

# Comment un jeune chercheur italien devient-il auto-entrepreneur en France ?

Entretien de Michèle Leduc avec Niccolo Somaschi, président de la *start-up* Quandela, basée à Palaiseau (Essonne).



**Michèle Leduc (ML) :** Niccolo Somaschi, vous êtes cofondateur de la société Quandela (encadré 1) qui commercialise depuis 2017 des sources de photons uniques de haute performance pour les technologies quantiques. Pouvez-vous nous raconter votre parcours avant le grand saut dans la technologie ?

**Niccolo Somaschi (NS) :** J'ai commencé mes études par un master en 2009 à Milan, en pleine crise économique, quand les perspectives dans le monde du travail n'étaient pas optimales. J'ai alors pris la décision de tenter ma chance à l'étranger et de partir avec une bourse de thèse européenne Marie Curie en cotutelle entre l'université de Southampton en Grande-Bretagne et la *Foundation for Research and Technology – Hellas* en Crète. J'ai ainsi passé quatre années à me déplacer entre ces deux îles, avec le grand privilège de faire de la recherche sur l'optique non linéaire et les interactions lumière-matière dans deux excellents laboratoires. Avec cette expérience unique, j'ai appris l'importance de connaître différentes cultures de travail et de me construire un réseau de relations mondial. À la fin de mon doctorat, soutenu en novembre 2013, il m'est alors paru naturel de poursuivre à l'étranger. Entre plusieurs offres, j'ai finalement choisi un contrat postdoctoral dans le groupe de Pascale Senellart, au Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies du CNRS à Palaiseau.

**ML :** En quoi consistait le thème de recherche de votre postdoctorat ? Pourquoi ce sujet a-t-il suscité votre enthousiasme ? Pouvez-vous décrire simplement les objectifs de cette recherche ?

**NS :** Le sujet était le développement de sources quantiques de lumière de dernière génération, basées sur des semi-conducteurs « trois-cinq » (composés de gallium, d'arsenic, d'aluminium et d'indium). La méthode repose sur l'utilisation de nanocristaux semi-conducteurs de dimensions nanométriques dénommés boîtes quantiques, émettant des photons uniques après excitation par des impulsions laser. Dans un cas normal, seulement environ 1% des photons uniques émis par les boîtes quantiques peuvent être collectés et utilisés. Pour augmenter fortement l'efficacité de la collecte, la méthode développée au sein du laboratoire à partir de 2008 a été de placer ces émetteurs dans une cavité optique verticale d'une vingtaine de micromètres, en forme de micropilier. Nous avons donc travaillé sur la *design* et sur les processus de fabrication pour augmenter la qualité de telles sources et en implanter plusieurs sur la même puce semi-conductrice (fig. 1). En outre, avec la mise en place d'une nouvelle technique spectroscopique, nous avons pu obtenir de hautes performances d'émission et de pureté quantique, atteignant presque 100%. Ces résultats [1] ont eu un impact immédiat dans la communauté scientifique.

## La start-up Quandela

Encadré 1

**Date de création :** juillet 2017

**Fondateurs :** Niccolo Somaschi (président),  
Valerian Giesz (directeur général)  
et Pascale Senellart (directrice de recherches au CNRS)

**Nombre de collaborateurs :** 5

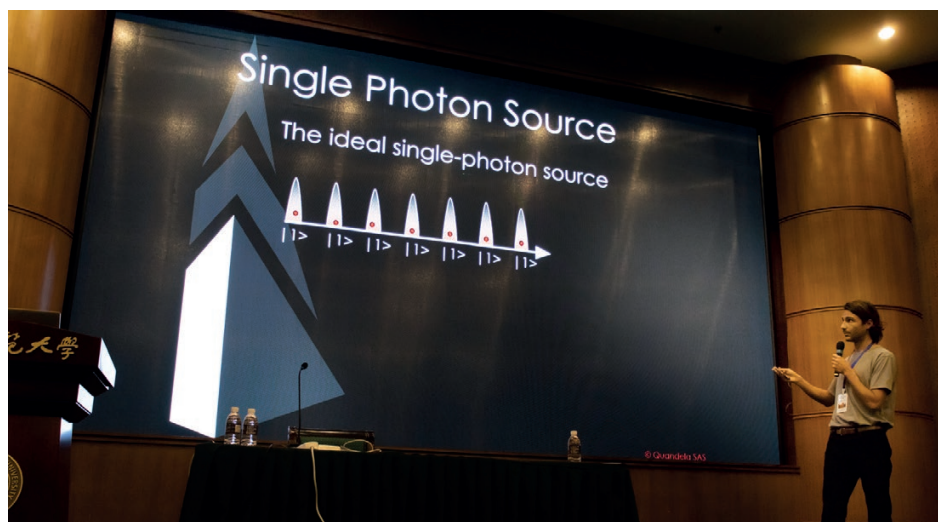
**Capital social :** 44 315 euros

**Adresse :** C2N, 10 Boulevard Thomas Gobert,  
91120 Palaiseau

**Site internet :** <https://quandela.com>

**Contact :** [contact@quandela.com](mailto:contact@quandela.com)

Quandela a été lauréate du prix du concours i-Lab (2018), du Grand Prix Challenge+ d'HEC Paris (2018) et du Grand Prix IncubAlliance (2019).



Niccolo Somaschi présente Quandela et la technologie des sources de photons uniques à la conférence ICQT (International Conference on Quantum Technologies) à Shanghai en octobre 2018.

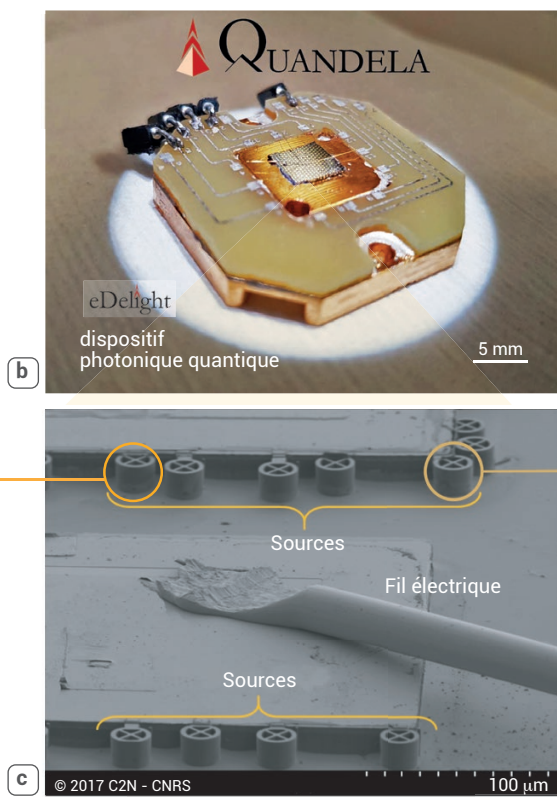
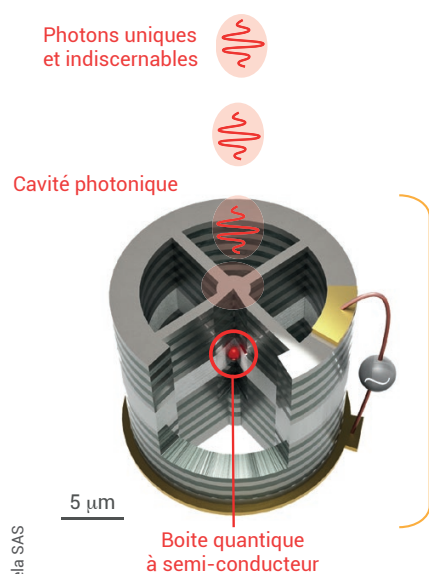
**ML :** Pouvez-vous préciser ce qu'on entend par photons uniques et quelle importance revêt leur production ? En quoi diffère-t-elle d'une source de lumière très atténuée ?

**NS :** Une source de photons uniques fonctionne sur l'émission de photons un par un de façon déterministe, à partir d'objets microscopiques, par exemple un atome individuel, ou un centre coloré dans un cristal, ou encore comme ici un atome artificiel (une boîte quantique dans un semi-conducteur). Des sources

lasers atténuées ne sont pas équivalentes car leur émission de lumière est aléatoire, les photons collectés étant souvent au nombre de 0, de temps en temps de 1, mais aussi plus rarement de 2 ou plus, ce qui peut fausser les expériences (voir l'encadré 2 rappelant l'expérience cruciale de Kimble *et al.* en 1977, qui a nécessité des photons uniques pour établir la preuve irréfutable que le photon optique est bien une particule). Les sources de photons uniques sont l'un des nerfs de la guerre pour le développement de nombreuses technologies quantiques : l'imagerie,

>>>

SOURCE DE PHOTONS UNQUES



1. Source de photons uniques.

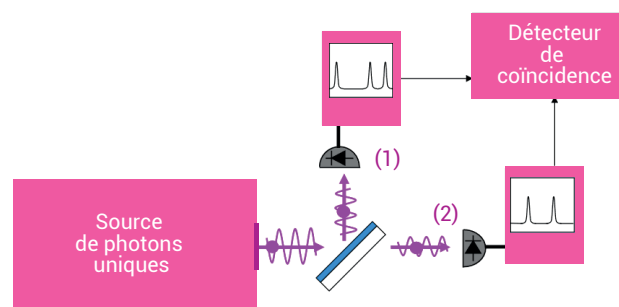
(a) À gauche : dessin de la source de photons uniques basée sur un atome artificiel – une boîte quantique à semi-conducteur – intégrée dans une cavité photonique utilisée pour améliorer l'extraction de la lumière.  
 (b) À droite en haut : image de la puce photonique quantique eDelight, produit phare de la société Quandela.  
 (c) À droite en bas : image au microscope électronique de plusieurs balayages de photons uniques intégrées sur une puce. La petite taille de chaque source, autour de 25 micromètres, permet la fabrication à grande échelle en intégrant de nombreuses sources sur une puce semi-conductrice de seulement quelques millimètres carrés.

## Le photon optique est une particule

Le photon optique est une particule : preuve directe obtenue en 1977 avec une source de photons uniques.

Pendant longtemps, l'existence du photon optique en tant que particule (le quantum de lumière postulé par Albert Einstein en 1905) a été questionnée. Le doute a été levé en 1977 par une expérience cruciale (fig. E1) utilisant une source de photons uniques, issus d'atomes de sodium excités par des impulsions laser.

Selon la théorie quantique complète (le champ et l'atome sont quantifiés), il ne peut pas y avoir de coïncidence, car le photon est une particule non sécable reçue en (1) ou en (2), mais pas aux deux endroits à la fois. En revanche, la théorie quantique semi-classique (où le champ électromagnétique est classique, mais l'atome est quantique) prédit un résultat non nul. L'expérience de Kimble, Dagenais et Mandel [2] a mesuré un taux de coïncidences très faible, incompatible avec la prédiction de la théorie semi-classique. Elle a ainsi établi de façon directe et non ambiguë l'existence corpusculaire du photon optique en propagation libre.



**E1. L'expérience de A.J. Kimble et al.** Une lame semi-réfléchissante offre à la lumière deux chemins possibles : la transmission et la réflexion. Deux photomultiplicateurs (1) et (2) transformant l'énergie lumineuse en signaux électriques sont reliés à un compteur de coïncidences.

**2• A.J. Kimble, M. Dagenais et L. Mandel, "Photon antibunching in resonance fluorescence", *Phys. Rev. Lett.* **39** (1977) 691.**

&gt;&gt;&gt;

la radiométrie, et surtout le transfert sécurisé de l'information et le développement de l'ordinateur quantique universel. Ce dernier représente le véritable « Graal » pour beaucoup de *start-up* et pour des entreprises géantes du monde entier (Google, IBM, Intel, Microsoft, etc.), qui investissent des sommes colossales. En pratique, en remplaçant par notre dispositif les sources laser atténuées, les chercheurs construisant des prototypes de calculateurs ont déjà réussi à réduire la durée de leurs calculs de plusieurs jours à quelques minutes, tout en augmentant exponentiellement la puissance de calcul de leur système.

**ML : Finalement, comment avez-vous pris la décision, sans doute irréversible, de devenir auto-entrepreneur à partir de ce succès de recherche ? Il s'agit d'un véritable changement de métier. Comment avez-vous complété votre formation ?**

**NS :** À la fin de mes deux années de contrat, la solution s'offrait de créer une compagnie privée, adossée au développement de notre dispositif et amorçant sa commercialisation : en effet, la demande pour nos sources était pressante. Une telle voie m'est apparue viable et adaptée à la situation de l'équipe. Cette aventure, la *start-up* Quandela, commencée il y a maintenant près de trois ans, s'est parfois révélée éreintante, surtout au début. Il nous manquait plusieurs compétences, en premier lieu concernant la gestion et le modèle économique d'une entreprise, allant de la finance au *marketing*, en passant par les ressources humaines et la levée de fonds. Il fallait aussi nous forger une vision à long terme. Pour ces raisons, nous avons pris le temps pour développer une stratégie claire en suivant une formation à l'entrepreneuriat à HEC-Paris, avec le programme Challenge+, et avec d'autres tutorats et du *coaching*. Après une première année de travail très intense, nous avons pu passer du développement artisanal d'un dispositif unique à un processus reproductible, fournissant un vrai produit commercial que nous avons déjà vendu à deux clients importants à l'international. Simultanément, nous avons dû nous préparer pour les étapes suivantes vers l'industrialisation.

**ML : Dans quel état d'esprit travaillez-vous au quotidien et comment voyez-vous votre avenir ?**

**NS :** Tout en résolvant des questions pratiques, nous avons appris à maîtriser le travail « multitâches » dans plusieurs domaines : gérer des changements rapides (bureaucratiques, scientifiques, juridiques, humains, etc.), tout en étant confrontés quotidiennement au risque des bonnes et des mauvaises nouvelles qui nous ont amenés plusieurs fois à réadapter notre stratégie. Aujourd'hui, bien que ma vie personnelle soit partagée entre la France, l'Angleterre et l'Italie, j'ai décidé de rester à Paris, une ville où je me sens chez moi, comme d'ailleurs dans plusieurs autres en Europe. C'est mon dévouement pour le projet *Quandela* et ma confiance dans sa réussite qui ont déterminé ma décision de rester en France, jusqu'au chapitre suivant... ■

## En savoir plus

- 1• N. Somaschi et al., "Near-optimal single-photon sources in the solid state", *Nature Photonics* **10** (2016) 340-345 ([www.nature.com/articles/nphoton.2016.23](http://www.nature.com/articles/nphoton.2016.23)). Cet article se trouve dans le top 0,1% des articles à fort impact en physique en 2016.
- [www.lemonde.fr/sciences/article/2017/11/21/une-fontaine-de-photons-miraculeuse\\_5217916\\_1650684.html](http://www.lemonde.fr/sciences/article/2017/11/21/une-fontaine-de-photons-miraculeuse_5217916_1650684.html)
- <https://phys.org/news/2016-06-path-quantum-dots-electrically-controlled-cavities.html>
- D. Istrati et al., "Sequential generation of linear cluster states from a single photon emitter", <https://arxiv.org/abs/1912.04375>