

Imaginaires Quantiques : Formation, Acceptabilité et Appropriation (FAAQ@UCA)

Éric Picholle / CNRS, Institut de Physique de Nice

Type d'appel :
accompagnement projet IDEX (Q@UCA)



Académie principale : 5

Autre(s) académie(s) concernée(s) : 1, 2

Mots-clés : *Ingénierie quantique ; acceptabilité ; Imaginaire scientifique ; transmission ; didactique des sciences ; Histoire des idées scientifiques*

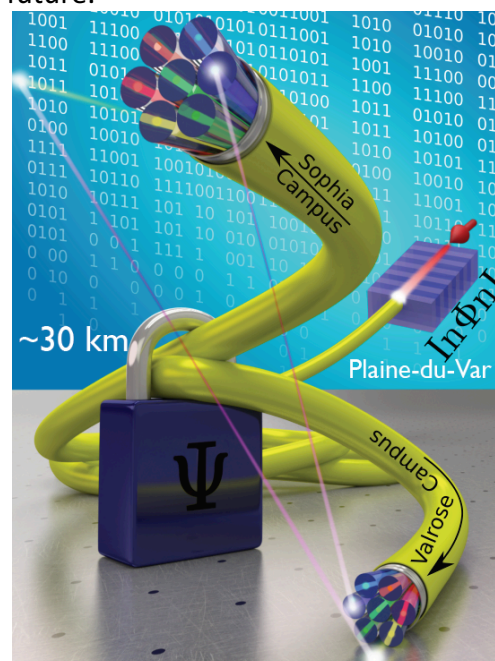
Nature du projet : recherche

I - Objectifs scientifiques et/ou techniques

1.1. Contexte

Le projet "Université Côte d'Azur Quantique" (Q@UCA) est l'un des projets-phares, de haute visibilité internationale, de l'IDEX JEDI. Porté par le groupe de Photonique et Information Quantiques du nouvel Institut de Physique de Nice (IN ϕ NI), il inscrit par ailleurs l'Université Côte d'Azur parmi les acteurs majeurs du futur "Flagship" européen qui engagera, à partir de 2018, 1 milliard d'euros sur le thème de la mise en œuvre effective des technologies quantiques¹ et donc de la « seconde révolution quantique » que constituera le transfert des idées quantiques des laboratoires de recherche vers les acteurs de l'économie, et plus généralement vers l'ensemble de la société, actuelle et future.

Le cœur du projet Q@UCA (500 k€ accordés) est bien sûr scientifique et technologique : il s'agira d'établir entre différents sites UCA (Valrose, Plaine du Var, Sophia), donc à l'échelle de la métropole niçoise, un réseau de communications sécurisées par des technologies de cryptographie quantique (paires de photons intriqués, photons annoncés, etc.). Outre les physiciens d'IN ϕ NI, il regroupe de nombreux laboratoires de l'Académie 1 (I3S, LEAT, Artémis, INRIA), et des entreprises comme Orange, Prysmian Cables & Systems, IDQ... L'objet du présent projet d'accompagnement par l'Académie 5, FAAQ@UCA, est de l'élargir à des problématiques relevant des sciences humaines, et de profiter de la dynamique de l'engagement de l'UCA dans ce projet pour établir des collaborations concrètes entre ses équipes de sciences dites "dures" et celles de SHS.



1.2. Objectifs

Résolument interdisciplinaire, le projet se développe autour de plusieurs axes :

1. <http://www.cnrs.fr/inp/spip.php?article4965>

— Formation et Didactique : L'un des enjeux majeurs, souligné par les promoteurs du *Flagship*, de la création d'une filière économique « quantique » est le développement de formations spécifiques de technologues et d'ingénieurs « décomplexés » au regard de la physique quantique, parallèlement aux formations traditionnellement orientées Recherche. Une réflexion est d'ores et déjà en cours au département de physique de l'UNS, en liaison avec la SKEMA Business School, pour la mise en place de parcours de formation originaux, aussi bien aux niveaux Licence que Master/Ingénieur (y compris par VAE) et Doctorat (création d'un doctorat international ?). Bien placé à l'interface entre physique fondamentale et applications, l'Institut de Physique de Nice organisera en particulier, en 2018, une journée de travail réunissant les principaux acteurs français du secteur, parallèlement à un workshop sur la Didactique des sciences quantiques.

A plus long terme toutefois, l'appropriation des technologies quantiques par un vaste public suppose une action très en amont des formations supérieures. L'une des originalités du projet sera donc d'engager des recherches didactiques sur la faisabilité de l'appropriation de concepts quantiques par les élèves du secondaire, et même de l'école primaire, et son observation *in situ*.

— Imaginaire quantique : Une seconde voie d'accès du grand public à un imaginaire quantique opératoire se situe à l'interface entre arts et sciences. Le projet explorera en particulier l'influence des idées quantiques, d'une part, sur la création musicale, et d'autre part sur la création littéraire, et plus spécifiquement la littérature de science-fiction (SF). Par ailleurs, le parcours 2017/2018 du séminaire HImaST (Histoire de l'imaginaire scientifique & technique, dans le cadre de l'axe interdisciplinaire structurant *Histoire des Idées, des sciences & des arts*) sera consacré à l'histoire de l'imaginaire quantique.

— Représentations d'une entreprise "quantique" : De même, on explorera les représentations du système social complexe constitué par une entreprise en phase d'appropriation de technologies quantiques par les propres acteurs de cette mutation, i.e. ses employés. On tentera en particulier de caractériser *in situ* la réponse à la présentation de modèles basés sur des fictions narratives, et d'évaluer le rôle de processus cognitifs spécifiquement SF, comme la suspension volontaire d'incrédulité, dans leur acceptation par des acteurs de l'entreprise sans formation scientifique de haut niveau.

— Acceptabilité : L'analyse des processus d'acceptabilité des technologies numériques a mis en lumière l'importance de la notion de *confiance numérique*. Or l'une des caractéristiques majeures des technologies de cryptographie quantique, comme celles mises en œuvre dans le cadre Q@UCA, est la garantie pratiquement absolue de la confidentialité des échanges. L'un des objectifs du projet sera donc de déterminer dans quelle mesure le passage au quantique est susceptible d'affecter l'acceptabilité des nouvelles procédures numériques, y compris dans leur dimension juridique.

Par ailleurs, en liaison avec le projet *Quantum Cognition in Strategic Interactions* (resp. E. Guerci), on tentera de d'identifier d'éventuels obstacles épistémologiques à l'utilisation de formalismes quantiques en sciences humaines et sociales.

1.3. Méthodes spécifiques

— Didactique : Plusieurs séquences d'enseignement seront développées, pour des niveaux allant du Cycle 3 (CM1, CM2, 6^e) au lycée, et impliquant aussi bien des interactions avec des



chercheurs en physique quantique de l'IN ϕ NI (en particulier dans le cadre du *Big Bell Test*,² auquel ont déjà participé quatre classes primaires) que des démarches d'investigation expérimentales, autour d'une expérience classique de P.M. Duffieux (visualisation du compromis entre capacité de dénombrement de photons (à bas flux lumineux) et reconnaissance d'image. Celle-ci suppose la conception d'une "mallette pédagogique", destinée à circuler entre les classes, autour d'un appareil photo numérique capable de poses longues et de jeux de "gris" optiques. Les représentations quantiques des élèves seront ensuite étudiées par le biais de questionnaires et d'interviews. Dans le cas des classes primaires, certaines séquences seront par ailleurs intégralement enregistrées (audio & video) et traitées selon des techniques d'"analyse émergente" (dispositif expérimental en place dans le cadre du projet e-Fran *Persévérans* (collaboration IN ϕ NI/CAPEF/ESPE d'Aquitaine).

— Représentations d'une entreprise "quantique" : La stratégie sera ici d'intégrer dans l'environnement de travail de l'entreprise un écrivain sensibilisé aux problématiques quantiques, qui composera à partir de ses observations une nouvelle non-mimétique représentative de sa perception de l'entreprise, puis d'observer *in situ* la réaction des employés à la présentation de cette modélisation narrative. Ce projet bénéficiera du stage de M2 d'ores et déjà financé par la Maison de la modélisation, de la simulation et des interactions sur le thème de la modélisation narrative des systèmes sociaux complexes.

— Acceptabilité : L'étude sur la confiance numérique s'appuiera sur les résultats développés dans le cadre du projet ACCEPT (*Cadre et méthode d'analyse et d'évaluation de l'acceptabilité des objets connectés*, resp. L. Arena & A. Giboin)

II - Organisation

2.1. Porteur du projet

Eric Picholle, CNRS, IN ϕ NI, groupe Photonique & Information Quantiques
& coordinateur "sciences" du CAPEF
adresse mail : eric.picholle@inphyni.cnrs.fr ; tél. 06 29 15 28 33

2.2. Partenaires

Laboratoire	Participants	
IN ϕ NI (UMR 7010)	Olivier Alibert Virginia D'Auria Laurent Labonté Olivier Legrand Eric Picholle Sébastien Tanzilli	MCF UNS, Physique MCF UNS, Physique MCF UNS, Physique PR UNS, Physique CR CNRS, Physique DR CNRS, Physique
CRHI (EA 4318)	Jean-Luc Gautero Estelle Blanquet	MCF UNS, Epistémologie MCF Bordeaux, membre associée du CRHI
ERMES (EA 1198)	Ugo Bellagamba	MCF UNS, Histoire du droit

2. <http://unice.fr/fil/service-communication/actualites/big-bell-test-participez-a-une-experience-scientifique-unique-sur-la-physique-quantique>



GIS CAPEF	Catherine Blaya Eric Picholle	PR Sciences de l'Education CR CNRS, Physique
GREDEG (7321)	Lise Arena Eric Guerci	MCF UNS, Sciences de Gestion MCF UNS, Economie
INRIA I3S, équipe Wimmics	Alain Giboin	CR ergonomie des IHM

Autres partenaires presentis :

CIRM & CTCL (collaboration "sciences et musique") ;

SKEMA (représentations des entreprises)

2.3. Tâches

- Gestion de Projet

Formation & Didactique

- Organisation d'une journée nationale sur les futures formations en ingénierie quantique.
resp. : O. Alibart, INφNI. Budget : 2 k€
- Organisation d'un Workshop Didactique des sciences quantiques
resp. : E. Blanquet, CRHI & E. Picholle, INφNI. Budget : 2 k€
- Développement de séquences d'enseignement pour le primaire & le secondaire
resp. : E. Blanquet, CRHI Budget : 1 k€
- Développement d'une mallette pédagogique
resp. : E. Picholle, CAPEF. Budget : 7 k€
- Observation *in situ* de la réception par des élèves du primaire & analyse de vidéos
 - *resp. : E. Blanquet, CRHI. Budget : 2 k€*

Imaginaire quantique

- Dialogues artiste/scientifique et composition d'un écho musicale aux représentations quantiques
resp. : O. Legrand, INφNI. Budget : 5 k€ (contractuel)
- Etude de l'influence des idées quantiques sur le corpus SF
resp. : U. Bellagamba, ERMES. Budget (CRHI) : 3 k€ (stage M2)
- Séminaire HImaST
resp. : J.-L. Gautero, CRHI. Budget : 1 k€
- Organisation d'un Workshop Ingénierie quantique & science-fiction
resp. : U. Bellagamba, ERMES, J.-L. Gautero, CRHI & E. Picholle, INφNI. Budget (CRHI) : 2 k€
- Publication des actes du colloque *Greg Egan, ou la littérature au risque de la science*
resp. : U. Bellagamba, ERMES & E. Picholle, INφNI. Budget (CRHI) : 1 k€

Représentations d'une entreprise quantique

- Dialogues artiste/scientifique, intégration d'un auteur dans une entreprise impliquée dans un premier projet quantique et composition d'une nouvelle
 - *resp. : E. Picholle, INφNI. Budget : 5 k€ (contractuel)*
- Etude de la réception de modèles narratifs au sein d'une entreprise
resp. : U. Bellagamba, ERMES. Budget (CRHI) : 3 k€ (stage M2)
- Organisation d'une journée d'étude
resp. : U. Bellagamba, ERMES. Budget (CRHI) : 1 k€



Acceptabilité

- Organisation d'une journée d'étude sur la confiance numérique
resp. : L. Arena, GREDEG. Budget : 1 k€
- Etude de l'influence de la confiance numérique dans l'acceptabilité d'un réseau quantique
resp. : L. Arena, GREDEG & E. Picholle, INφNI. Budget : 3 k€ (stage)
- Organisation d'une journée d'étude sur la cognition quantique
resp. E. Guerci, GREDEG. Budget : 1 k€

2.4. Budget

Partenaire	Equipement (à partir de 4000€ pièce)	Fonctionnement (dont gratifica- tion de stage)	Missions	Salaire (hors gratification de stage)	TOTAL
INφNI		4 000		10 000	14 000
CRHI		13 000	1 000		14 000
CAPEF	7 000				7 000
GREDEG		5 000			5 000
Total	7 000	22 000	1 000	10 000	40 000 €

Un stage de M2 sur la modélisation narrative de systèmes sociaux complexes sera financé par la Maison de la Modélisation, de la simulation et des interactions (5 000 €).

Les dispositifs de suivi *in situ* des élèves des classes primaires sont financés par le projet E-fran *Persévérans* (ESPE d'Aquitaine) à hauteur d'environ 50 000 €.

2.5. Description succincte des moyens humains demandés (y compris stagiaires)

- Financement (3 000€, CRHI) d'un stage de M2 sur l'influence des idées quantiques sur le corpus SF (6 mois, encadrement : U. Bellagamba) ;
- Financement (3 000€, GREDEG) d'un stage de M2 Sociologie et Ergonomie des Technologies numériques sur l'influence de la confiance numérique sur l'acceptabilité d'un réseau quantique (encadrement : L. Arena/ E. Picholle) ;
- Contrat d'artiste (5 000 €, INφNI ou CIRM) pour une composition musicale ;
- Contrat d'artiste (5 000 €, INφNI ou SKEMA) pour une résidence d'auteur en entreprise et composition d'une nouvelle.

III – Stratégie : impact et effet transformant pour la structuration de la recherche et/ou de la formation à l'UCA.

Le très visible projet IDEX JEDI "Quantum UCA" constitue en lui-même une opportunité rare de multiplier les liens entre disciplines sociales et scientifiques, mais aussi entre arts et sciences. C'est bien sûr l'ambition première de ce projet.

Au-delà, toutefois, il s'inscrit dans la perspective du Flagship européen sur les technologies quantiques. Or si l'UCA apparaît bien placée pour y jouer un rôle significatif dans le domaine scientifique, pourtant d'ores et déjà très compétitif, elle est pour l'instant absente de ses dimensions formatives et sociales, cruciales et beaucoup plus ouvertes quoique minoritaires. Le présent projet d'implication des SHS dans Q@UCA vise donc aussi à fédérer et à structurer leur possible implication à moyen et long terme dans le Flagship.

