

# opto



**SUPOPTIQUE  
ALUMNI**

# HORS SÉRIE

Mai/Juin 2019

## French Photonics Days







Découvrir la vidéo \*



Claire VALENTIN,  
Présidente de SupOptique Alumni

Bonjour à toutes et à tous

VIF SUCCÈS POUR  
LA PREMIÈRE ÉDITION DES  
FRENCH PHOTONICS DAYS !

« La photonique :  
nouvelle ère du quantique »

Merci à nos sponsors  
pour leur soutien !

AUREA  
TECHNOLOGY

ALS AZUR LIGHT  
SYSTEMS

iXblue  
PHOTONICS



Edmund  
optics | france

LAPHIA  
Laser & Photonics  
in Aquitaine

université  
BORDEAUX

OptoSigma

QUANDELA

QUANTO  
NATION

La première édition des French Photonics Days s'est déroulée le 4 avril 2019 à l'Institut d'Optique d'Aquitaine à Talence. Cet événement a connu un vif succès et a permis de rassembler plus de 125 personnes, académiques et industriels, sur le thème porteur de la photonique quantique.

Nous l'avons conjointement organisé avec Photonics France, la fédération française de la photonique, et le pôle de compétitivité ALPHA - Route des Lasers & des Hyperfréquences.

Ce thème a été particulièrement bien choisi, comme en témoigne le rapport parlementaire de Cédric Villani sur les technologies quantiques ainsi que le démarrage d'une mission parlementaire sur le même sujet conduite par la députée Paula Forteza. Un certain nombre d'anciens (Thierry Debuisschert de Thales, Thierry Dupoux au titre de Photonics France...) ont été auditionnés. La journée de Bordeaux a permis d'échanger et de synthétiser des arguments en faveur de la photonique quantique qui ont été très utiles lors de ces auditions. En particulier, les participants ont découvert que SupOptique proposait déjà 3 travaux pratiques dédiés à la photonique quantique (inégalités de Bell, interférences à deux photons, interférences à un photon) avec en projet une manip de

création de photons uniques !

Notre implication très forte dans cet événement reflète notre volonté de dynamiser la photonique et de faire participer notre école et notre association à cet élan. Cette démarche s'inscrit également dans notre volonté de renouveler la communication et la visibilité de notre association, ainsi que de réinventer les services qu'elle peut apporter aux anciens.

Ce succès nous conforte dans la volonté de poursuivre dans cette direction en organisant d'autres French Photonics Days, conçus pour un public technique mais non spécialiste. Cela doit contribuer à attirer les anciens, à la fois pour s'informer, rencontrer les acteurs d'un domaine de pointe mais également pour se retrouver dans une ambiance conviviale.

Une seconde édition est en préparation pour 2020.

Vous trouverez, ci-dessous, le détail du programme de la journée de Bordeaux, le compte-rendu des diverses sessions, des liens pour accéder aux présentations.

Bien amicalement,  
Claire Valentin (promo 90)

## 09h15 Session 1

### La photonique quantique, situation et enjeux (Chairman : Philippe Grangier)

- Introduction à la photonique quantique et avancées scientifiques - *Philippe Grangier* (Institut d'Optique GS)
- Etat des lieux national/international et segmentation - *Jacques Cochard* (Tematys)
- Enjeux industriels et souveraineté - *Philippe Adam* (DGA)
- Enjeux industriels et souveraineté - *Jean-Pierre Giannini* (ALPHA-RLH)

## 10h20 Session 2

### Les perspectives industrielles et applicatives (Chairman : Philippe Bouyer)

#### Cryptographie

- Institut d'Optique GS - *Philippe Grangier*
- Télécom ParisTech - *Romain Alléaume*
- Airbus - *Friedhelm Serwane*

## 11h20 Pause-café

## 11h35 Session 2

### Les perspectives industrielles et applicatives (Chairman : Philippe Bouyer)

#### Navigation/inertie

- IXblue - *Henri Porte*
- Muquans - *Bruno Desruelle*
- Onera - *Alexandre Bresson*

## 12h35 Cocktail déjeunatoire

## 13h45 Session 2

### Les perspectives industrielles et applicatives (Chairman : Philippe Bouyer)

#### Ordinateur quantique, ordinateur photonique

- LightOn - *Kilian Muller*
- CEA - *Guillaume Colin de Verdière*

## Composants et Instrumentation

- Thales - *Thierry Debuisschert*
- Quandela - *Valérian Giesz*
- Aurea Technology - *Johann Cussey*

## 15h30 Session 3

### Formation et entrepreneuriat (Chairman : Élisabeth Boéri)

- Formation, point de situation - *Élisabeth Boéri* (PYLA)
- Entrepreneuriat : résultats et perspectives - *Nicolas Dubreuil* (IOGS)

Avec la participation de *Simon Bernon, Bertrand Simon et Lionel Jacobowicz* (IOGS)

## 16h15 Pause-café

## 16h30 Table ronde

### Construction d'une filière et élaboration d'une feuille de route (Chairman : Benoît d'Humières)

- Suite de l'étude de marché - Opportunité EU
- Rapprochement des filières applicatives
- Structuration de la filière - feuille de route
- Opportunité de la création de fonds spécifiques

Avec la participation de *Thierry Dupoux* (Président de Photonics France), *Philippe Adam* (DGA), *Christophe Jurczak* (Quantonation) et *Thierry Debuisschert* (TRT)

## 17h30 Conclusion de la journée

## 19h00/ 19h15

### Rendez-vous pour le cocktail dinatoire (inscription obligatoire)

« *Bordeaux River Cruise* »  
au 24 quai des Chartrons à Bordeaux

## Retour à quai à 22h30





## Compte-rendu de la journée

*Un grand merci aux SupOptique Alumni :  
Jean-Claude Fontanella, François Hugues Gauthier,  
Patrice Jano et Jean-Louis Meyzonnette pour la rédaction  
de ce compte-rendu !*

### Introduction



**Claire Valentin,** Présidente de SupOptique Alumni, présente les co-organisateurs : Photonics France, Alpha Route des Lasers et des Hyperfréquences et SupOptique Alumni.

L'ambition commune est de faire le lien entre le régional et le national, en traitant chaque année une thématique innovante, selon les axes de la recherche académique, de la formation et de l'industrie.

Claire Valentin détaille le programme et remercie l'IOGS pour son accueil, les contributeurs, intervenants et participants ainsi que la région Nouvelle-Aquitaine pour son soutien.



**Anne-Laure Bedu,** Conseillère Régionale Nouvelle-Aquitaine, déléguée au transfert, à l'innovation et à l'accélération, souligne l'importance de ce type d'événement pour la région, mais aussi la difficulté pour les élus de suivre des sujets aussi pointus et d'en tirer les conséquences sociétales.

“ Je me joins à tous les compliments sur cette journée. La participation, la qualité des intervenants et des échanges ont été parfaites. Je suis très heureux que l'Institut d'Optique d'Aquitaine ait pu héberger cette première. Dans l'attente du prochain évènement. ”

*Philippe Bouyer (promo 91), Directeur Délégué Nouvelle-Aquitaine, Directeur du LP2N*





## LA PHOTONIQUE QUANTIQUE, situation et enjeux



**Philippe Grangier** de l'IOGS/LCF, chairman et conférencier, fait redécouvrir – voire découvrir – les bases de la photonique quantique. Il nous rappelle que, dans l'antiquité égyptienne, la lumière était représentée très poétiquement par une pluie de fleurs émanant du disque solaire !

Depuis le XVII<sup>e</sup> siècle, le débat sur la nature de la lumière s'est engagé avec R. Descartes (particules) et Ch. Huygens (ondes), et poursuivi avec I. Newton (particules), Th. Young, A. Fresnel et J. Maxwell (ondes), M. Planck et A. Einstein (particules). En 1952, E. Schrödinger pensait encore que la manipulation d'objets élémentaires uniques était irréaliste et « entraînait des conséquences ridicules » !

Mais aujourd'hui, le « pistolet à photons » existe : on peut émettre un seul photon en partant d'un seul atome. Sachant que, si l'on envoie ce photon dans un interféromètre, on obtient des interférences ! Ces sources à un photon provenant de boîtes quantiques cryogéniques sont maintenant commercialisées, en particulier par Quandela, qui a gagné le prix d'innovation I-Lab en 2018.

La reconnaissance du photon a satisfait A. Einstein, mais un problème important subsistait si l'on considérait deux photons au lieu d'un. Dans le cas de deux photons intriqués, la mécanique quantique donne des résultats « complètement bizarres », et il a énoncé son célèbre paradoxe en 1935 avec Podolsky et Rosen. La

mécanique quantique serait incomplète ! Ensuite, peu d'attention sur le sujet, jusqu'à l'énoncé des inégalités de Bell en 1964, qui définissent les relations que doivent respecter les mesures sur des états intriqués. Ph. Grangier décrit ensuite les expériences menées par A. Aspect et son équipe - auxquelles lui-même participait en tant que thésard de 3<sup>e</sup> cycle. En 2015, A. Aspect a publié son article « Closing the Door on Einstein and Bohr's Quantum Debate » et conclut que le « réalisme local » tel que le concevaient A. Einstein et J. Bell n'est pas une loi de la nature. D'où cette seconde révolution quantique, avec au niveau des objets quantiques, des propriétés nouvelles évidentes expérimentalement et ouvrant la voie à des méthodes révolutionnaires pour manipuler l'information portée par ces objets.

En Europe, une initiative à un milliard d'euros, le « Quantum Technologies Flagship » a été lancée, dont la première phase a été coordonnée par Thierry Debuisschert. Beaucoup d'industriels sont impliqués à des degrés variés, de grands industriels mais aussi beaucoup de compagnies High Tech qui fabriquent le matériel nécessaire – la supply chain – beaucoup plus en Allemagne qu'en France. D'autres sociétés, encore peu nombreuses, fabriquent réellement les dispositifs quantiques.

Les questions ont concerné le calcul quantique à base de photons (mais ce n'est pas ce qui marche le mieux, même en micro-ondes) et l'effort français, qui fait l'objet d'un rapport ministériel.

Il y a de la photonique partout !

**La conclusion est claire :**  
« The future is Quantum » !

Ph. Grangier a ensuite présenté les grands domaines d'application de ces nouvelles possibilités quantiques : les capteurs ultimes, les horloges atomiques, la simulation de supraconducteurs, de naines blanches...

Les communications sécurisées, le calcul quantique avec des algorithmes (Shor) de puissance exponentielle. Un petit ordinateur IBM est déjà utilisable en ligne !

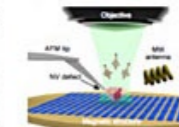
Visitez le site du flagship <https://qt.eu> le plus petit acronyme du web !

### Les Technologies Quantiques

#### 1. Capteurs et métrologie quantiques : la précision physique ultime.



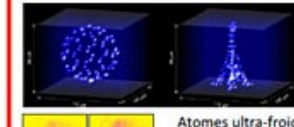
Gyromètre "sur puce" SYRTE, Obs. Paris, Thales



Micro-magnétomètre LAC Orsay

**Applications:** horloges métrologiques, GPS, magnétomètres ultra-résolvants, gravimètres: navigation inertielle, géophysique, détection des structures et des ressources du sous-sol.

#### 2. Simulations quantiques : au-delà du calculable.



Atomes ultra-froids LCF Palaiseau, ENS Paris

**Applications:** astrophysique, hautes énergies, chimie quantique, mécanismes biologiques, conception de nouveaux matériaux supra-conducteurs.

### Les Technologies Quantiques

#### 3. Communications quantiques : sécuriser les transferts de données.



Optique intégrée et cryptographie quantique - LIPG Paris, LCF Palaiseau



Atome artificiel et micro-cavité - C2N Palaiseau

**Applications:** cryptographie quantique, réseaux quantiques sécurisés: sources, mémoires, interfaces, par exemple sources de photons individuels et de paires de photons corrélés.

#### 4. Informatique quantique : la révolution algorithmique.



Circuit à 4 bits quantiques supra-conducteurs SPEC / CEA Saclay

**Applications:** factorisation (Shor), recherche rapide et optimisation, théorie des nombres, apprentissage automatique profond : « machine learning ».

### Implications industrielles

#### 1. Collaborations de Recherche et Développement à moyen ou long terme.

**Mise en oeuvre:** contrats de recherche ANR ou Europe, bourses CIFRE, chaires.

**Ex. industriels :** Thales (capteurs), ATOS (calcul quantique), SODERN (horloges et capteurs), iXSea (accéléromètres), SAFRAN (photonique), NOKIA (cryptographie), Plassys (capteurs)...

#### 3. Développement & fourniture d'outils et d'équipements pour les techno. quantiques.

**Mise en oeuvre:** développements en ultravide, dépôt de couches minces, cryogénie, réalisation de dispositifs intégrés, optique dédiée, lasers, optoélectronique...

**Ex. industriels :** Astemec, Fichou, Quantel, MyCryoFirm, Plassys, Precisoud, Systrel...

#### 2. Veille scientifique: suivre et favoriser le développement des technologies du futur.

**Mise en oeuvre:** chaires, implication dans des journées d'information ou de formation, dans des actions de diffusion...

**Ex. industriels :** SAFRAN, NOKIA, SYSTRAN...

#### 4. Création de start-up spécifiques exploitant les technologies quantiques.

**Mise en oeuvre:** vente de capteurs (gravimètres, magnétomètres), sources quantiques, détecteurs, cryptographie...

**Ex. industriels :** Muquans, IDQuantique...





**Jacques Cochard** de TEMATYS montre que de nombreuses start-up sont déjà présentes dans la supply chain. Beaucoup d'analystes réfléchissent aux perspectives et un chiffre d'affaires de 25 milliards d'euros été cité pour la cryptographie quantique

à un horizon de dix ou douze ans, mais il faut garder raison !

Les différents tableaux présentés montrent l'apport de la photonique quantique, les schémas concurrents et les recommandations pour l'accès aux marchés, pour chaque application envisagée : communications terrestres et spatiales sécurisées, génération de nombres aléatoires, capteurs et calcul. Les senseurs concernent la mesure de temps,

de gravité, de champs magnétiques et électriques, de pression, de température, de rotation et d'accélération, avec une échelle de temps croissant du présent à au-delà de cinq ans. Un graphique positionne les technologies en dollars/m<sup>3</sup>/kg/W, avec encombrement et précision, pour les mesures de temps. Les technologies sont détaillées et comparées pour l'ordinateur quantique. Le nombre de brevets par pays a un peu fléchi vers les années 2010 mais est reparti à la hausse. L'Asie est en pointe pour les communications, l'Europe et les USA sont plus présents sur les capteurs, mais risquent de se faire doubler rapidement.

Les questions ont concerné les grands acteurs dans les domaines du calcul et des télécommunications, essentiellement en Chine et aux USA. Par contre, les capteurs sont plus une affaire de petites sociétés.

**Philippe Adam** (DGA) présente ensuite la nouvelle Agence de l'Innovation de Défense (AID) placée sous la responsabilité de la DGA, expliquant comment l'expertise technique participe au fonctionnement d'un « réacteur ». Ce « réacteur » regroupe l'approche capacitaire et l'innovation, la première fournissant les besoins militaires à la seconde, qui lui transmet en retour des opportunités.

Les applications intéressant la Défense concernent essentiellement l'information quantique, le temps-fréquence, avec une priorité zéro voire moins un sur les capteurs, qui devraient déboucher au plus court terme. A noter qu'un nouvel outil de soutien amont - l'Innovation Ouverte - se met en place en parallèle des Plans d'Etudes Amont (PEA).



**Jean-Pierre Giannini**, directeur du CEA/DAM/CESTA et président de Alpha RLH présente les enjeux industriels, la stratégie d'innovation et les besoins de souveraineté. Il montre d'abord comment les développements effectués dans le cadre du CEA militaire ont eu des retombées dans le domaine civil. Ainsi, les matériaux composites thermo-structuraux pour les corps de rentrée ont aussi débouché sur les freins d'avions et les tuyères de fusées.

De même, le développement de super calculateurs pour la simulation nucléaire a permis à ATOS BULL de devenir un leader européen. C'est aussi le cas des lasers de puissance et composants associés qui ont permis de créer tout un écosystème en Nouvelle-Aquitaine. Le Pôle de Compétitivité a pour objectif de développer des technologies innovantes. A fin 2017, 1063 projets ont été labellisés pour un montant de 1583 M€ et 503 projets financés pour un montant de 859 M€ (dont 404 M€ de part publique). Le Pôle va travailler avec l'IOGS pour lancer des actions ambitieuses dans le domaine des technologies quantiques, avec des sociétés du domaine et le soutien du Conseil Régional. Le CEA/DAM travaille étroitement avec ATOS pour le développement des ordinateurs quantiques.





### La cryptographie



*Philippe Bouyer, directeur délégué Nouvelle-Aquitaine de l'IOGS, introduit cette nouvelle session, en se félicitant de la présence de nombreux élèves, en remerciant les partenaires et les sponsors de cette journée et en nous invitant à visiter les stands présents dans le hall, lors des pauses.*



**Philippe Grangier** introduit le thème de la cryptographie et des communications quantiques, faisant appel à nos vieilles connaissances Alice, Bob et Eve, la méchante espionne.

Il illustre comment la cryptographie à clé publique (produit de deux très grands nombres) est potentiellement vulnérable aux progrès des algorithmes et à l'apparition des calculateurs quantiques capables de factoriser le produit.

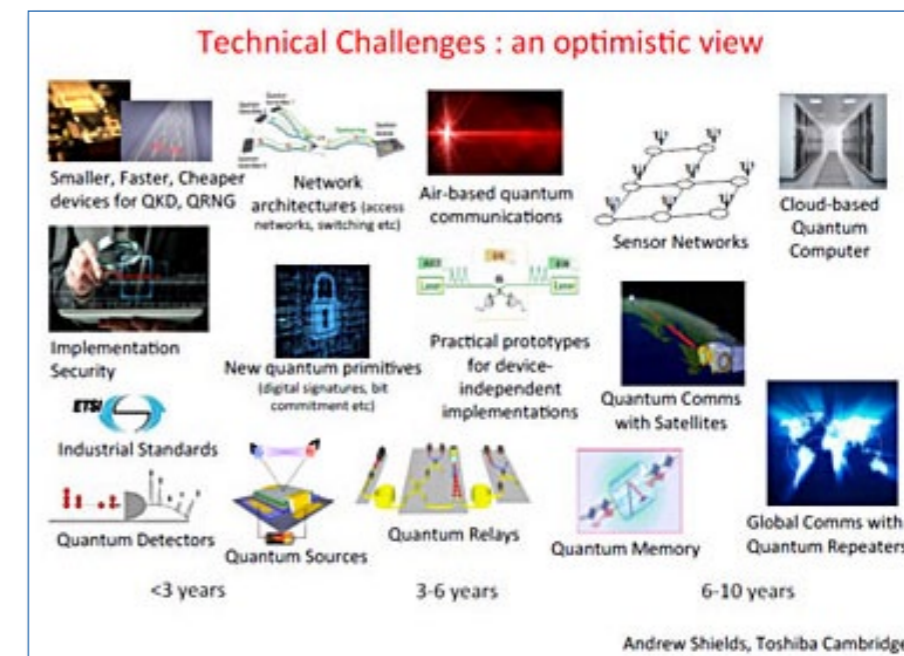
On peut faire mieux avec une clé secrète, des bits aléatoires, échangés entre Alice et Bob, mais il faut une clé aussi longue que le message et l'espion peut interrompre le canal. La cryptographie quantique propose d'échanger la clé en utilisant un canal quantique, idée de B. Brassard en 1984. Si Eve intercepte le canal, elle crée des erreurs et Bob s'en aperçoit. La démonstration a été faite à Vienne dans le programme européen SECOQC, puis à Batelle et au Royaume Uni, puis en Chine avec le réseau de 2000 km de Pékin à Shanghai. La société IDQ à Genève domine maintenant le marché, mais on y trouve de nombreuses compagnies japonaises, australiennes, britanniques... En France, les deux sociétés SmartQuantum et Sequrennet ont malheureusement fermé, Thales n'est plus très actif actuellement, mais des projets européens sont en cours avec Quandela...

En Chine, on trouve par exemple Huawei, Alibaba, ZTE dont les smartphones récupèrent des clés quantiques le long du réseau. La portée est limitée par le taux de bits secrets, actuellement la zone intéressante est en dessous de 300 km. Il est possible de faire des sauts de puce mais chaque nœud est vulnérable car l'information y est traitée de façon classique.

On peut aussi passer par des satellites, comme l'a fait la Chine avec la distribution de photons intriqués, la téléportation, la distribution de clés de haut en bas et de bas en haut. Une démonstration de clé secrète a été effectuée entre Vienne et Pékin.

Les répéteurs quantiques indispensables pour de longues distances nécessitent de distribuer des états intriqués, de les améliorer par distillation, puis de transférer l'intrication (entanglement swapping). Les deux points éloignés se retrouvent alors intriqués et l'on peut téléporter les bits quantiques. La sécurité est absolue mais les difficultés sont de distribuer beaucoup d'états intriqués sur des kilomètres et de les stocker avec des mémoires quantiques. Toutes ces opérations fonctionnent séparément et beaucoup de travaux sont en cours pour les assembler et atteindre un stade opérationnel.

La prospective - selon Toshiba - est indiquée dans le tableau (optimiste) ci-dessous :



Pour aborder le marché, il faut non seulement la technologie qui fonctionne, un démonstrateur grandeur réelle (projet européen) mais aussi la Supply Chain et des standards.







**Romain Alléaume** de Télécom Paris Tech, considère que le développement des technologies atteint un point critique, avec des acteurs académiques, étatiques, des investisseurs et qu'il faut définir une stratégie sans se tromper. Il prend l'exemple de son expérience vécue avec la start-up Securenet, qui a développé la cryptographie

à variables continues, avec l'Institut d'Optique et Thales, créée en 2008-09, mais qui a dû fermer en 2017.

La start-up a industrialisé un réseau crypté de 20 km entre deux sites de Thales, et développé des codes performants de correction d'erreurs, pour augmenter la portée jusqu'à 100 km sur fibre optique.

Après de beaux succès pendant quatre ans : premier système commercialisé, vendu au Japon pour le réseau de Tokyo (démonstrateur en 2015), vente du software à différents acteurs internationaux, publications et conférences... la société s'est arrêtée car le marché envisagé en 2014 n'était pas prêt

à faire la transition. Aujourd'hui, le marché existe et est en forte croissance depuis 2015, avec un développement industriel important et une standardisation, surtout en Chine.

Il faut maintenant relever deux défis, l'un qui touche la photonique et l'autre la cryptographie et la sécurité.

En premier lieu, il faut réaliser des composants beaucoup moins chers et adaptés aux télécoms. Pour ce faire, des développements sont en cours à Télécom ParisTech pour l'intégration dans les réseaux WDM : communications classiques et quantiques passeraient sur le même réseau pour faire baisser les coûts de déploiement. Il faut aussi certifier les implémentations face à des attaques avec les professionnels de la sécurité. Cela nécessitera plus de temps. Enfin, il faut baisser les coûts avec des systèmes intégrés au niveau photonique pour aller vers des systèmes complètement télécoms. C'est ce type d'action qui est mené dans le cadre du Flagship.

Le second défi est d'améliorer l'intégration de la cryptographie quantique, qui ne peut pas remplacer la cryptographie classique mais qui doit s'y associer (comme l'airbag est complémentaire de la ceinture de sécurité), en prenant en compte les différences culturelles entre les deux.

**Cette journée nous a offert une vision optimiste et passionnante de l'avenir des liens entre la recherche la plus pointue et le monde industriel, des TPME aux grands groupes. Et bien sûr l'occasion de discussions enrichissantes au-delà des fidèles des AG.**

*Martin Lièvre (promo 1979) - LNE*



**Friedhelm Serwane** d'Airbus, présente les domaines de recherche avancée chez Airbus Blue Sky : quantum technologies, biomaterials et computational neurosciences. Le calcul quantique pourra être utilisé pour la simulation de la dynamique des fluides,

essentielle dans le domaine aéronautique.

La solution pour avoir dans l'avenir des communications sécurisées est de combiner de nouvelles fonctions mathématiques avec la distribution de clés quantiques (QKD). L'un des objectifs d'Airbus est de sécuriser la liaison de données entre un drone et la station sol, cette démonstration devant se faire prochainement. Ensuite, si la faisabilité est démontrée, un module pourrait être développé pour communiquer entre une grande variété de plateformes aériennes et spatiales.

Dans le domaine des senseurs, Airbus collabore avec la société britannique ColdQuanta et l'institut Fraunhofer pour développer un senseur inertielle à atomes froids avec une grande bande passante, permettant de cartographier des anomalies gravitationnelles et utilisable pour la navigation. Un démonstrateur devrait fonctionner mi 2019.

Dans le futur – en 2040 ? – les plateformes terrestres, aériennes et spatiales utiliseront des calculateurs quantiques, des senseurs quantiques et seront reliées par des communications quantiques !





## LES PERSPECTIVES INDUSTRIELLES ET APPLICATIVES

### Navigation/Inertie



**Henri Porte** présente en détail la société iXblue (plus de 600 employés, un CA supérieur à 120 M€, 8 sites industriels et 100 % de la recherche effectuée en France) La stratégie est basée sur une intégration verticale avec la maîtrise de tous les composants clés. iXblue équipe, entre autres, une cinquantaine de satellites avec des gyromètres 3 axes à fibres optiques. Le laboratoire iXatom, créé en 2015 en commun avec le LP2N de l'IOGS, vise l'utilisation des atomes froids dans la navigation inertielle.

H. Porte expose le mécanisme de refroidissement d'un gaz d'atomes de rubidium à l'aide de 6 faisceaux lasers convergents selon les 3 axes de l'espace. Les atomes sont alors ralentis de 280 m/s à 6 mm/s, soit une température de quelques microkelvins. On dispose ainsi d'un ensemble cohérent de particules, avec une fonction d'onde d'environ 1 mm (dualité onde-corpuscule) que l'on peut faire interférer. La mesure de la phase dans cet interféromètre à onde de matière donne des mesures d'accélération, de gravité, de rotation (Coriolis) avec des performances inégalées en termes de bruits et de stabilité à long terme. Ainsi, les instruments hybrides regroupant les technologies classiques et quantiques permettent d'avoir à la fois une bande passante élevée - 100  $\mu$ s avec les FOG - et une stabilité à long terme - pas de dérive de biais avec les atomes froids.

L'objectif à 5 ans est de disposer de ces senseurs hybrides pour des applications embarquées. Des études portant sur de nouvelles solutions laser agiles avec modulation CS-SSB pour réduire les raies et interférences parasites visent l'obtention du  $\mu$ g.



**Bruno Desruelle**, cofondateur et Président de la société Muquans, présente la manipulation d'atomes froids pour des mesures de temps, de fréquence et d'accélération. Muquans, créée en 2011, collabore étroitement avec l'Observatoire de Paris (SYRTE) et l'IOGS (LP2N). Elle compte 29 employés dont 15 PhD. Parmi les produits de Muquans : un gravimètre quantique absolu ( $\Delta g/g \sim 10^{-9}$ ), une horloge ( $\Delta f/f \sim 10^{-15}$ ), un système laser pour le refroidissement des atomes ( $\Delta\lambda/\lambda \sim 10^{-10}$ )...

Ces produits nécessitent des composants à la limite de la technologie : fréquence laser précise à 100 kHz, agilité de fréquence de 1 GHz en 1 ms, PER > 25 dB, optiques à  $\lambda/50$  (P-V), vide < 10 mbar, champ magnétique contrôlé à 1  $\mu$ Gauss etc. difficiles à maîtriser expérimentalement. Les produits de première génération permettent d'obtenir, par exemple, des transferts de fréquence avec  $\Delta f/f \sim 10^{-20}$  sur des centaines de km, des stabilités de  $10^{-9}$  g sur des semaines... et les produits de seconde génération sont maintenant en plein développement, plus légers, plus compacts, fonctionnant dans de larges gammes de températures, alimentés par batteries...

Les applications se trouvent dans la volcanologie, la sismologie, la géothermie, l'hydrologie mais aussi dans l'industrie minière et le génie civil.

Pour répondre à une question, B. Desruelle précise que ces produits ne permettent pas la détection des sous-marins furtifs !



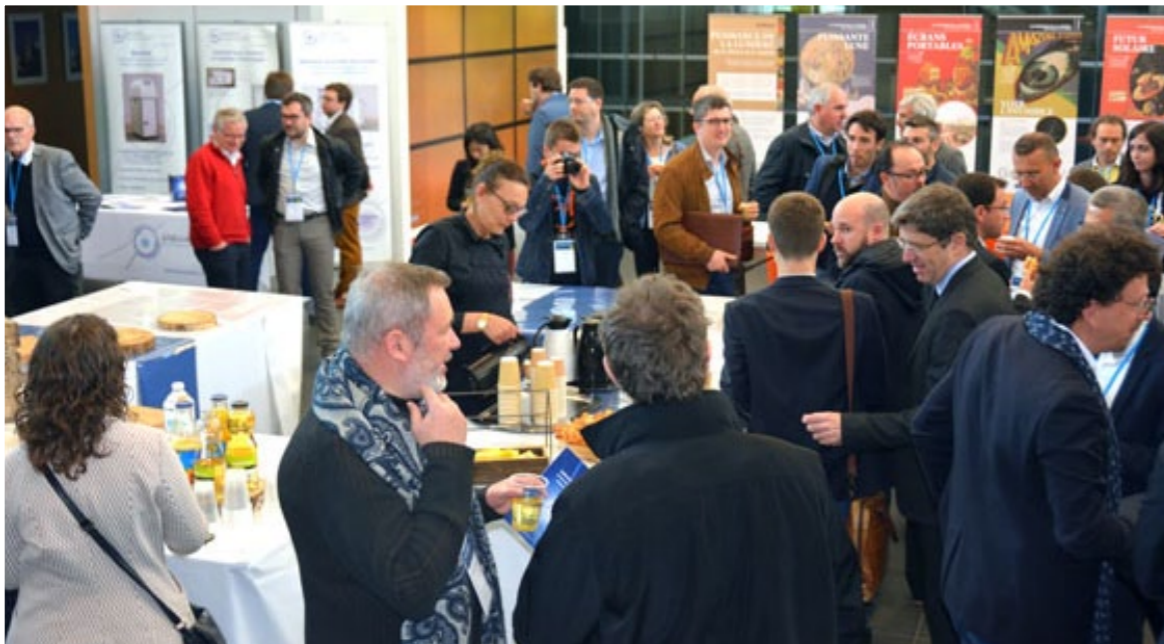
**Alexandre Bresson** ingénieur de recherches à l'ONERA, présente les applications « embarquées » de la gravimétrie atomique, pour la navigation (mesures inertielles, corrélation de champ de gravité, satellite drag-free), la géophysique structure interne de la Terre, sismologie...), la détection sous la surface (hydrocarbures, archéologie, bunkers) et la physique fondamentale (relativité générale, principe d'équivalence, effet géodétique et Lense-Thirring, balance du watt pour la nouvelle définition du kg).

Il décrit en détail comment mesurer les anomalies de la pesanteur terrestre ainsi que ses variations spatiales et temporelles, à partir d'instruments statiques (gravimètres à ressort, supraconducteurs, à coin de cube, ou à atomes froids) ou bien embarqués (gravimètres à ressort et plateforme gyrostabilisée), mais en visant la gravimétrie quantique embarquable !

Principes de base, état de l'art, systèmes laser sont présentés, ainsi que les générations de gravimètres à atomes froids Girafe : le Girafon en labo (2003), le Girafe transportable (2007) et le Girafe 2 embarqué (2013). Depuis les premières mesures en ascenseur (sur 12 étages), les campagnes se succèdent sur bateau et avion et une expérience spatiale est prévue.



## Cocktail déjeunatoire



“ L'organisation d'une journée sur la photonique quantique a été très judicieuse : c'est un sujet dont on entend beaucoup parler depuis quelques années et qui suscite une grande curiosité. On arrive aujourd'hui à un stade où ces technologies commencent à sortir des laboratoires et je pense qu'il était indispensable d'éclairer les membres de notre communauté photonique sur l'état de l'art dans le domaine. A ce titre, je trouve que cette journée a été particulièrement réussie : elle a permis de mettre en évidence l'excellence de la filière française et de dégager de manière claire les perspectives de développement dans les différents domaines d'application visés par les technologies quantiques.

*Bruno Desruelle (promo 1994) - Muquans*



SESSION 2 - LES PERSPECTIVES INDUSTRIELLES ET APPLICATIVES

## Ordinateur quantique, ordinateur photonique

Guillaume Colin de Verdière



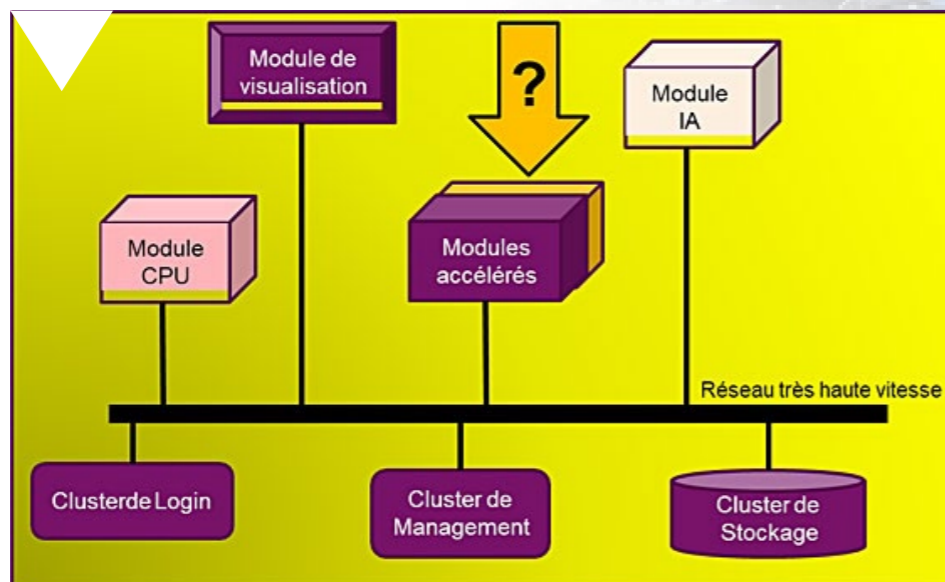
Pour faire face aux limitations des processeurs Silicium (la fameuse loi de Moore), de nouveaux moyens de calculs sont recherchés, plus puissants, moins énergivores.

Cette problématique a été bien expliquée par Guillaume Colin de Verdière « Du quantique dans le HPC (High Power Computing) au CEA ». Les domaines explorés par le CEA (énergie nucléaire, simulations pour la Défense, imagerie médicale, astrophysique...) sont de très grands consommateurs de puissance de calcul. Le CEA dispose déjà de moyens considérables et vise à l'horizon 2023 une capacité de 1 Exaflop (un milliard de milliard d'opérations par

seconde) consommant moins de 40 MW. Ce calculateur ne sera pas une machine généraliste mais une juxtaposition de modules spécialisés.

La photonique peut-être au cœur des « modules accélérés », ces coprocesseurs qui effectueront à très grande vitesse des opérations très spécifiques, soit par des moyens analogiques (exposé de LightOn), soit par de vrais modules quantiques faits de qubits.

Le CEA étudie les possibilités de l'ordinateur quantique (réalisation de qubits (voir ci-dessous), cas d'usage, langage) mais ne voit pas ce type de processeur compétitif avant une quinzaine d'années.







**Kilian Müller** « Using Light to change the Future of Computing » a présenté le coprocesseur optique (OPU, Optical Processor Unit), commercialisé par la start-up LightOn.

Construits à partir de composants du commerce, ces coprocesseurs optiques analogiques (non quantiques !) exploitent les propriétés de diffusion multiple de la lumière pour faire par exemple des calculs sur d'énormes matrices ( $10^{12}$  éléments) à la vitesse de la lumière, et peuvent donc être utilisés pour le développement des algorithmes d'intelligence artificielle.

Les ordinateurs quantiques et le détail des coprocesseurs quantiques n'ont pas été traités. Pour les technologues, les questions principales sont « comment seront constitués les registres de qubits (intriqués), comment seront-ils pilotés et comment seront-ils lus ». La photonique offre des solutions parmi d'autres, comme l'a illustré Jacques Cochard dans la session 1 en présentant les modalités disponibles pour réaliser un ordinateur quantique (qubits, portes, mesure).

L'attrait du marché de l'ordinateur quantique est énorme, la compétition fait rage et les investissements et les brevets déposés sont à la hauteur de cet attrait (voir également l'exposé de Jacques Cochard et la planche ci-dessous).

A noter, lors de la table ronde la mention de la création « Pasqal », une start-up de quantum computing valorisant les technologies de l'IOGS.

Une très belle journée, avec un effort pédagogique remarquable sur un sujet qui peut paraître hermétique, la photonique quantique : la proximité avec les orateurs, les acteurs présents et le soutien de l'écosystème local ont permis de vraiment comprendre les principes fondamentaux et les enjeux. Un évènement qui nous a également permis de nous projeter d'un point de vue business... À renouveler, impérativement !

Samuel Bucourt (promo 1991) – Imagine Optic

	recuit quantique	boucles supraconductrices	qubits topologiques	optique linéaire	quantum dots silicium	ions piégés	cavités diamants
<b>qubit</b>	supraconducteur effet Josephson	supraconducteur effet Josephson	quasi-particules faites de paires d'anyons	photons	spin d'électrons dans semi-conducteur	ions piégés magnétiquement	spin de noyau d'atomes
<b># qubit</b>	2048 qubits (D-Wave)	50 qubits (IBM) 72 qubits (Google)	N/A	quelques-uns	49 qubits (Intel)	53 qubits (IonQ) 51 qubits (MIT) 20 qubits (IQOQI)	6 qubits (QDTI)
<b>état</b>	sens du courant	phase de résonance ou sens du courant	sens de l'anyon	phase de photon	spins d'électrons	niveau énergétique de l'ion piégé	niveau d'énergie de la cavité
<b>portes</b>	micro-ondes 5 GHz et effet Josephson	micro-ondes 5 GHz et effet Josephson	inversions 2D d'anyons	filtres polarisants et dichroïques	micro-ondes	laser	laser
<b>mesure</b>	magnétomètre	magnétomètre	fusion d'anyons	détecteurs de photons	conversion spins to charge	fluorescence	fluorescence





**Cette première édition des French Photonics Days fut une occasion exceptionnelle pour moi de présenter ma jeune start-up à la communauté. J'ai pu ainsi m'adresser à des personnes à qui je n'aurais pas pu présenter ma technologie facilement. Le tout avec beaucoup de convivialité et de bonne humeur. C'est un événement qui vise à devenir incontournable pour ceux qui aiment l'optique et la photonique.**

*Valérian Giesz (promo 2012) – Quandela*



### SESSION 2 - LES PERSPECTIVES INDUSTRIELLES ET APPLICATIVES

## Composants et Instrumentation



**Thierry Debuisschert**, coordonnateur du programme européen « Quantum Flagship », rappelle que ce programme, doté de 10 Mds € sur 10 ans, est essentiellement orienté sur les applications des technologies quantiques : communications, calcul, simulation, et capteurs (senseurs, métrologie).

Thales RT concentre ses travaux sur deux de ces domaines : d'une part, les télécommunications, en particulier spatiales et satellitaires (distribution des clés quantiques et des messages) et d'autre part les capteurs, tels que les centres NV dans le diamant.

Ces capteurs, sensibles au champ magnétique, présentent des applications en médecine (résonance magnétique nucléaire), en contrôle de circuits électroniques, analyse de spectre, travaux en gravimétrie (atomes froids).

**Valérian Giesz** est fondateur de la start-up Quandela, fournisseur de sources lumineuses émettant des impulsions à photon unique, d'excellente performance : forte « luminosité » (probabilité élevée que chaque impulsion contienne un seul photon), pureté et indistinction élevées des photons émis. Sources idéales pour le calcul quantique (tel que le projet P*Si*Q : general Purpose Silicon Photonic Quantum Computing) ou les télécommunications quantiques (au-delà des besoins en distribution de clé quantique : QKD).



**Johann Cussey** est directeur technique d'Aurea Technology, fondée en 2010 à Besançon. Sa société conçoit des sources de photons jumeaux à 810 et 1550 nm et des compteurs de photons uniques (photodiodes à avalanche en InGaAs en mode Geiger). Ces produits constituent des briques pour une métrologie quantique facile et fiable appliquée à la distribution de clés quantiques, à la caractérisation d'émetteurs de photons uniques...

Sont mentionnées aussi l'OCT (Optical Coherent Tomography) quantique (interférence entre un photon de référence et un photon test), l'OTDR (Optical Time Domain Reflectometry) quantique (senseur à fibre haute résolution) et la mesure de fluorescence par comptage de photons.

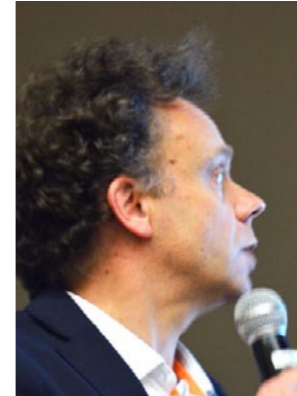


## FORMATION ET ENTREPRENEURIAT



**Élisabeth Boéri** (directrice de Pyla, organisme de formation continue en optique-photonique) est responsable de la commission emploi formation de Photonics France, chargée de participer à la feuille de route en photonique. Cette commission, composée de 16 membres (entreprises / académiques/ ministères) a pour axe

de travail d'accompagner et d'anticiper la mutation des métiers dans le domaine. Sa première réunion, tenue le 15 mars 2019, a pointé la faible visibilité et attractivité de la photonique auprès des jeunes : par exemple, le lycée Léonard de Vinci a dû fermer son programme photonique peu d'années après son ouverture, faute de candidats. Parmi les premières actions décidées : campagne de communication sur le vocable « photonique » auprès des lycéens ; évaluation des besoins en formation : état des lieux et enquête prospective sur les besoins en compétences.



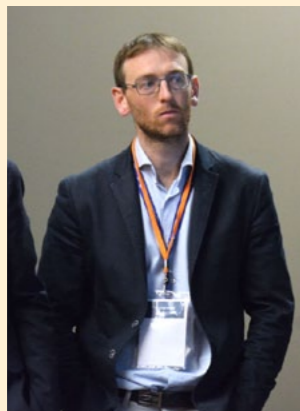
**Nicolas Dubreuil** (enseignant chercheur IOGS) : il existe en France 85 formations initiales aux niveaux Bac+2, Bac+3, Bac+5 et 29 DUT mesures physiques. Ces formations sont présentes dans toutes les régions.

En formation continue, sont cités entre autres l'IOGS et Pyla. Ne devrait-on pas suivre l'exemple de l'Allemagne, où un établissement, le Max Planck Institute, est chargé de coordonner l'ensemble des formations en photonique quantique ?



**Lionel Jacobowicz** (enseignant IOGS) dresse un tableau des travaux pratiques de l'Institut d'Optique : ce service, dénommé LEnsE (laboratoire d'enseignement expérimental) propose 80 manips (soit environ 3400 heures, record mondial).

3 manips sont dédiées à la photonique quantique : Inégalités de Bell, Expérimentation de Hong-Ou-Mandel (interférences à deux photons), Interférences à un photon. En projet, une manip de création de photons uniques à la demande par des centres colorés NV du diamant.



**Simon Bernon et Bertrand Simon** (enseignants chercheurs IOGS) décrivent deux formations spécifiques à l'Institut d'Optique : la FIE (Formation Innovation Entrepreneurs) et la FIR (Formation à l'Innovation de Rupture).

La FIE a pour objet de former des entrepreneurs en optique par la création d'entreprises par des élèves dès leur seconde année à SupOptique. Cette formation est dédiée à une trentaine d'élèves par an (soit une dizaine d'entreprises). Depuis la création de la FIE, 15 M ont été générés et 150 emplois créés (sur une douzaine d'années).

La FIR, en cours de création, a pour objet de former des élèves

à l'analyse de dispositifs photoniques et à leur reconstruction/extension sur de nouveaux concepts. Exemples de projets en cours : projection holographique (extension de pupille de HUD Thales), perception 3D en réalité augmentée/virtuelle (facteurs humains et « VR sickness »), manip « atomes froids ». Cette formation s'appuie sur des partenariats extérieurs (apport de compétences, de matériels, d'encadrement extérieurs). Elle dispose d'espaces dédiés : salle de créativité, salle « projets », salle « réalité virtuelle/augmentée ». Problème d'identification et de validation des compétences, à cause de la forte réduction de ses cours magistraux par rapport à une formation classique.



## TABLE RONDE : construction d'une filière et élaboration d'une feuille de route



*Malheureusement, la table ronde a été écourtée en raison du retard accumulé (et des trains à prendre !) et la réponse aux questions (filière, feuille de route) n'a été qu'esquissée.*

Animateur : Benoit d'Humières (Tematys)

Participants (de gauche à droite) : Christophe Jurszak (Quantonation), Philippe Adam (DGA), Thierry Debuisschert (Thales), Thierry Dupoux (Safran, Photonics France)

**Pour moi, l'optique quantique reste un domaine un peu mystérieux avec ses photons uniques ou intriqués, mi-onde mi-particule ! La journée « Photonique, nouvelle ère du Quantique » m'a permis de comprendre un peu mieux de quoi on parlait et quelles pouvaient être les applications qui à terme utiliseraient ce type de technologie. La simplicité et la variété des présentations nous ont donné un bon aperçu du potentiel de ces « photons mystérieux ». Un évènement convivial et où les intervenants ont su se mettre à la portée des non spécialistes. Une belle réussite.**

*Philippe Métivier (promo 82) – Lumibird*



### Intervention de Philippe Adam

Ph. Adam souligne que la DGA s'intéresse depuis plus de 10 ans aux nouvelles technologies quantiques. Cet intérêt est soutenu par l'excellence de la recherche française capable d'identifier les ruptures technologiques, et par la présence d'un

écosystème industriel capable de les développer.

Ces ruptures potentielles et leur impact sur les armées sont analysés en interne DGA (responsables métiers et responsable de pôles) chargé de coordonner la participation française au flagship européen.

La stratégie de la DGA (non publiée) est mise en œuvre au travers d'actions de recherche à spectre large et des actions de programmation plus ciblées.

### Intervention de Thierry Debuisschert

Th. Debuisschert rappelle la structuration du flagship (budget 1G€ sur 10 ans), qui comporte de la recherche et du transfert. Il a été défini par un comité d'experts (académiques et industriels). Il comporte 3 périodes échelonnées avec des TRL croissants.

A la question sur le positionnement d'une éventuelle action française par rapport au flagship, Thierry suggère de traiter des sujets complémentaires comme certains aspects fondamentaux, comme la photonique, assez peu présente dans le flagship, ou les atomes froids. Il rappelle qu'il existe une instance de coordination avec les programmes nationaux.







### Intervention de Christophe Jurczak

Benoit d’Humières mentionne que Quantonation a publié dans Le Monde une tribune plaidant pour une politique publique de soutien aux « technologies de rupture » issues de la physique quantique <https://www.quantonation.com/wp-content/uploads/2019/03/Tribune-Le-Monde-Le-quantique.pdf>

Christophe rappelle que Quantonation est un fonds de capital-risque qui investit dans les startups de la « Deep-tech », à tous les stades de leur développement avec un focus sur les technologies quantiques. La « Deep-tech » est liée à l’innovation de rupture, souvent basée sur de la science. Ce type de fonds est plus courant en Angleterre ou aux USA. Ces fonds sont moins sensibles au court-terme que les fonds traditionnels, mais sont très attentifs au potentiel de croissance et à la taille des marchés visés ; par exemple les marchés de niche tels que les capteurs sont moins ciblés que les plus gros marchés potentiels tels que l’ordinateur quantique, où ces investisseurs sont prêts à prendre des risques, Quantonation vient de participer au premier tour de table de « Pasqal », une start-up de quantum computing valorisant les technologies de l’IOGS.

Quantonation a regardé 105 dossiers sur les technologies quantiques mais seulement 7 en France.

Il faut lutter contre le « complexe Calimero « il est trop tard et on n’a pas d’argent ! » C’est juste le bon moment pour la France pour bâtir les leaders du quantique !

Quelle attente en termes de soutien ? Il existe déjà des moyens (« Deep tech funders, plan Deep-tech de la BPI ) ; la demande est plutôt celle d’un signal positif fort pour donner encore plus l’envie d’entreprendre aux scientifiques ; plutôt que plus de financement, il faut essayer de structurer les choses pour créer un écosystème et pour savoir flécher les moyens disponibles.



### Intervention de Thierry Dupoux

Th. Dupoux rappelle que Safran est intéressé par l’impact des technologies quantiques sur la navigation.

Le but d’une journée comme celle-ci est de montrer le potentiel de la technologie et la nécessité de l’organisa-

tion d’une filière. Il ne faut pas reproduire l’histoire du laser, domaine où il y a 30 ans, on était en avance sur l’Allemagne et où aujourd’hui on constate, faute de choix pertinents et d’organisation, que l’on n’a pas su faire émerger des industriels comme les industriels allemands avec des CA de 1 G€

A nous d’organiser une filière, recherche, enseignement, industrie, de s’obliger à être concrets, vendeurs, de promouvoir des démonstrateurs (comme les démonstrateurs chinois).

Le succès de cette journée sur une technologie « risquée », montre qu’il ne faut pas hésiter à parler de hardware (et pas que de software !). Il faut valoriser la photonique, qui reste un marché moyen, par l’impact différenciant sur ses marchés d’applications (et par ses implications sur la souveraineté industrielle guère abordée).

### Questions (réponses de Thierry Dupoux)

Sur l’étroitesse du marché national des communications quantiques, ne faut-il pas considérer le niveau européen ? Bien sûr, pour traiter des sujets complexes et duaux comme celui-ci, il faut savoir monter des coopérations.

Sur la mise en place de normes ? Ce sera le rôle de la filière d’être présent dans ces instances.

Sur la priorité accordée à la photonique en Europe ? Thierry Dupoux (et Ivan Testart/ Photonics France) confirment que la photonique reste une KET, le PPP doit être demandé par les États (la France l’a fait) mais que le budget sera annuel et en baisse, d’où la nécessité de se tourner vers les applications.

**“ J’ai particulièrement apprécié cette journée organisée autour de la photonique quantique. Mes motivations étaient multiples : avoir une vision de la photonique quantique en France, l’état de l’art, les acteurs et les perspectives. Cette journée a pleinement répondu à mes attentes. Le déjeuner très convivial organisé dans l’atrium de l’Institut d’Optique était quant à lui très propice au networking. ”**

*Jean-Luc Tapié (promo 1987) – Cohérent*



## Soirée croisière (et networking !) sur la Garonne



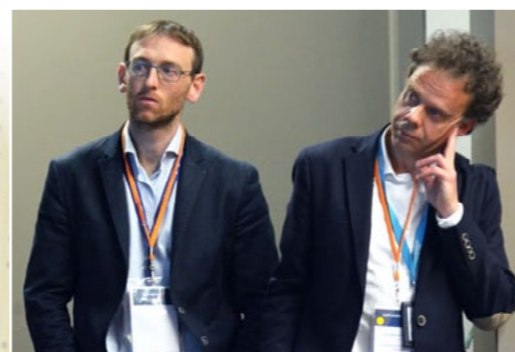


## Annexe 1 Présentations disponibles

Numéro session	Intervenant(e)	Présentation
0.1	Claire Valentin	Non disponible
0.2	Anne-Laure Bedu	Non disponible
1.1	Philippe Grangier	Lien
1.2	Jacques Cochard	Lien
1.3	Philippe Adam	Non disponible
1.4	Jean-Pierre Giannini	Lien
2.1	Philippe Grangier	Lien
2.2	Romain Alléaume	Lien
2.3	Friedhelm Serwane	Non disponible
2.4	Henri Porte	Lien
2.5	Bruno Desruelle	Lien
2.6	Alexandre Bresson	Lien
2.7	Kilian Muller	Lien
2.8	Guillaume Colin de Verdière	Lien
2.9	Thierry Debuisschert	Non disponible
2.10	Valerian Giesz	Lien
2.11	Johann Cussey	Lien
3.1 et 3.2	Elizabeth Boéri et Nicolas Dubreuil	Lien
3.3	Lionel Jacobowicz	Lien
3.4	Simon Bernon / Bertrand Simon	Lien

C’était une excellente journée et je remercie les Anciens et les autres co-organisateurs. Le format m’a semblé tout à fait adapté aux échanges. Ces journées de la photonique quantique ont été une excellente opportunité de fédérer les acteurs industriels et académiques français en leur permettant d’échanger sur leur vision d’un domaine très prometteur et en proie à une pression internationale grandissante. Des échanges extrêmement fructueux avec les industriels ont mis en avant le rôle déterminant des formations en optique pour former les jeunes à la fois aux technologies quantiques mais également à porter les projets d’entreprises innovantes de demain.

*Simon Bernon (promo 2007) – IOGS*





### Annexe 2 Liste des participant(e)s

ABROUG	Neil	DGE
ADAM	Philippe	DGA - AID
AIT-OUMEGHAR	Stéphane	OPTOSIGMA
ALBRECHT	Hervé	Raicol Crystals
ALLEAUME	Romain	Telecom ParisTech
APPERT-COLLIN*	Benoit	ALPhANOV
AUBERTIN	Vincent	Opton Laser International
AYFRE	Matthieu	AST innovations
BARRETT	Brynle	IXblue
BATISTA	Michaël	POLE OPTITEC
BEDU	Anne-Laure	Conseil Régional Nouvelle-Aquitaine
BEREAU	Jean-Christophe	ALPHA-RLH
BERNON*	Simon	Institut d'Optique GS
BERTRAND	Anthony	ALPhANOV
BLAYO*	Nadine	JACOBACCI CORALIS HARLE
BLAZY*	Yohan	Etudiant Institut d'Optique GS
BOERI	Elisabeth	PYLA
BOUILLON	Pierre	Sofradir
BOULLIARD*	Guillaume	Institut d'Optique GS
BOUT	Arnaud	WAVETEL
BOUYER*	Philippe	CNRS - IOGS
BRESSON*	Alexandre	ONERA
BROMONT	Jean-Matthieu	HTDS
BUCOURT*	Samuel	Imagine Optic
CADROAS	Patrick	IDIL FIBRES OPTIQUES
CANIONI	Lionel	LAPHIA
CASTAY	Jérôme	PRO-LITE TECHNOLOGY FRANCE
CHACHIA*	Ismail	Institut d'Optique GS
CHANTELOUP	Christine	SupOptique Alumni
CHICHET	Laure	Teledyne e2v
COCHARD	Jacques	TEMATYS
COGNET*	Laurent	LP2N - Institut d'Optique
COLIN DE VERDIERE	Guillaume	CEA
COLOMBEAU	Thomas	ALPHA-RLH
COMPATANGELO	Angelica	EDMUND OPTICS
CROUZILLES	Julien	SEDI-ATI Fibres Optiques
CRUZ	Vincent	Lycée A. KASTLER
CUSSEY	Johann	AUREA Technology
DAJCZGEWAND	Julian	OPTOSIGMA
D'ARMAGNAC DE CASTANET*	Quentin	Etudiant Institut d'Optique GS
DEBUISSCHERT*	Thierry	Thales Research & Technology

DEMARS	Delphine	ALPHA-RLH
DEMARTY*	Marine	Institut d'Optique GS
DESHAYES	Yannick	Universite Bordeaux 1 - Laboratoire IMS
DESRUELLE*	Bruno	MUQUANS
D'HUMIERES	Benoît	TEMATYS
DOUBLET	Philippe	Airbus Defence & Space
DUBREUIL	Nicolas	Institut d'Optique GS
DUMAURE	Mélicca	ALPHA-RLH
DUPOUX*	Thierry	Safran Electronics & Defense
DURAND	Audrey	ALPHA-RLH
DURAND	Aurélien	Conseil Régional Nouvelle Aquitaine
DUVAL	Stéphane	ARDOP INDUSTRIE
FARCY	Catherine	Photonics France
FERHAT	Thomas	NKT Photonics
FIORAVANTI	Philippe	AErospace Valley / DAS-SAULT
FLOCH	Hervé	Pôle de compétitivité ALPHA-RLH
FLORES ESPARZA*	Sergio Ivan	LAAS-CNRS
FOURNIER*	Gilles	ARIANEGROUP
FRAIOLI	Donato	EUROFLUX
FRETEL	Emmanuel	ALPHA-RLH
GARAT	Jeanne	CEA/CESTA
GEDDA	Karl	Systematic
GHADIMI NASSIRI	Mikaël	Université de Bordeaux
GIANNINI	Jean-Pierre	ALPHA-RLH
GIESZ*	Valérian	Quandela
GILBERT	Gaëtan	UNITEC
GIRARD	Bertrand	IRT Saint-Exupéry
GLASSBERG	Edouard	Promessa
GRANGIER	Philippe	Institut d'Optique GS
GRAZIANI	Sylvano	Ficontec
GREVERIE	Caroline	CNRS Innovation
GRIVEAU	Philippe	IXblue
GUERINEAU	Olivier	Aerospace Valley / THALES
HARDOUIN	Francis	CEA-CESTA
HAY-CHAUVEL*	Valérie	ARIANEGROUP
HORAIN	David	ESI
IDIART-BARSOUM	Eneka	Eneka Consulting
ISRAELIEVITCH*	Elodie	Etudiant Institut d'Optique GS
JACUBOWIEZ	Lionel	Institut d'Optique GS
JANO	Véronique	Accompagnante
JANO*	Patrice	Ex Thales

JOLY	Yann	Optoprim
JURCZAK	Christophe	Quantonation
KAZANDJIEFF	Katia	EUROFLUX
KHENG	Kuntheak	CEA-Grenoble/Université Grenoble Alpes
LAUTIER-GAUD*	Jean	MUQUANS
LAVERGNE	Emeric	Expleogroup
LAYGUE	Pierre	AZUR LIGHT SYSTEMS
LEFORT	Jean-Charles	Hamamatsu Photonics France
LEVRIER	Bruno	Bruno Levrier Expertises
LICCHESI*	Victor	Radiall
LIEVRE*	Martin	LNE
LIM	Caroline	ONERA
MARTIN*	François-Bernard	MS
MELIN	Laurent	Polytec France
METVIER*	Philippe	LUMIBIRD
MEYZONNETTE*	Jean-Louis	Institut d'Optique GS
MORBIEU	Bertrand	THALES AVS
MULLER	Kilian	LightOn
OUDJEDI*	Laura	xxx
PAGES*	Benjamin	AUREA Technology
PAWLOWSKI	Maud	Région Nouvelle-Aquitaine
PENOUIL	Véronique	ALPHA-RLH
PERROCHON	Cyril	Lycée A. KASTLER
PORTE	Henri	ixblue
RAVAUX	Alice	IREIS - HEF

RENARD*	William	IRISIOME
ROBERT	Emmanuel	Safran
SCHMEISSNER	Roman	Thales AVS France
SERWANE	Friedhelm	AIRBUS
SILVESTRE	René	SOMOS NANOTEC
SIMON	Bertrand	Institut d'Optique GS
TANAIS	Jocelyn	ACAL BFI FRANCE
TAPIE*	Jean-Luc	Coherent France
TATARD	Christophe	Teledyne-e2v
TEMPLIER	Simon	IXBLUE
TESTART	Ivan	Photonics France
TOVENA PECAULT	Isabelle	ALPHA RLH
TURLIER	Catherine	Accompagnante
TURLIER*	Bernard	SupOptique Alumni
UTEAU	Damien	DIRECCTE Nouvelle-Aquitaine
VALENTIN*	Claire	AUDAXIO
VALENTIN	Constance	CNRS-CELIA
VEST*	Benjamin	Institut d'Optique GS



\* Anciens de SupOptique



### COMMUNIQUÉ DE PRESSE

#### Vif succès pour la 1<sup>ère</sup> édition des French Photonics Days : « La photonique : nouvelle ère du quantique »

Paris, le 26 avril 2019 – Photonics France, la fédération française de la photonique, SupOptique Alumni, l'Association des anciens élèves de SupOptique, et le pôle de compétitivité ALPHA - Route des Lasers & des Hyperfréquences ont organisé la 1<sup>ère</sup> édition des French Photonics Days sur le thème « La photonique : nouvelle ère du quantique » le 4 avril 2019 à l'Institut d'Optique d'Aquitaine à Talence.



Cet évènement, premier en son genre, a permis de rassembler des acteurs académiques et industriels sur le thème porteur de la photonique quantique. Plus de 125 personnes étaient présentes et ont pu assister à des présentations, permettant de se familiariser avec le domaine : des représentants des laboratoires de la recherche comme l'Institut d'Optique et le CEA/LETI, des institutionnels comme la DGA et la Région Nouvelle-Aquitaine qui a fortement soutenu cet évènement, mais également des industriels comme par exemple MUQUANS, QUANDELA ou LIGHTON.

Les présentations très didactiques ont permis de mettre à l'honneur le savoir-faire français ainsi que des start-ups dont le potentiel de croissance est fort. Des discussions ont pu s'engager entre les différents participants, permettant à chacun de mieux comprendre le chemin parcouru et les avancées probables de la photonique quantique dans les prochaines années, que ce soit pour des applications de cryptographie, d'instrumentation, de navigation ou liées à l'ordinateur quantique. Une session a également été consacrée aux aspects de formation, mettant en lumière l'évolution des mécanismes et méthodologies permettant de former les étudiants aux nouveaux métiers de demain.

« Cette journée nous a offert une vision optimiste et passionnante de l'avenir des liens entre la recherche la plus pointue et le monde industriel, des TPME aux grands groupes » témoigne un participant. Au-delà des présentations, des espaces de networking à l'heure du déjeuner et le soir, ont permis de se retrouver dans une ambiance conviviale.

L'excellence française et le dynamisme des jeunes PME doivent permettre de structurer cette nouvelle filière. Un groupe de travail

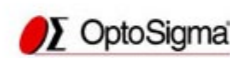
sera organisé à cet effet par Photonics France dans les prochains mois, afin de pouvoir proposer aux pouvoirs publics une feuille de route, permettant de s'insérer dans les nouveaux dispositifs d'aide à l'innovation de rupture que ce soit au niveau national ou européen.

Fort de ce succès, **Photonics France**, la fédération française de la photonique et **SupOptique Alumni**, l'Association des anciens élèves de SupOptique, vous donnent rendez-vous pour la 2<sup>de</sup> édition des **French Photonics Days** l'année prochaine en 2020.



Intervenants des French Photonics Days ©Jean Augereau\_IJGS

#### Avec le soutien de :



#### Et en partenariat avec :





### PLUS D'INFORMATIONS / CONTACTS PRESSE



#### Photonic France

Catherine FARCY,  
responsable communication  
cfarcy@photonics-france.org

01 53 46 27 08  
06 95 65 29 94

Plus d'informations :  
[www.photonics-france.org](http://www.photonics-france.org)

#### A propos de Photonics France

Photonics France, fusion de l'AFOP, le syndicat professionnel et du CNOP, le comité national, s'engage pour les professionnels du secteur optique photonique.

Avec près de 125 membres dont plusieurs grandes entreprises (Thales, Safran, Essilor, Saint-Gobain), ETI, TPE/PME, start-up, clusters, pôles de compétitivité, société savante et club, l'écosystème qui constitue Photonics France assure une représentativité incontestable de la filière photonique française. Elle réunit les industriels spécialisés dans l'étude, le développement, la fabrication, l'intégration et la vente de composants, de produits ou systèmes intégrant des technologies photoniques mais également de nombreux organismes officiant dans le domaine.

Nos membres ont l'ambition de contribuer activement au développement de la filière. Ils adressent une grande diversité de domaines d'applications : santé, recherche, environnement, transports, bâtiments intelligents, éclairage, défense, et notamment la sécurité.



#### ALPHA - Route des Lasers & des Hyperfréquences

Delphine DEMARS,  
responsable Communication  
d.demars@alpha-rlh.com

05 87 21 21 00  
06 27 57 16 68  
06 95 65 29 94

Plus d'informations :  
[www.alpha-rlh.com](http://www.alpha-rlh.com)

#### A propos du Pôle de compétitivité ALPHA-RLH

Basé à Bordeaux, Limoges et La Rochelle, le pôle de compétitivité ALPHA - Route des Lasers & des Hyperfréquences (ALPHA-RLH) fédère les talents autour des technologies Photonique & Hyperfréquences et facilite le progrès et l'innovation au service du développement économique de la région Nouvelle-Aquitaine.

ALPHA-RLH est structuré autour de deux domaines technologiques socles, Photonique-Laser et Electronique-Hyperfréquences, avec l'appui d'outils numériques, au service de quatre marchés : Santé (Dispositifs Médicaux et Autonomie), Communication-Sécurité, Aéronautique-Spatial-Défense et Energie-Bâtiment intelligent.

Le pôle accompagne entreprises et laboratoires dans le montage, l'expertise et le financement de projets d'innovation, soutient la croissance des entreprises innovantes ainsi que le développement à l'export et l'accès à de nouveaux marchés.

Il compte plus de 250 adhérents situés principalement sur le territoire de la Nouvelle-Aquitaine.



#### SupOptique Alumni

Christine CHANTELOUP,  
permanente  
christine.chanteloup@  
institutoptique.fr

01 64 53 34 80

Plus d'informations :  
[www.supoptique.org](http://www.supoptique.org)

#### A propos de SupOptique Alumni

SupOptique Alumni regroupe les anciens élèves de l'École Supérieure d'Optique, au sein de l'Institut d'Optique Graduate School (IOGS). Cette école est un des acteurs majeurs de l'enseignement supérieur et de la recherche en optique et photonique en France.

Elle fait partie du concours Centrale-SupElec ainsi que de la nouvelle entité Université Paris-Saclay (UPS) et forme environ 150 élèves par an, répartis sur 3 sites : Palaiseau, Saint-Étienne et Bordeaux. Son rayonnement international repose à la fois sur la qualité de la formation qui y est dispensée, et sur les contributions scientifiques majeures du Laboratoire de recherche de l'Institut d'Optique.

SupOptique Alumni a pour vocation de promouvoir l'École au sein de la filière Optique-Photonique au travers de 500 membres représentatifs des différents métiers, des laboratoires académiques aux grands groupes en passant par les start-ups et organismes de valorisation.

