



Actualités quantiques de l'été 2022

Le dernier épisode du podcast des news du quantique Quantum datait du 5 juin 2022. Trois mois se sont écoulés il s'en est passé des choses pendant ce laps de temps. C'est parti pour un 40^e épisode de Quantum dont vous trouverez les points saillants dans le texte associé.

Événements

Nous commençons par une petite revue des événements quantiques passés en France et ailleurs.

Au **Web2day 2022** de Nantes le 3 juin 2022, avait lieu la conférence plénière “Le quantique, quatre ans après”, avec moi-même, Fanny Bouton, Maud Vinet et Jonas Landman ([vidéo](#) de 59 mn). Elle proposait un bon récapitulatif de quatre années d'évolutions de l'écosystème quantique, notamment en France. cela fait suite à notre première conférence quatre ans avant en juin 2018. On ne présente plus Maud Vinet qui pilote la filière des qubits silicium à Grenoble. Jonas Landman est notamment un bon spécialiste des algorithmes quantiques variationnels, ceux que l'on utilise conjointement avec un ordinateur classique, surtout dans le machine learning. C'est un domaine où la communication scientifique est abondante. Des études de cas montrent qu'en régime NISQ, certains de ces algorithmes peuvent apporter deux bénéfices clés : une plus grande qualité des résultats et le besoin de moins de données d'entraînement.

La conférence **France Quantum** du 14 juin 2022 était un événement de consolidation et de valorisation de l'écosystème quantique français, organisé dans un lieu original, le premier étage de la tour Eiffel. Il comprenait des panels et keynotes (Cyril Allouche sur le développement logiciel et Alexia Auffèves pour présenter la Quantum Energy Initiative), puis une belle occasion de célébrer les 40 ans de la fameuse expérience d'Alain Aspect sur la vérification de l'intrication de photons. Avec Philippe Grangier en visioconférence à partir de la Suède (*ci-dessous*) et Christophe Jurczak de Quantonation dans une vidéo enregistrée. Le replay des sessions est **disponible**.



L'événement démarrait aussi par une intervention d'Octave Klaba, le fondateur d'OVHcloud. Ce qui permet à Fanny d'expliquer l'implication d'OVHcloud dans le quantique, notamment les partenariats avec Atos, Pasqal et Quandela.

Vivatech quantique

Vivatech avait lieu juste après France Quantum avec plusieurs stands mettant en valeur les acteurs du quantique en France: celui OVHcloud, celui du GENCI/HQI et aussi ceux du CNRS et de la région Ile de France.



Sur le stand HQI avait lieu la signature de l'achat d'une machine Pasqal par le GENCI en présence de son directeur, Philippe Lavocat, ainsi que de Bruno Bonnel (SGPI) et de Claire Giry (DGRI du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche). *Ci-dessous.*



Quantum.Tech Boston avait lieu la même semaine. Y intervenaient notamment et sans surprise Christophe Jurczak (Quantonation) et Georges-Olivier Reymond (Pasqal).

Quantonation Investor Day fin juin à Paris réunissait les investisseurs dans les fonds de Quantonation et toutes leurs participations notamment européennes, Canadiennes, Allemandes et US. On y trouvait notamment des chercheurs de renom comme Ronald Walsworth (Université du Maryland, Q-Cat) et Simon Gröblacher (TU Delft, QPhoX) en plus d'Alain Aspect.

La **remise des grand prix iLab** le 4 juillet à la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette valorisait une belle brochette de nouvelles startups quantiques : **Qcosmos** (Maud Vinet, François Perruchot), **WeLinQ** (Tom Darras, Eleni Diamanti, Julien Laurat), **Silent Waves** (Luca Planat) et **CryptoNext Security** (JF Faugère), plus le témoignage de **Théau Peronnin** (Alice&Bob), un ancien lauréat de ce concours. L'événement comprenait les interventions de Bruno Bonnel du SGPI et de Sylvie Retailleau, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et aussi... physicienne quantique (des semi-conducteurs) ! Avec plusieurs centaines de milliers d'Euros de financement pour ces chercheurs devenus entrepreneurs.

SQA Conference, du 25 au 28 août 2022 à Helsinki en Finlande, était une **grande conférence** internationale sur les qubits supraconducteurs avec plusieurs centaines de participants.

Et quelques événements à venir :

Spin Qubit 5 avait lieu en Suisse à Pontresina début septembre 2022. C'est un rassemblement mondial des spécialistes des qubits silicium. Où évidemment l'écosystème de Grenoble était bien représenté tout comme ceux d'Australie (Simmons, Dzurak), Suisse (Daniel Loss) et USA (Intel).

La journée Minalogic sur le quantique à Grenoble a lieu le 4 octobre 2022. J'y ferai une keynote avec Maud Vinet sur un an d'actualité quantique (il n'y a que là que cela a lieu... avis aux amateurs). L'événement va aussi comprendre les interventions de nombreux scientifiques et entrepreneurs dans le calcul quantique ainsi que dans les capteurs : Shane Mansfield (Quandela), Tristan Meunier (CNRS), Tom Darras (WeLinQ), Alastair Abbott (Inria) ainsi que de Neil Abroug (SGPI). L'événement est précédé le week-end d'un hackathon organisé par QuantX. **Informations et inscription.**

Quantum Computing for Chemistry organisé à Strasbourg des 24 au 28 octobre. Ce sont **deux jours de formation** pour les industriels en présentiel et à distance. Coorganisé par Qunasys (un éditeur de logiciels quantiques japonais spécialisé dans la chimie) et le programme européen QTedu (quantum technology education) du flagship européen. Cela a lieu à l'Université de Strasbourg.

Actualité scientifique et technologique

Cela ne reprend que quelques nouvelles saillantes car la pige journalière d'arxiv et autres publications scientifiques me fait découvrir au moins une demi-douzaine de papiers intéressants par jour ouvré ! Je les intègre en tout cas dans la prochaine édition du livre "Understanding Quantum Technologies" qui sortira fin septembre 2022, toujours en PDF gratuit et en paperback sur Amazon.

Google Sycamore

Une nouvelle est presque passée inaperçue, au détour d'un papier scientifique sur la correction d'erreurs, **Google** dévoilait très discrètement être passé de 53 à 72 qubits dans son processeur à qubits supraconducteurs. C'est intéressant car le processeur de Google n'avait pas évolué en trois ans depuis l'annonce d'octobre 2019. C'est cependant une évolution modeste au vu des progrès chez Rigetti (80 qubits fin 2021) et IBM (127 fin 2021). L'architecture des qubits ne semble pas avoir été modifiée depuis Sycamore.

Voir **Suppressing quantum errors by scaling a surface code logical qubit** par Rajeev Acharya et al, Google AI, Juillet 2022 (44 pages).

Google Sycamore or less?

Un papier d'Atos et de Xavier Waintal (CEA IRIG) trouve un moyen d'émuler numériquement la suprématie de Google Sycamore sur un seul cœur de processeur et avec quelques heures de calcul. Va pour la suprématie... ! Ils utilisent une version améliorée d'une technique mathématique que l'on appelle les réseaux de tenseurs (tensor networks), la DMRG. Et elle scale polynomialement avec le nombre de qubits. Ils montrent surtout que l'accélération exponentielle du calcul quantique est plus dépendante de la fidélité des qubits que de leur nombre.

Voir **A density-matrix renormalization group algorithm for simulating quantum circuits with a finite fidelity** par Thomas Ayril, Thibaud Louvet, Yiqing Zhou, Cyprien Lambert, E. Miles Stoudenmire et Xavier Waintal, August 2022 (25 pages).

Sources de photons pour les télécommunications quantiques

On parle souvent de Quandela et du C2N et de leurs sources de photons uniques. Mais d'autres équipes travaillent aussi sur le sujet en France et couvrent des besoins qui sont plutôt liés aux télécommunications quantiques. Nous avons reçu **Anaïs Dréau** du Laboratoire Charles Coulomb de Montpellier qui travaille sur de telles sources à base de composants avec des défauts dans le carbure de silicium. Il y a aussi le MPQ à Paris-Cité avec notamment **Sara Ducci** et Perola Milman qui viennent de créer un chipset semiconducteur en arséniure de gallium et aluminium (AlGaAs SPDC) qui permet de générer des photons intriqués en polarisation et fréquence dans la bande de fréquence des télécommunications et à température ambiante. C'est une contribution intéressante pour le développement des télécommunications quantiques.

Voir **On-chip generation of hybrid polarization-frequency entangled biphoton states** par S. Francesconi, Sara Ducci, Perola Milman et al, July 2022 (10 pages),

Un benchmark Q-score (modèle atos) réalisé par une équipe Hollandaise sur des D-Wave

Le Q-score est un benchmark qui permet d'évaluer la taille maximale d'un problème de combinatoire qu'un ordinateur quantique peut gérer. Il avait été lancé en décembre 2020 par Atos mais peu adopté. Là, une équipe hollandaise l'utilise pour évaluer les ordinateurs à recuit quantique de D-Wave. Qu'ont-ils trouvé ? Le record estimé par Atos était à l'époque de 15Q. 60Q sont nécessaires pour obtenir un avantage quantique. L'équipe a évalué celui des D-Wave 2000Q et Advantage et obtenu 70Q et 140Q, ce qui est intéressant. Dans le même

temps, une équipe de Thales a testé un algorithme d'optimisation de radars et n'a pas trouvé d'avantage quantique avec des D-Wave existants.

Voir **Evaluating the Q-score of Quantum Annealers** par Ward van der Schoot et al, The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, Août 2022 (8 pages).

Le Q-score a aussi été évalué sur un simulateur quantique de Pasqal (avec 80Q) mais en simulation numérique.

Voir **Efficient protocol for solving combinatorial graph problems on neutral-atom quantum processors** par Wesley da Silva Coelho, Mauro D'Arcangelo et Louis-Paul Henry, Août 2022 (23 pages).

Électronique de contrôle

IBM annonçait en août 2022 travailler sur la création d'un chipset supraconducteur destiné à faire de la correction d'erreurs de qubits supraconducteurs dans le cryostat. C'est une première. Ils ont développé cela avec les Université de Chicago de Californie du Sud et Super.tech (qui est maintenant chez ColdQuanta). Le chipset pourrait supporter entre 2000 et 100,000 qubits logiques. C'est une avancée intéressante dans la voie du LSQ (large scale quantum computing) FTQC (fault-tolerant).

Voir **Have your QEC and Bandwidth too!: A lightweight cryogenic decoder for common / trivial errors, and efficient bandwidth + execution management otherwise** par Gokul Subramanian Ravi et al, Août 2022 (14 pages).

Une autre annonce dans l'électronique de contrôle était faite par **Keysight** en juillet 2022. Ils lancent le premier système de contrôle de qubits supra ou silicium qui s'appuie sur un composant entièrement digital de type ASIC. C'est une première pour un produit commercial. D'habitude, les acteurs du marché comme Zurich Instruments, Qblox ou Quantum Machines s'appuient sur des FPGAs, des composants programmables plus simples à mettre en œuvre et à faire évoluer, mais moins performants. Les ASIC, ce sont des composants plus performants mais plus coûteux. Ils déplacent aussi une partie du traitement qui est réalisé de manière analogique dans la partie numérique du composant.

A noter qu'ils organisent un workshop sur le sujet le 12 septembre à Grenoble et le 13 septembre à Paris. J'y intervins pour un keynote sur les questions d'électronique de contrôle. **Inscriptions.**

SQC et son « premier chipset quantique »

La startup australienne de Michelle Simmons SQC mettait les petits plats dans les grands fin juin 2022 en annonçant le premier chipset de calcul quantique du monde. Mais cela n'existait pas déjà ? En fait, il s'agissait du premier chipset intégré à l'échelle atomique. Ils utilisent une technique inventée en 1998 par un certain Bruce Kane, chercheur américain travaillant alors à UNSW. C'est la technique du « donor-spin model » qui est basée sur l'implantation d'atomes de phosphore dans un substrat en silicium et sur les interactions entre spin de noyau de cet atome et spin d'électrons avoisinants. La startup annonçait aussi avoir lancé une levée de fonds de plus de \$120M. C'est une annonce un peu casse-cou si la levée n'aboutit pas. Il vaut mieux faire l'annonce une fois qu'elle est bouclée.

<https://newsroom.unsw.edu.au/news/science-tech/unsw-quantum-scientists-deliver-world%E2%80%99s-first-integrated-circuit-atomic-scale>

Le NIST fait des choix pour la PQC

Après sa sélection de 15 finalistes en juillet 2020, le NIST sélectionnait enfin 4 PQC pour la standardiser, avec une PKI et trois pour des signatures électroniques. Des chercheurs et entreprises françaises sont des

contributeurs comme Thales et Damien Stehlé de l'ENS Lyon. Dans le même temps, deux autres PQC des 15 finalistes ont été cassées par des chercheurs (SIKE et Rainbow).

NIST Announces First Four Quantum-Resistant Cryptographic Algorithms, NIST, July 2022.

Post-quantum encryption contender is taken out by single-core PC and 1 hour par Dan Goodin, ArsTechnica, Août 2022, lié à **An efficient key recovery attack on SIDH (preliminary version)** par Wouter Castryck et Thomas Decru, Août 2022 (15 pages). And some good explanations in **“Quantum-Safe” Crypto Hacked by 10-Year-Old PC** par Charles Q. Cho, Août 2022.

Lancement de la Quantum Energy Initiative

Nous en avons déjà parlé depuis fin 2021. Cette initiative vise à fédérer les chercheurs et entreprises autour de la création de technologies quantiques qui intègrent dès la conception l'optimisation de l'empreinte environnementale. Elle est portée par Alexia Auffèves (CNRS Institut Néel et bientôt MajuLab Singapour), Robert Whitney (CNRS LPMMC Grenoble) et moi-même. La signature d'un Manifesto est proposée pour rendre le sujet plus visible et intégré dans des projets collaboratifs, notamment à l'échelle européenne. Vous pouvez le signer si vous êtes un acteur de l'écosystème quantique aussi bien côté recherche qu'entreprise, côté offre comme demande.

<https://quantum-energy-initiative.org/manifesto/>



[WELCOME](#) [MANIFESTO](#) [JOIN US](#) [FAQ](#) [CONTACT](#)

Manifesto

As quantum technologies drive strong expectations from governments and industries, we believe a responsible way of deploying them must include the study of their potential for energy savings and contained environmental footprint. At the present time, reduced energy consumptions have been noticed on various NISQ processors over the world (trapped ions, superconducting qubits, neutral atoms...). While these observations seem to point toward an energetic advantage of quantum nature, the physical mechanisms behind them are barely understood: how does energy consumption scale with the processor size? How does it relate to the computational performance or the qubit technology? How does it compare to classical processors? Beyond quantum computing, the understanding must include quantum communication, quantum sensing and metrology.

In the quest for energy savings, efficiencies are precious beacon lights. Defined as the ratio of the performance over the energy cost, they are bound to become major figures of merit in our finite world: indeed, increasing them holds the promise to implement identical tasks with fewer physical resources.

In quantum technologies, the performance of quantum processes is optimized at the quantum level. One natural way is to mitigate noise: these efforts involve a large range of expertise, from qubits fabrication, quantum thermodynamics, quantum control, thermo-electricity, reservoir engineering, to quantum information sciences and quantum error correction. Conversely, energy costs are set at the macroscopic level by enabling technologies (cryogeny, electronics, cabling, lasers, ...). Thus, optimizing the efficiency of quantum technologies requires to articulate fundamental research and engineering within an interdisciplinary research line. Such quantum energy initiative is the proper tool to address a number of big goals, e.g.:

Actualité entrepreneuriale

OQC levait £38M en juillet 2022. Cette startup UK créé des qubits supraconducteurs dont nous avons parlé, et qui en est pour l'instant à 8 qubits.

<https://oxfordquantumcircuits.com/oqc-series-a-38-million>

IQM levait 122M€ au même moment. Ils sont aussi dans les qubits supraconducteurs et en ont pour l'instant 5 de fonctionnels. C'est la startup européenne (finlandaise) la mieux financée à ce jour.

<https://meetiqm.com/articles/press-releases/european-leader-in-quantum-computing-iqm-raises-128m-le>

d-by-world-fund/

Annonces japonaises et chinoises dans les qubits supraconducteurs

Ça bouge aussi en Asie...

Fujitsu avec 64 qubits et une roadmap qui va jusqu'à 1000 qubits.

Baidu avec 10 puis à terme 36 qubits. Et aucune information sur la fidélité des qubits. Qui ne doit donc pas être extraordinaire.

Origin Quantum Computing est une startup chinoise également dans les qubits supraconducteurs qui a levé en tout \$163M dont \$143M en juillet. Avec 24 qubits supraconducteurs. Ils font aussi de l'électronique de contrôle et de la cryogénie.

Voilà pour l'essentiel de l'été !

La suite au prochain épisode !

Cet article a été publié le 8 septembre 2022 et édité en PDF le 10 septembre 2022.
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>