statut de site-pilote acquis par Grenoble : Celui d'un centre quantique visible et attractif, relai entre l'échelle locale et nationale, expérimentant les méthodes innovantes pour le développement des sciences et des technologies, en connexion forte avec les initiatives quantiques partenaires, nationales et internationales. On détaille dans cette section l'ensemble de ces missions.

Recherche & innovation

L'objectif de QuantAlps sur le plan de la recherche et de l'innovation est double : **i)** densifier un écosystème pour les technologies quantiques, interdisciplinaire et fortement couplé aux entreprises – et ce faisant, contribuer à l'éclosion de start-ups et **ii)** fonctionner en laboratoire d'idées et favoriser la naissance de nouvelles synergies interdisciplinaires et/ou intersectorales à l'échelle de la fédération.

Un écosystème pour les technologies quantiques

QuantAlps agira en faveur de la recherche et de l'innovation scientifique et technologique en soutenant les initiatives relevant de cinq grands projets fédérateurs *Technologies Quantiques*, mettant en synergie plusieurs axes et disciplines de QuantAlps : Calcul Quantique, Simulation Quantique, Capteurs Quantiques, Communication Quantique, Recherche fondamentale transverse pour les technologies quantiques – ce dernier projet incluant en particulier les sciences humaines et sociales (SHS). Le recensement a révélé un engagement massif pour ces projets fédérateurs, non seulement des participant.e.s aux axes déjà identifiés par Quantum Engineering Grenoble (ingénierie quantique, information quantique, humanités), mais également des communautés rejoignant QuantAlps (matière quantique, technologies capacitantes).

Le soutien de QuantAlps à ces technologies disruptives se traduira par :

L'attribution de bourses doctorales et de master. Un dimensionnement typique est fourni par les programmes Quantum Engineering Grenoble (15 thèses/an pendant 2 ans)

La coordination de l'animation et de la communication. On vise en particulier des workshops annuels pour les quatre grands projets fédérateurs, et une animation dédiée pour les projets transverses (voir ci-dessous et voir [section II.C.](#))

Des campagnes de chercheur.e.s invité.e.s. A titre de comparaison, Quantum Engineering Grenoble a financé 1 chaire d'excellence physique/informatique, et 1 chaire d'excellence physique/philosophie sur la durée du projet, ce qui a fortement contribué au développement des synergies visées.

Ces actions seront majoritairement financées par la stratégie nationale d'accélération et l'IdEx Univ. Grenoble-Alpes. Certaines de ces initiatives pourront être réalisées conjointement avec le LANEF, suivant une longue tradition de collaboration. On présente ci-dessous les forces locales et les objectifs visés sur la période, pour chaque grand projet fédérateur.

Calcul quantique

Définition et verrous : Le calcul quantique s'intéresse à la réalisation de calculs irréalisables avec des moyens classiques grâce à l'initialisation, la manipulation et la lecture de qubits individuels selon des algorithmes quantiques ou hybrides. Les verrous s'entendent tant sur le plan expérimental (par exemple la fabrication de matrices de qubits couplées à une électronique de pilotage, l'amélioration des figures de mérite des qubits telles que fidélité ou cohérence, la création de mémoires quantiques) que sur le plan théorique (la compréhension des mécanismes de décohérence à grande échelle, la mitigation et correction des erreurs, la modélisation de l'avantage quantique, la définition de benchmarks universels). D'un point de vue algorithmique, les questions sont aussi très nombreuses, en particulier avec le développement de processeurs quantiques réels : comment coupler un ordinateur quantique imparfait avec un supercalculateur et augmenter les performances de ce dernier, recherche de nouveaux algorithmes qui pourraient par exemple tirer bénéfice de mémoires quantiques... Pour finir au niveau génie logiciel, les questions telles que la vérification, la certification, la préparation des données pour le calcul sont au cœur des verrous à lever pour construire le champ du calcul quantique.

Nos forces : Près de 120 chercheurs développent des activités de recherche potentiellement valorisables pour le calcul quantique (dont 70 en ingénierie quantique, presque 60 sur les technologies habilitantes, une trentaine en logiciel et information quantique et 25 en matière quantique. Il est à noter qu'une dizaine de personnes s'y intéressent d'un point de vue des humanités).

Grenoble possède de nombreux atouts sur cette thématique du calcul. La recherche étudie une large gamme de qubits solides : supraconducteurs, aimants moléculaires, spins en matrice de silicium, sources de photons uniques. Par ailleurs, il existe une masse critique qui travaille sur les systèmes physiques innovants tels les matériaux 2D ou la matière topologique. Au niveau technologique, Grenoble rassemble sur un même site un continuum de moyens de fabrication uniques au monde allant des plus agiles et de recherche aux plus fiables et pré-industriels (salle blanche du Léti) voire industriels. Il existe par ailleurs une forte expertise en électronique de contrôle (RF, digital, analogique, amplificateurs paramétriques, etc.).

Au niveau théorique, nous possédons des forces en optique quantique, en transport quantique, et en énergétique du calcul. Au niveau de l'interface physique / informatique, les forces sont réparties autour des algorithmes (modèles de calcul, méthodes formelles, codes de correction d'erreur...) et de la certification (mesures de fidélité, test de corrélations, modélisation de l'avantage quantique). Par ailleurs, nous développons le lien entre algorithmes et matière quantique (codes topologiques). Tout ceci s'appuie sur des outils mathématiques avancés (matrices aléatoires, machine learning, réseaux de tenseurs). Enfin, nous avons identifié la présence à Grenoble d'expertises dans le domaine « classique » (par ex. sur les codes, la théorie de l'information, les techniques de vérification classiques) qui pourraient être bénéfiques dans la perspective d'une généralisation à un cadre « quantique ».

Nos objectifs « calcul quantique » :

Intensifier les connexions entre matériel et logiciel : Test d'algorithmes sur des petits systèmes (ex QEC, optimisation QAOA), vérification des systèmes expérimentaux de qubits grenoblois, dimensionnement des ressources et contraintes énergétiques d'un calcul quantique, exploitation des modèles développés pour comparer et optimiser différents choix technologiques, adaptation du logiciel aux réalités expérimentales (et vice versa par la prise

en compte des bruits, connectivités, nombre de qubits d'un côté et par les contraintes d'opérations et de parallélisme qui peuvent influencer l'architecture).

Augmenter les synergies entre les différentes plateformes matérielles : Réalisation de circuits identiques (QEC, Shor factoring, QAOA), et identification du bruit spécifique à chaque système expérimental, définition de figures de mérite et comparaison des différentes plateformes (y compris énergétiques), mutualisation des développements d'instrumentation et interface avec un logiciel commun, migration vers le cloud.

Développer des nouveaux algorithmes de bas niveau en s'appuyant sur la synergie entre la physique et les mathématiques : utilisation de la théorie des matrices aléatoires, développement de codes erreurs topologiques en connexions avec la matière quantique, partage d'outils mathématiques (Optimisation convexe, Machine learning...)

Identifier des cas d'usage pouvant servir aux industriels locaux et nationaux utilisateurs de calcul intensif : Arkema pour la modélisation de molécules, Naver pour la recherche dans des bases de données, Grenoble Alpes Métropole pour l'optimisation du trafic routier...

Simulation Quantique

Définition et verrous : Il existe des problèmes si complexes qu'ils ne peuvent pas être résolus par une simulation numérique classique. Par exemple, en physique de la matière condensée et en chimie computationnelle, simuler un Hamiltonien modèle peut exiger des ressources numériques et des temps de calculs trop grands pour être effectué avec un ordinateur classique. **L'idée principale de la simulation quantique est qu'il est possible de résoudre certains de ces problèmes en pilotant un système quantique expérimental.** La simulation quantique permet aussi de répondre à des questions ouvertes d'autres disciplines, telles que les problèmes d'optimisation ou le repliement des protéines. La simulation quantique est distincte du calcul quantique car elle n'implique pas nécessairement le traitement d'information quantique ou la capacité de manipuler chaque qubit séparément.

Des premiers simulateurs quantiques existent déjà, mais ils n'ont pas encore permis de dépasser les limites des simulations classiques. Les verrous expérimentaux à lever sont la capacité de mise à l'échelle (notamment, pour dépasser les tailles de systèmes accessibles à des simulations classiques), le contrôle des paramètres du modèle à simuler et la suppression d'ingrédients extrinsèques à ce modèle, ce qui devient d'autant plus problématique lorsque la taille du système augmente. Une perspective intéressante est l'intégration d'un simulateur quantique dans un système de calcul hybride. Sur le plan théorique, il est important d'identifier les questions ouvertes qui peuvent être résolues par une simulation quantique, les observables accessibles à la simulation, et les points forts de chaque simulateur pour un objectif donné. D'autres questions qui nécessitent un travail théorique sont la caractérisation des ingrédients extrinsèques qui affectent les performances de chaque simulateur, ainsi que l'analyse comparative des simulations classiques et quantiques.

Nos forces : 47 chercheurs grenoblois ont manifesté le souhait de contribuer au Projet Fédérateur « Simulation Quantique ». Parmi eux, 28 appartiennent à l'axe quantum engineering, 18 aux technologies habilitantes, 13 sont en logiciel et information quantique et 25 en matière quantique, et 6 s'y intéressent du point de vue des humanités, la grande majorité des chercheurs appartenant à plusieurs axes. La plupart des chercheurs (39 personnes) sont des physicien.ne.s, avec une répartition équilibrée entre théorie et expérience (17/22). Le panorama des participants expérimentateurs montre une grande richesse de plateformes physiques pour la simulation quantique qui sont potentiellement disponibles dans des laboratoires grenoblois : isolants magnétiques (SPINTEC), nanostructures photoniques (Néel, PHELIQS), spins électroniques et nucléaires (LNCMI), qubits de

spin (Néel, PHELIQS), matériaux bi-dimensionnels (Néel, PHELIQS), états topologiques dans des supraconducteurs (PHELIQS), qubits et circuits supraconducteurs (Néel), systèmes opto-mécaniques (Néel). Les compétences théoriques à Grenoble couvrent un large spectre de la théorie de la matière condensée, l'optique quantique et l'information quantique.

Nos objectifs « simulation quantique » :

Identifier les plateformes expérimentales les plus adaptées pour résoudre différentes classes de problèmes (théoriques)
Renforcer les liens entre le hardware des plateformes de simulation et la théorie de la simulation (physique théorique, mathématiques, informatique)
Repousser les frontières de la simulation classique de problèmes quantiques
Établir les standards de la simulation quantique dans des milieux bruyants

Capteurs Quantiques

Définition et verrous : La mesure d'une quantité physique ne peut pas être infiniment précise. La résolution théorique maximale est limitée par les fluctuations quantiques du système ou de l'appareil de mesure. On parle alors de limite quantique standard. Réaliser un capteur limité uniquement par ce bruit fondamental est déjà une réalité pour certaines quantités physiques telles que le nombre de photons ou d'électrons émis par une source. Grâce aux derniers progrès en nano-fabrication et en techniques expérimentales, le développement de nouvelles stratégies permettant de dépasser cette limite sont en plein essor. Citons par exemple VIRGO et LIGO, les deux interféromètres gravitationnels les plus sensibles jamais créés, et qui dépassent la résolution fixée par la limite quantique standard grâce à l'utilisation d'un faisceau de lumière préparé dans un état quantique particulier, dit « comprimé ». On désigne ainsi par le terme « capteur quantique », un appareil / une méthode de mesure qui approche ou dépasse la limite quantique standard.

Nos forces : 82 chercheurs grenoblois ont manifesté le souhait de contribuer au projet fédérateur « capteurs quantiques ». Parmi eux, 43 appartiennent à l'axe ingénierie quantique, 42 l'axe technologies capacitantes et autant à l'axe matière quantique, 16 en information quantique et 6 aux humanités. Ce recensement montre que la fédération peut s'afficher comme un acteur de très haut niveau dans la poursuite de ces objectifs, et ce dans un contexte hautement compétitif à l'échelle mondiale. Nous disposons de compétences à l'état de l'art pour la mesure du mouvement mécanique dans le régime quantique, pour des stratégies de mesure du champ THz, pour la mesure et la manipulation des photons (visible et micro-ondes) et des électrons dans le régime quantique, et pour la mesure de champ magnétique.

Nos objectifs « capteurs quantiques » :

QuantAlps contribuera au développement de nouvelles générations de capteurs quantiques basés sur des plateformes de matière condensée. Les grandeurs physiques typiquement concernées sont le temps (ex : la fréquence), la position, le mouvement mécanique (phonons, vibrations mécanique), la gravité, le courant, le champ magnétique, le spin, le champ électromagnétique (la longueur d'onde, la polarisation).
Nous réaliserons des **mesures ultra-sensibles approchant ou dépassant la limite quantique standard**, nous proposerons des **protocoles de mesures dans le régime quantique**, nous identifierons des phénomènes physiques pouvant être utilisés pour une **mesure quantique**.

De nouvelles propriétés et stratégies hautement pertinentes sont explorées tels que la **thermodynamique de la mesure quantique**, les ressources de la **topologie**, ou les **détecteurs à base de fluides quantiques**.

Ces activités seront soutenues par un savoir-faire technologique à l'état de l'art : micro-électronique et cryogénie de pointe, et techniques de microscopies, de nano-fabrication et magnétométrie.

Communication Quantique

Définition et verrous : La communication quantique est l'ensemble de procédés et méthodes exploitant les mécanismes quantiques pour transmettre l'information quantique de façon fidèle et confidentielle. Elle inclut notamment la cryptographie quantique et post-quantique, qui permettent de sécuriser la transmission d'informations sur de longues distances. Elle comprend aussi la réalisation d'interfaces quantiques, pour assurer la communication entre qubits de calcul et qubits volants sur puce pour concevoir des architectures de calcul quantique distribué. Même si plusieurs preuves de principes ont déjà été apportées, les composants nécessaires pour déployer ces technologies font encore l'objet d'intenses recherches. On peut citer en particulier la réalisation de sources d'états non-classiques de la lumière (photons uniques, paires de photons intriqués, états intriqués multi-photons « cluster », etc.) et l'amélioration des détecteurs, qui passe aussi par l'exploration de technologies de rupture. Le développement de répéteurs quantiques et de mémoires quantiques pour les communications à longue distance représente aussi un formidable défi.

Nos forces : Le recensement a confirmé les atouts de l'écosystème grenoblois dans ce contexte. Près de 70 chercheurs ont une activité en lien avec la communication quantique (dont 40 en ingénierie quantique, 30 sur les technologies habilitantes, 25 en information et software quantiques, une dizaine en matière quantiques, et 6 du côté des humanités). L'interdisciplinarité est particulièrement forte entre l'ingénierie quantique et les technologies habilitantes (une vingtaine des chercheurs travaillant dans les deux domaines) et entre l'ingénierie quantique et l'information et software quantique (avec une douzaine des chercheurs à cette interface).

Au niveau expérimental, l'écosystème grenoblois possède des compétences reconnues pour la génération d'états non-classiques de la lumière (en utilisant des émetteurs quantiques semi-conducteurs ou des cristaux non-linéaires) et pour la réalisation de détecteurs efficaces. Plusieurs systèmes sont explorés pour la réalisation d'interfaces matière/lumière (cette dernière étant comprise au sens large, optique ou micro-onde). La proximité de plateformes technologiques de haut niveau est également un atout clé pour le développement de circuits photoniques quantiques intégrés. Côté théorique, au-delà de la recherche en cryptographie quantique et post-quantique, les chercheurs grenoblois développent des approches pour caractériser les réseaux quantiques (structure, génération et transmission d'états intriqués, etc.), ainsi que des protocoles de communication robustes à la présence de bruit. Cette activité bénéficie notamment d'une expertise forte dans les outils mathématiques tels que l'optimisation convexe et les approches entropiques.

Nos objectifs « communication quantique » :

La génération, la caractérisation et l'utilisation d'**états multi-photons hautement intriqués** pour les communications quantiques. Cet objectif comprend la réalisation de sources de photons enchevêtrés, la certification de ces états en s'appuyant sur les expertises théoriques

et le développement et la démonstration des nouveaux protocoles de communication s'appuyant sur la distribution de ces états.

La démonstration de **plateformes intégrées, associant nœuds quantiques fixes et qubits volants**. Il s'agit ici d'un enjeu crucial pour la réalisation d'un processeur quantique multi-cœurs. Au-delà de la notion de bus, le développement d'interfaces intégrées associant optique et micro-onde vise plusieurs applications. Pour la partie purement optique, une mémoire quantique pourra servir de relais pour les dispositifs cryptographiques à longue distance. De son côté, l'interface spin-photon, mêlant optique et micro-onde dans un schéma de transduction quantique permettra une interconnexion entre nœuds quantiques distants par l'échange de photons.

Une amplification de la **synergie entre expérimentateurs et théoriciens**, par exemple dans le développement et la démonstration des protocoles de communication adaptés aux sources réalistes et bruitées.

Exemples de projets transverses relevant de l'axe Humanités pour le quantique

- ❖ **Ontologie quantique** : l'ontologie quantique identifie les entités et les caractéristiques du monde physique tel que décrit par les théories et/ou les expériences quantiques. Dans ce but, il s'agit de mettre en place un vrai dialogue interdisciplinaire, où d'une part les implications des théories et des expériences quantiques se trouvent clarifiées par les outils conceptuels de la philosophie des sciences et où, d'autre part, les discussions philosophiques traditionnelles liées à la nature du monde physique sont enrichies par les apports des théories quantiques. Ce pilier central du projet fédérateur transverse 'Humanités pour le Quantique' peut se développer sur un noyau solide de chercheurs provenant des différents axes de l'écosystème QuantAlps et ayant déjà une tradition de collaboration sur la philosophie et les fondements de la physique quantique.
- ❖ **Ethique des technologies quantiques** : Dans le contexte de la prochaine émergence de technologies quantiques dans les sociétés d'innovation, il s'agira de définir ce que le quantique change au fait technologique contemporain, mais également comment il le fait, notamment en relation aux jeux d'acteurs qui permettent son développement concret via la recherche, l'industrie, les usages et les marchés. Nous approfondirons les aspects éthiques et politiques des innovations quantiques, en particulier via la mise en place d'un cycle de séminaires et de tables rondes sur le modèle des actions mises en place au sein de MIAI.
- ❖ **Usages et impacts des sciences et technologies quantiques**. Il s'agit de proposer une approche interdisciplinaire de l'étude des innovations et applications commerciales des technologies quantiques ; d'associer les SHS à une démarche de recherche et d'innovation responsable dans les technologies quantiques tout en prenant en compte l'impact des technologies quantiques à l'environnement et à la société, enfin de développer des instruments d'évaluation de leurs impacts. Dans ce contexte, les sociologues du site pourront s'appuyer sur l'intérêt et la contribution des physicien.ne.s, mathématicien.ne.s et informaticien.ne.s du site (participation à des interviews et sondages).

Stimuler l'innovation pour les technologies quantiques

Malgré l'excellence de la recherche en sciences et technologies quantiques sur le site de Grenoble, la recherche fondamentale et l'industrie fonctionnent encore largement en silo. Il n'existe ainsi pas encore de start-up locale dans le domaine, qu'elle soit logicielle ou matérielle. QuantAlps oeuvrera pour le développement de boucles courtes, dans le respect des logiques et des temps propres de la recherche fondamentale et de l'industrie. Le déploiement des grands projets fédérateurs présentés ci-dessus s'opèrera en collaboration étroite avec les partenaires industriels afin de favoriser l'innovation, l'émergence de start-ups et l'emploi dans le bassin grenoblois - que ce soit sur les technologies quantiques elles-mêmes, sur les technologies habilitantes, ou sur les domaines inspirés par le quantique. En lien avec le LabEx LANEF, le comité Relations industrielles QuantAlps (voir [section III](#)) coordonnera et amplifiera les actions lancées dans le contexte de Quantum Engineering Grenoble, en particulier :

- Formation doctorale : Aide à la mise en place de stages ou coachings industriels au cours de la thèse, participation d'industriels dans les comités de sélection des programmes doctoraux.
- Organisation de sessions d'échange industriels/académiques pour stimuler de nouvelles collaborations de recherche et créer des opportunités de bourses Cifre, chaires industrielles, collaboration de recherche, ... Des discussions ont déjà eu lieu avec ST-Microelectronics, Air Liquide (cryogénie), Absolut System (cryogénie), Radiall (connectique RF), Teledyne E2V (conversion de données DAC/ADC), Diamfab (matériaux dopés pour capteurs quantiques) ...
- Veille stratégique et relais vers la communauté des opportunités ouvertes par la stratégie quantique nationale (Grands défis, appels d'offres bpifrance, PMT (programmes de maturité technologiques), PDI (programmes de développement industriel, ...))
- Sensibilisation au dépôt de brevets, suivi des programmes de (pré)-maturation, liens avec les SPV et SATT. Ces actions seront réalisées en lien avec le programme de transfert technologique du Labex LANEF.
- Promotion de l'écosystème vers les entreprises des technologies quantiques : nous avons déjà pris date avec Cambridge Quantum Computing, IQM Quantum Computers, ID Quantique, Riverlane, IBM...
- Organisation de séminaires innovation par ou pour les partenaires industriels.
- Développement de liens avec les réseaux professionnels locaux (Invest in Grenoble Alpes, Minalogic...), coordination des Journées Thématiques Minalogic sur les technologies quantiques.
- Alimentation et tenue à jour de l'onglet « Partenaires Industriels » sur le site internet QuantAlps.
- En lien avec le Comité Formation : Réflexion sur la formation des ingénieur.e.s et des docteur.e.s quantiques, mise en relation étudiants de master / industriels (séminaires, stages, actions ponctuelles), aide à la mise en place de formation tout au long de la vie destinée aux ingénieur.e.s du bassin industriel local.

Un laboratoire d'idées nouvelles

Au-delà de la stratégie nationale d'accélération, QuantAlps vise à créer les conditions favorables à l'émergence d'idées nouvelles à l'interface entre plusieurs disciplines, plusieurs axes du réseau, ou entre académie et industrie, dans le domaine des sciences et des technologies quantiques dans leur acception la plus large. Ces innovations scientifiques tireront pleinement parti de la richesse et de la complémentarité des expertises locales. Elle seront initiées en collaboration avec le LabEx LANEF par la mise en place d'une animation dédiée inter-axe (notamment matière

quantique/ingénierie quantique/information et software quantiques), et le soutien à des séjours de professeur.e.s et de chercheur.e.s. invité.e.s.

En parallèle, nous travaillerons à lever des fonds sans fléchage thématique spécifique (tels que les programmes Cofund), afin que QuantAlps soutienne des projets fédérateurs exploratoires, notamment via le financement de bourses de thèse engageant des synergies interdisciplinaires et/ou intersectorales et/ou à l'interface entre plusieurs axes (voir [section IV](#)).

Par ces actions, QuantAlps ambitionne de consolider Grenoble dans sa position de site pilote en lui permettant d'opérer comme un laboratoire d'idées, et de définir des contours thématiques nouveaux, au-delà des technologies quantiques.

Formation

Les actions présentées [section II.A](#) engagent le monde de la recherche et de l'innovation, et s'opèrent au niveau doctoral et au-delà. On aborde ici les actions autour de la formation en sciences et technologies quantiques. L'Université et le monde enseignant constituent des acteurs-clefs pour la cohérence et l'attractivité de l'écosystème, qui se construit dès le niveau master : dans ce sens, de nombreux centres quantiques dans le monde ([QuTech Academy](#), [Delft](#), [Master of Science Quantum Engineering](#), [ETH Zurich](#)...) se sont dotés de formations en langue anglaise sur les technologies quantiques pour attirer les meilleurs étudiants à l'international.

D'autre part, l'émergence de nouveaux métiers encouragée par la stratégie nationale d'accélération, tels que les ingénieur.e.s-docteur.e.s quantiques, appelle à une réflexion approfondie sur les méthodes de formation à adopter. Celles-ci se doivent de préserver le caractère généraliste d'enseignements disciplinaires et fondamentaux, tout en favorisant l'interdisciplinarité et l'esprit d'innovation, et l'absorption par le marché du travail. L'émergence des technologies quantiques crée également un besoin renouvelé de formation tout au long de la vie, des ingénieur.e.s devant ponctuellement se (re)-former aux concepts fondamentaux de la physique quantique.

Ces questions appellent à construire un dialogue entre universitaires de toutes disciplines, chercheur.e.s et des acteur.trice.s du tissu économique local. QuantAlps ambitionne de créer les conditions d'une telle réflexion inclusive, interdisciplinaire et intersectorielle, et de permettre ainsi la mise en place d'actions concertées qui bénéficieront à l'ensemble de l'écosystème.

Etat des lieux -- L'UGA propose historiquement une offre très large de cours fondamentaux autour de la physique quantique et de ses applications, ainsi que des enseignements plus spécialisés en information et ingénierie quantiques. Ces enseignements sont dispensés dans des filières de licence et de Master ([UFR PhITEM](#), [UFR IM2AG](#)) ainsi qu'en école d'ingénieur ([Grenoble INP - Phelma](#), [Université Grenoble Alpes](#), [ENSIMAG](#)). En physique, parmi ces formations, on trouve un parcours de Master en français ([M1 Recherche fondamentale](#) et [M2 Matière quantique](#)), des parcours d'école d'ingénieurs en français et en anglais (« 2A-IPHY Photonics and Microelectronics second year Engineer School », « 3A-IPHY-Photonics and semiconductors » M2) et des parcours de Master en anglais (« [Nanophysics-quantum physics](#) » M1, « [Quantum Information-Quantum Engineering](#) » M2, « [Nanophysics](#) » M2), et également un parcours [Erasmus-mundus \(EMM-Nano+ Erasmus-mundus Master programs\)](#) et un magistère de physique sur 3 ans (L3-M1-M2). En informatique et mathématiques, des enseignements spécifiques dans le domaine du quantique existent déjà et d'autres seront enseignés à partir de septembre 2021. Ces enseignements font partie du « [M2 Cybersecurity](#) » et du « [Master of Science in Informatics](#) ». Des modules d'introduction à

l'informatique quantique en 1ère année ingénieur/L3, ainsi que des travaux pratiques (sur simulateur ou ordinateur quantique) seront également proposés à partir de la rentrée 2021. Enfin, des liens existent avec les Sciences Humaines et Sociales afin de prendre en compte l'ontologie de la physique quantique et l'éthique des innovations quantiques (philosophie), mais aussi l'étude des usages portés par ces technologies de rupture (sociologie). Citons à titre d'exemple les cours de philosophie des sciences prodigués à l'IPHIG par la doctorante philosophe financée par Quantum Engineering Grenoble.

Le programme thématique QUANTUM -- Comme exposé [section II.A](#), l'écosystème grenoblois s'est structuré via l'attribution de bourses de thèse et l'installation de Chaires d'Excellence sur des projets interdisciplinaires, mais également la mise en place de séminaires aux interfaces. Cet effort de structuration se poursuit aujourd'hui dans le domaine de la formation, avec la mise en place d'enseignements coordonnés au niveau Master et école d'ingénieurs dès la rentrée de septembre 2021. Dans cette structuration, le programme thématique QUANTUM jouera un rôle central.

QUANTUM est structuré en 2 groupes de parcours : un groupe de parcours labellisants qui va regrouper, dès la rentrée 2021, des formations existantes à l'UFR PhITEM (programmes de Masters) et à l'école Grenoble INP - Phelma, Université Grenoble Alpes (filiales ingénieurs), et un groupe de parcours qui seront associés à des actions disciplinaires ou interdisciplinaires. Les parcours labellisants intègrent dans leurs syllabus des cours autour des propriétés quantiques de la matière et de la lumière et de leurs applications, et le nouveau parcours de M2 (en anglais) « Quantum Information-Quantum Engineering » qui débutera en septembre 2021. Les actions du programme viseront à : renforcer l'attractivité internationale via le financement de bourses de Master ciblées vers les étudiant.e.s étranger.ère.s, renforcer les enseignements disciplinaires sur les 2 années de Master et écoles d'ingénieurs, fédérer les étudiant.e.s (événements d'intégration) et développer des enseignements et projets interdisciplinaires (interfaces avec l'informatique, la micro-électronique, les mathématiques, et les humanités).

Comité Formation QuantAlp -- Sous l'égide d'UGA, QuantAlps souhaite initier une réflexion coordonnée entre les divers acteurs du site, et la mise en place d'actions concertées impliquant le monde enseignant, le monde de la recherche, et le monde de l'entreprise. QuantAlps contribuera également à la mise en place d'une stratégie de partenariats internationaux, via son Comité International et la cellule Relations Internationales de l'UGA. Ces actions seront pilotées par un Comité Formation composé de membres du bureau QUANTUM et d'universitaires experts dans les disciplines du périmètre scientifique de QuantAlps (mathématiques, mathématiques appliquées, informatique et sciences humaines et sociales).

Les actions du comité compléteront les actions mises en place au sein de QUANTUM. Elles incluent :

- La cartographie des enseignements du quantique et de leurs évolutions en temps réel
- Leur mise en visibilité via le site internet QuantAlps/onglet formation, notamment au niveau international.
- Le soutien à l'accueil dans les filiales et laboratoires grenoblois d'étudiant.e.s d'Universités étrangères (site internet clair et à jour, point de contact au sein du Comité Formation, bourses de master)
- Un soutien au lancement et à la coordination de formations en lien avec le quantique, au niveau Master et Doctoral.
- Une ouverture vers le monde de la recherche et de l'entreprise (en lien avec le comité Relations Industrielles) dès le Master (stages en laboratoire ou en entreprise, séminaires interdisciplinaires...)

- Un soutien à la mutualisation entre les différentes offres de formation et les différentes disciplines (mise en place de cours communs ou de cours de mise à niveau, par exemple via l'organisation d'écoles d'été).
- L'accompagnement et le portage des demandes locales au niveau national pour le soutien à la formation quantique, en cohérence et en complémentarité de la Graduate School de l'UGA.

Animation & communication

La communication et l'animation du réseau sont des missions essentielles, qui assurent en interne le développement d'un esprit commun et la naissance d'idées nouvelles, et en externe la visibilité et l'attractivité du site. Les actions relevant de ces missions seront discutées par le comité de pilotage et exécutées par un comité Communication et Animation. Elles seront coordonnées par un chargé de mission, avec le soutien d'un comité éditorial composé de représentant.e.s des services de communications des laboratoires et tutelles du site (Voir [section III](#)).

Communication interne et externe

- Mutualisation, synchronisation et diffusion efficace des actualités locales (séminaires, conférences, cours, offres d'emploi, highlights, ...) autour des sciences et technologies quantiques via les canaux les plus adaptés : mailing list, site web, newsletter, ...
- Développement d'un site web recensant les expertises locales, leurs collaborations sur site, nationales, internationales, et industrielles, les actualités locales, les offres de formation et les positions ouvertes
- Offre large de médiation et de promotion scientifique via différents médias (Podcast, lien avec la presse scientifique, industrielle et locale, participation aux événements scientifiques type Fête de la science, ...)
- Coordination et publication d'un rapport d'activité à mi-parcours et final, et d'une brochure QuantAlps

Animation aux interfaces

- Coordination de séminaires à l'interface informatique-physique quantique, dans la lignée du Quantum Engineering Seminar/Quantum Computing organisé par [Quantum Engineering Grenoble](#).
- Coordination de séminaires à l'interface humanités-physique quantique, dans la lignée du [Quantum Engineering Grenoble Online Reading Group](#) organisé par la Chaire d'Excellence de philosophie des sciences de Quantum Engineering Grenoble.
- Mise en place d'un cycle de séminaires et de tables rondes autour de l'éthique des technologies quantiques. Cette action répond à une forte demande locale. Elle sera coordonnée par la Chaire « éthique & IA » de MIAI.
- Organisation de journées annuelles respectivement dédiées au calcul quantique, à la communication quantique, à la simulation quantique et aux capteurs quantiques. Le Quantum Computing Day est organisé depuis 2018 dans le cadre des Leti Days fournira le modèle de ces événements thématiques, qui assureront la double fonction de réaliser un bilan annuel de nos projets fédérateurs et d'en assurer la promotion à l'échelle nationale et internationale.

- Organisation de journées prospective et de sessions de cours à l'interface matière quantique/ingénierie quantique/information quantique, en collaboration avec le LabEx LANEF et avec les pôles (ex. en lien avec les journées thématiques du pôle MSTIC).

Positionnement stratégique

Cette section présente comment QuantAlps intégrera ses actions dans un schéma stratégique, et se connectera aux centres quantiques nationaux et internationaux.

Veille stratégique -- De façon générale, QuantAlps vise à devenir un générateur de synergies - que ces synergies portent sur la stratégie nationale d'accélération, ou au-delà. L'ensemble des innovations scientifiques et technologiques produites par QuantAlps seront analysées, relayées, et éventuellement stimulées par un comité de veille stratégique composé d'académiques, de représentants de la société civile et d'industriels éminents ayant une vision des sciences et technologies, aux échelles nationale et internationale. Ce comité aura les missions suivantes :

- Contribuer à la compréhension collective des avancées scientifiques et technologiques mondiales dans le quantique.
- Offrir une réflexivité à la fédération en positionnant ses actions et ses réalisations dans un schéma plus vaste : stratégie industrielle (en lien avec le comité innovation), impact environnemental et sociétal (en lien avec l'axe Humanités et les recherches en énergétique du calcul), benchmarking des innovations et des découvertes dans un contexte international...
- Relayer et diffuser les résultats obtenus dans le cadre de QuantAlps vers d'autres structures, décideurs, financeurs, industriels, autres comités de veille stratégique (notamment inter-ministériels).

Lien avec les centres quantiques français (Quantum@Saclay, PCQT, Naquidis-Bordeaux, Centre Quantique Occitan, Centre quantique de Strasbourg...) - Afin d'optimiser l'efficacité et l'impact de la stratégie nationale d'accélération, il est essentiel de mettre en place une coordination des centres quantiques à l'échelle nationale. Outre le simple et essentiel échange d'informations, une telle coordination permettra la mise en place d'actions d'animation communes (en lien avec le GDR IQFA et les AMIs Formation de la stratégie nationale d'accélération), d'échange d'étudiants, d'harmonisation des sites internet, d'une stratégie commune de communication à l'international... Ces pistes avaient notamment été évoquées lors de rencontres entre les coordinatrices des 3 hubs (Saclay, Grenoble, Paris Centre), bpifrance et Le Lab Quantique. QuantAlps est prêt à prendre toute sa place dans une telle initiative, qui pourrait par exemple être pilotée par les ONR, UDICE et/ou bpifrance/Le Lab Quantique.

Liens avec les centres quantiques internationaux - Le développement de liens avec les centres quantiques internationaux est essentiel à l'excellence scientifique de Quantalps ainsi qu'à sa visibilité et à son attractivité. D'autre part, les technologies quantiques mettent en jeu la souveraineté nationale, sur le double plan de la sécurité et de l'économie. Les liens avec l'industrie, enfin, impliquent des problématiques de propriété intellectuelle et de connexion avec les marchés les plus dynamiques. Les liens à l'international, essentiels, doivent donc faire l'objet d'une réflexion stratégique en cohérence avec les grandes priorités nationales. Dans ce but, un comité relations internationales sera mis en place, qui assurera les fonctions suivantes :

- Conceptualiser et développer une stratégie scientifique à l'international (en lien avec les cellules internationales des tutelles, les centres quantiques français et internationaux, et en cohérence avec la stratégie nationale d'accélération). Cela inclut un état des lieux des collaborations existantes et une réflexion globale sur les motivations et la mise en œuvre des partenariats stratégiques. Une place particulière sera accordée aux Laboratoires de Recherche Internationaux (IRL) du CNRS, véritables avant-postes de la recherche française et portes d'entrée vers d'autres marchés en cas de couplage fort à l'innovation, nécessitant une réflexion approfondie sur le cadre juridique et la nature des coopérations à mettre en place. Cette réflexion pourra donner lieu à la rédaction d'une charte dédiée, en collaboration avec les centres quantiques français.
- En lien avec le comité formation QuantAlps et la cellule internationale de l'UGA, impulser et piloter des partenariats entre UGA et des centres universitaires internationaux dans le domaine des sciences et technologies quantiques. Il pourra s'agir d'échanges d'étudiants de Master, de schémas de co-financements de thèses entre universités partenaires sur des projets stratégiques, de thèses en cotutelles...Des contacts sont déjà pris avec Barcelone, Singapour, Naples, Tsukuba, Abu-Dhabi, et Sherbrooke. Ces actions tireront parti des importants financements dédiés à la formation dans le cadre de la stratégie nationale d'accélération.
- Promouvoir notre écosystème à l'international (en lien avec le comité Animation&Communication)

III. Organisation et gouvernance

Le fonctionnement de QuantAlps est schématisé ci-dessous. On présente ci-dessous le rôle et le mode de composition des différentes entités participant à la gouvernance, ainsi que les chercheur.e.s ayant accepté d'y participer. L'organigramme de la fédération n'est pas une structure figée, et de nouvelles forces pourront être intégrées à tout moment si elles en font la demande, après validation des comités de direction et de pilotage.



Comité des tutelles - Se compose d'un.e à deux représentant.e.s par tutelle de QuantAlps. Ses membres sont H. Courtois and V. Perrier (UGA), F. Desprez (Inria), P. Bayle-Guillemaud and Y. Samson (CEA), S. Tanzilli and F. Petroff (CNRS).

Il vérifie la cohérence des actions de QuantAlps avec les politiques des tutelles. Via les comités de direction et de formation, il est régulièrement informé des actions mises en place par QuantAlps, et convoqué de façon exceptionnelle pour statuer sur des points spécifiques.

COS (comité d'orientation stratégique) formation - Se compose de D. Dechenaud (VP Formation UGA), C. Chirat (Vice-présidente du CEVU de Grenoble INP), A. Vilcot (Directrice de Grenoble INP-Phelma, Université Grenoble Alpes), JL. Roch (Directeur de Grenoble INP-Ensimag), G. Henri (Directeur de l'UFR PHITEM) et C. Furget (Directeur adjoint PHITEM, chargé de la formation).

Comité des directions de laboratoire - Se compose des directeurs du LabEx LANEF et des laboratoires impliqués dans la fédération. Il assure la complémentarité des actions de QuantAlps avec les structures locales et permet de définir des stratégies et des actions communes, en particulier entre QuantAlps et le LabEx LANEF. Il est régulièrement informé des actions mises en place par QuantAlps, de par la composition du comité de pilotage et du comité de direction. Des membres de ce comité seront ponctuellement invités aux discussions entre le comité de direction et le comité de pilotage.

Comité de direction -- Il se réunit deux fois par mois. Composé de membres représentatifs des tutelles, il assure le pilotage global de la fédération en cohérence avec les tutelles et les chercheur.e.s de QuantAlps. C'est aussi l'instrument de liaison avec les pilotes de la stratégie quantique nationale et les autres centres quantiques français et internationaux. Le comité de direction assure également la veille stratégique et industrielle en lien avec les comités correspondants.

Alexia Auffèves (CNRS & Institut Néel, directrice), Franck Balestro (UGA & Institut Néel), Manuel Houzet (CEA-DRF & IRIG/PheliQs), Anna Minguzzi (CNRS & LPMMC, co-directrice), Hidde de Jong (Inria), Maud Vinet (CEA-Leti).

Comité de pilotage - Il est composé de chercheur.e.s répartis sur les 5 axes formant le périmètre scientifique de la fédération et impliquant des personnes de différentes disciplines. Chaque membre du comité représente l'ensemble des thèmes scientifiques qui constituent son axe. Chaque pilote d'axe est souligné. La composition de ce comité a la vocation d'évoluer dans le temps.

- **Ingénierie quantique & Hardware** : Chris Bauerle, Julien Claudon, François Lefloch, Tristan Meunier, Yann-Michel Niquet, Hermann Sellier, Robert Whitney
- **Matière quantique** : Rafik Ballou, Denis Basko, Sophie de Brion, Adolfo Grushin, Matthieu Jamet, Marc-Henri Julien
- **Information quantique & Software** : Alastair Abbott, Cyril Branciard, Cécilia Lancien, Alain Joye, Mehdi Mhalla, Valentin Savin, Benoît Vermersch
- **Technologies capacitantes** : Régis André, Vincent Baltz, Alain Girard, Klaus Hasselbach, Xavier Jehl, Stéphanie Robinet
- **Humanités pour le quantique** : Léa di Cioccio, Amélie Favreau, Vincent Lam, Séverine Louvel, Thierry Ménissier

Les pilotes des projets fédérateurs technologies quantiques sont issus du comité de pilotage et du directoire. Ils auront pour fonction d'assurer l'animation relevant de leur projet fédérateur (voir [section II.C](#)) et de contribuer à l'écriture des rapports d'activité.

- **Calcul quantique** : Benoît Vermersch (LPMMC-CNRS-UGA) et Maud Vinet (CEA -Leti)
- **Communication quantique** : Alastair Abbott (Inria) et Julien Claudon (CEA DRF-Pheliqs)
- **Capteurs quantiques** : Maxime Richard (Néel-CNRS) et Anna Minguzzi (LPMMC-CNRS)
- **Simulation quantique** : Denis Basko (LPMMC-CNRS) et Manuel Houzet (CEA DRF-Pheliqs)

Les projets fédérateurs de type fondamental & transverse relevant actuellement essentiellement des SHS seront pilotés par les responsables de l'axe Humanités pour le Quantique. Ce mode de fonctionnement sera ré-évalué si des projets de discipline différente émergent.

Le comité de pilotage se réunit avec le comité de direction, *a minima* tous les deux mois pour discuter et organiser les levées de fonds, rédiger et organiser les appels à projets locaux en cohérence avec les contraintes des organismes financeurs, organiser les actions d'animation et de communication. Les décisions seront prises collégialement.

Comité de formation -- Le comité, piloté par F. Balestro (UGA-PhITEM), se compose de membres du bureau de la SFR QUANTUM, complété de professeur.e.s issu.e.s des différentes disciplines scientifiques de QuantAlps (physique, informatique, mathématiques, ingénierie, SHS). Les membres actuels sont F. Balestro, M. Echenim (UGA-ENSIMAG), D. Ferrand (UGA-PhITEM-porteur du programme thématique QUANTUM), D. Perrin (UGA-IPhiG), C. Picard (UGA-ENSIMAG-co-responsable de la mention Mathématiques et Applications), A. Joye (UGA-Institut Fourier), J. Meyer

(UGA-PhITEM), L. Saminadayar (UGA-PhITEM), C. Winkelmann (CNRS-Institut Néel). Ses missions et actions sont présentées en [section II.B.](#)

Comité de veille stratégique - Il se compose d'experts extérieurs à l'organigramme de la fédération ayant développé une vision approfondie des sciences et technologies quantiques ou des technologies en compétition. Les missions de ce comité sont présentées [section II.D.](#) Ses membres pressentis sont Olivier Ezratty (consultant et auteur), Andreia Cathelin (ST), Christophe Jurzack (Quantonation), Michel Devoret (Yale), Carlo Beenakker (U Leiden), Elham Kashefi (CNRS, Vericloud, U Glasgow), ainsi qu'un.e philosophe des sciences (à déterminer). Ce comité sera mobilisé ponctuellement pour les manifestations annuelles de QuantAlps, et ses membres sollicités individuellement pour des missions de conseil spécifiques.

Comité Relations Internationales -- Les missions de ce comité sont détaillées dans la [section II.D.](#) Il sera piloté par David Ferrand (UGA & Néel) et Pierre Lemonde (CNRS & Néel, responsable des relations internationales à l'Institut Néel). David Ferrand coordonne le programme thématique QUANTUM de la Graduate School. Il gèrera essentiellement les partenariats stratégiques universitaires et les échanges d'étudiants, en particulier au niveau Master. Pierre Lemonde a été conseiller scientifique dans les ambassades de Prétoria (Afrique du Sud) et de Pékin (Chine). Sa vision sur les enjeux d'une diplomatie scientifique est notamment présentée ici (<https://www.franceculture.fr/emissions/esprit-de-justice/lenjeu-crucial-dune-diplomatie-scientifique-e-europeenne>)

Comité Relations Industrielles - Ce comité sera piloté par Thierry Chanelière (CNRS-Institut Néel & Correspondant valorisation pour le CNRS), se compose également de Jean-Michel Goiran (CEA). Ses missions et actions sont détaillées dans la [section II.A.2.](#) Il pourra s'enrichir de la participation d'industriels locaux sur le modèle de l'Innovation Board mis en place par Quantum Engineering Grenoble.

Comité Animation & Communication - Piloté par Pierre Chirsén, chargé de mission communication et aide au pilotage QuantAlps. Ce comité se compose de représentant.e.s des services communications des laboratoires et tutelles de la fédération. Ses missions et actions sont détaillées dans la [section II.C.](#)

IV. Le financement de QuantAlps

Crédits demandés			Dépenses		
Dotation Récurrente			RH		
		120000			55000
CNRS	30000		Chargé de mission QuantAlps	40000	
INRIA	30000		Gestionnaires administratif et financier	15000	
UGA	30000		Communication		
CEA	30000				6000
			Logiciels & licences	1230	
			Impressions (carte de visite / plaquette)	1300	
			Graphisme	1500	
			Consommables	1970	
			Animation projets fédérateurs (4 journées scientifiques / an		
					34000
			Location salle / matériel	8000	
			Captation audio / vidéo	8000	
			Restauration / pauses cafés (25 € / J / Personne	15000	
			Invitations (missions) (6 / an)	3000	
			Animation inter-axes		
					25000
			Cours interface	1.2500	
			Journées prospectives	1.2500	
Total		120000	Total		120000

Afin de créer QuantAlps et d'initier la structuration, nous demandons à nos tutelles un engagement de **120k€ pour 2022** (equi-répartis entre CEA, UGA, CNRS et Inria). Il s'agit de financements non fléchés thématiquement, qui seront consommés en frais RH pour le fonctionnement de QuantAlps (chargé de mission temps plein – voir fiche de poste [Annexe B](#) ; gestionnaires administratif et financier à temps partiel), pour l'animation et la communication (voir Sec.II pour les détails: animation aux interfaces, organisation des journées annuelles et prospectives, communication via la page web, captation et diffusion des séminaires,...). Les chercheur.e.s et professeur.e.s invité.e.s seront financés par des ETPT CNRS. Le tableau ci-dessus résume et précise les postes de dépenses pour cette première année. Ce financement récurrent pourra être revu à la baisse à partir de 2023, date à laquelle nous espérons avoir levé des fonds permettant de financer ces mêmes postes de dépense.

Autres financements - Nous présentons ci-dessous les financements auxquels QuantAlps répondra. Nous espérons un effet de levier majeur vis-à-vis du financement des tutelles (montant typique des financements demandés sur 5 ans : 14M€). En cas d'obtention des fonds, les appels d'offres QuantAlps seront rédigés en adéquation avec les règles des organismes financeurs par les comités de direction et de pilotage. La définition précise du budget se fera après obtention d'une vision globale sur les levées de fonds. Le budget de QuantAlps sera discuté au minimum annuellement par les comités de direction et de pilotage, et ponctuellement lors de l'obtention de nouveaux fonds.

- **CD-Tools** (projet déposé) : **Le montant demandé est de 500k€ sur 4 ans.** Il s'agit de financements de type « Crossed Disciplinary » de l'IdEx Univ. Grenoble-Alpes, qui soutiennent des actions interdisciplinaires. Avec ce projet, QuantAlps soutiendra des initiatives aux interfaces physique quantique / informatique / mathématiques / humanités (philosophie et sociologie), qui ne peuvent pas être financées par la stratégie nationale sur les technologies quantiques. Le projet est organisé selon trois lignes: i) *Humanities for quantum*; ii) *Sustainable Quantum*, et iii) *Incubator for new interdisciplinary projects*. Le soutien financier demandé est pour le recrutement de Chaires d'Excellence/post-doc en SHS, pour le déploiement des actions pour l'estimation de l'impact des technologies quantiques à l'environnement et pour l'animation de la communauté de QuantAlps.

- **COFUND QuanG** (en cours de dépôt). Nous demandons 36 bourses de thèse cofinancées couvrant tous les axes de la fédération. Il s'agit de thèses environnées, avec des contraintes de mobilité pour les candidats recrutés, et un stage de 2 mois obligatoire en entreprise ou 4 mois dans un laboratoire de recherche à l'international.
- **Stratégie nationale d'accélération sur les technologies quantiques** (en cours de dépôt) : Entre 2022 et 2024, la stratégie d'accélération est dimensionnée pour financer des contrats doctoraux à hauteur de 23,1M€ à l'échelle nationale. Au vu de sa masse critique et sous réserve d'obtention du projet, Grenoble peut raisonnablement espérer décrocher de l'ordre de 5,8M€ à distribuer sous forme de bourses de thèses pour des projets relevant des technologies quantiques (4 piliers + fondamental transverse). Cela représente 16 bourses de thèse environnées par an à distribuer sur 6 appels joints avec le LabEx LANEF (printemps et automne 2022, 2023, 2024). En parallèle, Grenoble peut espérer décrocher de l'ordre de 6,9M€ pour financer des bourses de Master, de stage, d'ingénieur pédagogique, d'heures d'enseignement et de soutien à des actions interdisciplinaires.

Enfin, QuantAlps répondra à des appels d'offres thématiquement plus larges (bpifrance, projets européens...) afin de soutenir des projets exploratoires. D'autres stratégies de financement provenant de nos partenaires industriels et internationaux (par exemple thèses Cifre, chaires industrielles...) pourront aussi contribuer au fonctionnement de la fédération. Enfin, QuantAlps envisage de démarcher la région AURA dès sa création, en partenariat avec le centre quantique de Lyon-Saint Etienne (en construction).

Au-delà de ces objectifs pré-ciblés, QuantAlps ambitionne de devenir un outil collectif de levées de fonds en répondant à des appels d'offres de site au nom de la fédération, et en gérant ces fonds collégialement en adéquation avec les règles et les fléchages des organismes financeurs. Nous pensons qu'un tel réseau large, coordonné et visible à Grenoble aidera grandement ses membres dans leurs demandes de moyens.

Ce document a été rédigé par le Comité de Direction QuantAlps, en collaboration étroite avec le Comité de Pilotage. Il a été mis à la disposition de l'ensemble des participants de la Fédération une semaine avant envoi aux tutelles. Il a été mis à jour suite aux recommandations des tutelles.

Annexes

A. Liens renforcés avec des entreprises

a. Dans le cadre de QuEnG

Air Liquide	Sassenage (38)
Absolut System	Seyssinet-Pariset (38)
CEA-LETI	Grenoble (38)
Radiall	Voreppe (38)
STMicroelectronics	Crolles (38)
Teledyne E2V	Saint-Egrève (38)

b. Dans le cadre du Labex LANEF

<u>Atos Bull SA</u>	France
<u>BlueFors Oy</u>	Finland
<u>DiamFab SAS</u>	France
<u>Interuniversitair Micro-Electronica Centrum</u>	Belgium
<u>Kiutra GmbH</u>	Germany
<u>CEA-LETI</u>	France
<u>LYNRED SA</u>	France
<u>Nanomatch GmbH</u>	Germany
<u>nextnano GmbH</u>	Germany
<u>Qnami AG</u>	Switzerland
Quandela SAS	France
<u>Raith GmbH</u>	Germany
<u>STMicroelectronics SA</u>	France
<u>THEVA Dünnschichttechnik GmbH</u>	Germany
<u>TNG Technology Consulting GmbH</u>	Germany

B. Fiches de poste

Technicien.ne en gestion administrative

- Technicien (T) / poste mutualisé
- Famille d'activité professionnelle : Administration générale, gestionnaire financier
- Diplôme réglementaire exigé : Baccalauréat
- Domaine de formation souhaité : secrétariat, gestion administrative

A propos de QuantAlps

QuantAlps est le centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantique de Grenoble. Cette fédération de recherche réunie plus de 200 scientifiques et a pour ambition de structurer l'écosystème de recherche pour les technologies quantiques, stimuler les nouvelles synergies interdisciplinaires, promouvoir la formation dans les domaines des sciences et technologies quantiques et accroître l'attractivité et la visibilité du site.

Missions principales

Assurer des fonctions polyvalentes d'assistance technique et logistique de QuantAlps et réaliser des actes administratifs dans le respect des techniques, des règles et des procédures

Activités principales :

- Instruire les dossiers en vérifiant la régularité juridique, administrative et financière
- Participer à la gestion financière de la QuantAlps en appliquant les procédures dédiées
- Organiser, alimenter, mettre à jour des bases de données relatives à la gestion
- Alimenter des tableaux de bord, faire des extractions dans les systèmes d'information financier des 4 tutelles concernées
- Assurer le soutien logistique à QuantAlps (commande de matériels, fournitures, achats de billets et instructions des missions), et lors de l'organisation de manifestations telles que conférences, réunions, séminaires, colloques (commandes, réservation des salles,...)
- Répondre aux demandes d'informations des autres services et de l'extérieur

Connaissances :

- Modes de fonctionnement des administrations publiques
- Politiques, dispositifs et procédures en gestion financière
- Connaissance de l'environnement et réseaux professionnels
- Techniques d'élaboration de documents et des tableaux (Word, Excel,...)
- Savoir faire internet
- Techniques de communication
- Langue anglaise : A2

Compétences opérationnelles :

- Savoir gérer son activité dans un calendrier et un cadre de gestion complexe
- Savoir rendre compte
- Communiquer et faire preuve de pédagogie
- Mettre en œuvre des procédures et des règles
- Travailler en équipe
- Utiliser les logiciels spécifiques à la gestion financière (GESLAB, SIFAC....)
- Mettre en œuvre une démarche qualité
- Nécessité d'une grande polyvalence afin s'adapter aux différentes tutelles
- Sens de l'organisation, rigueur, fiabilité, confidentialité, sens relationnel

Assistant.e en gestion administrative

- Catégorie A - Assistant ingénieur (AI)
- Famille d'activité professionnelle : Administration et pilotage
- Diplôme réglementaire exigé : DUT, BTS

A propos de QuantAlps

QuantAlps est le centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantique de Grenoble. Cette fédération de recherche réunie plus de 200 scientifiques et a pour ambition de structure l'écosystème de recherche pour les technologies quantiques, stimuler les nouvelles synergies interdisciplinaires, promouvoir la formation dans les domaines des sciences et technologies quantiques et accroître l'attractivité et la visibilité du site.

Missions principales

Coordonner et/ou réaliser de manière polyvalente et autonome, des activités de gestion administrative et de ressources humaines de QuantAlps.

Activités principales :

- Assurer la coordination et/ou la réalisation des activités administratives et de gestion du personnel au sein de QuantAlps
- Élaborer, préparer et contrôler des actes de gestion
- Participer et/ou assurer l'instruction de dossiers complexes en vérifiant la conformité réglementaire
- Coordonner les aspects logistiques de la structure
- Réaliser des tableaux de bord, identifier des indicateurs et en assurer le suivi, produire des bilans et des statistiques
- Proposer et concevoir des outils de gestion administrative, des processus et des documents pour améliorer le fonctionnement de la structure
- Assurer, le cas échéant, l'encadrement des personnels et leur apporter ressources et expertise dans les domaines de gestion administrative
- Assurer la circulation de l'information, communiquer avec les services de la structure et les partenaires extérieurs
- Informer et accompagner dans leurs démarches les interlocuteurs de la structure
- Suivre l'évolution de la réglementation sur l'ensemble d'un domaine de gestion

Connaissances :

- Objectifs et projets de QuantAlps
- Techniques de management
- Gestion des groupes et des conflits
- Organisation de la recherche
- Droit public et droit des contrats
- Environnement et réseaux professionnels
- Méthodologie de conduite de projet
- Techniques d'élaboration de documents
- Connaissances budgétaires et des finances publiques générales ainsi que des ressources humaines
- Techniques de communication
- Langue anglaise : B1 à B2

Compétences opérationnelles

:

- Réaliser des synthèses
- Utiliser des logiciels spécifiques (CANOPE, Webcontrat, SIGFIC...)
- Rédiger des rapports ou des documents
- Encadrer le gestionnaire financier
- Conseiller, prévenir et gérer les situations sensibles
- Concevoir des tableaux de bord
- Rigueur, fiabilité, réactivité, confidentialité, sens relationnel

Chargé-e de communication et d'aide au pilotage opérationnel de QuantAlps

- Poste ouvert en CDD / 100%
- Catégorie A - IGE
- Durée contrat : 01/01/2022 au 31/12/2026 (à préciser)
- Localisation : A définir

A propos de QuantAlps

QuantAlps est le centre interdisciplinaire pour les sciences et technologies quantique de Grenoble. Cette fédération de recherche réunie plus de 200 scientifiques et a pour ambition de structurer l'écosystème de recherche pour les technologies quantiques, stimuler les nouvelles synergies interdisciplinaires, promouvoir la formation dans les domaines des sciences et technologies quantiques et accroître l'attractivité et la visibilité du site.

Missions principales

Assister et conseiller l'équipe de pilotage scientifique dans la structuration et le développement de QuantAlps. Coordonner les liens avec les tutelles scientifiques et les partenaires locaux et nationaux. Mettre en place des actions de communication interne et pour la société.

Activités principales : 2 axes

Aide au pilotage / administration

- Recensement des membres et structures intégrés QuantAlps / création d'un annuaire
- Préparation et participation aux comités de pilotage de QuantAlps
- Animation du réseau des membres et des responsables de pôle
- Assurer une veille sur les dispositions du Plan Quantique
- Assurer les relations avec les tutelles et établissements partenaires
- Organisation et valorisation des journées thématiques interfaces
- Réponse aux appels à projets des collectivités et tutelles pour mener des actions de communication et médiation.

Communication

- Administration du site web QuantAlps et rédaction des fiches
- Mise en place d'une newsletters
- Création d'un réseau de communicants locaux sur les sciences quantiques
- Administration des relations presses
- Organisation et participation aux événements sciences et société et de médiation scientifique
- Création de podcasts de valorisation des sciences quantiques
- Mise en place de liens et d'actions destinés aux publics scolaires
- Création et actualisation de plaquette de présentation de la QuantAlps
- Organisation de l'élaboration de l'identité graphique et de charte graphique de la QuantAlps

Compétences attendues :

- Bonne connaissance du monde de l'enseignement sup. et de la recherche
- Intérêt pour les sciences, les politiques de recherche et l'innovation
- Maîtrise des techniques et outils de communication
- Expérience dans la conduite de projet et l'animation de réseau
- Langue anglaise : B2 (cadre européen commun de référence pour les langues)
- Capacité rédactionnelle et de synthèse
- Maîtrise des outils numériques (CMS, PAO, Tableur, ...)
- Autonomie / Réactivité / Sens relationnel