



Actualités quantiques de février 2023

Dans le 46e épisode de Quantum, le podcast de l'actualité quantique francophone, j'étais comme d'habitude avec Fanny Bouton, mais à Las Vegas à l'occasion de l'APS March meeting qui s'y tient début mars 2023. Nous y couvrons l'actualité événementielle, celle des startups du quantique et un bout de l'actualité scientifique quantique.

Voici le synopsis et les liens de ce podcast.

Événements

MWC Barcelone

Le Mobile World Congress se mettait à la couleur du quantique avec des stands et des sessions. Fanny raconte comment cela s'est passé, notamment les sessions et aussi sa rencontre avec Philippe Grangier qui représentait le flagship quantique européen sur le stand de l'EIC.

Mardis de l'Innovation

Je suis intervenu pendant deux heures dans les Mardis de l'Innovation organisés par Marc Giget, et en compagnie de Pierre Métivier pour les questions/réponses. Le replay est disponible.

L'informatique quantique : Situation et perspectives applicatives, le 13 février 2023.

Les mardis de l'innovation sont destinés à un large public de décideurs dans l'innovation toutes technologies confondues. J'ai fait un tour d'horizon du calcul quantique, de ses cas d'usage et des méthodes pour s'appropriier le sujet. Avec Pierre Métivier, j'ai répondu aux questions des participants.

Je suis aussi intervenu pour la French Tech à Amsterdam, le 17 février et dans un format à peu près équivalent à celui des mardis de l'innovation. Avec une assistance internationale. Un autre événement est organisé avec plusieurs intervenants français et néerlandais le 10 mars.

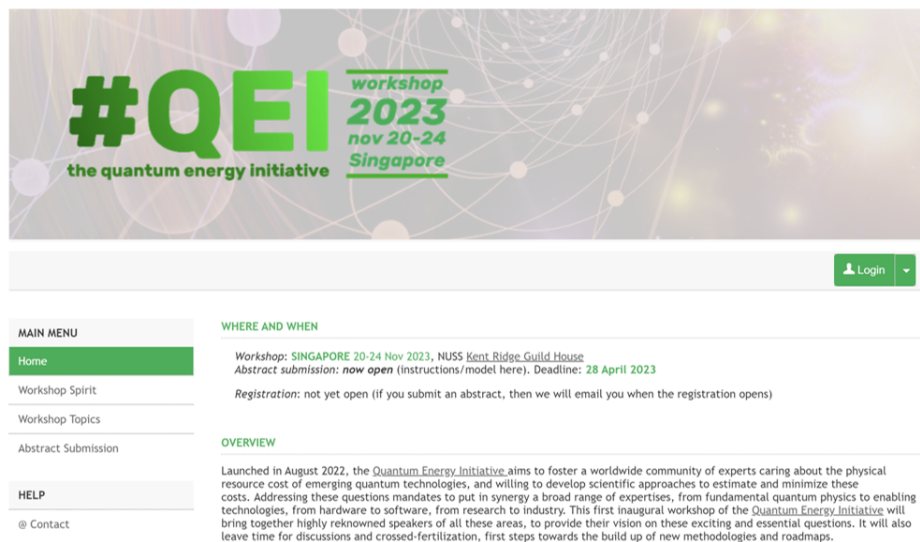
Lancement de HQI

Un événement avait lieu le 17 février 2023 au siège du CNRS pour lancer la **seconde étape du plan de calcul hybride** avec GENCI et l'initiative HQI, en liaison avec le TGCC de la CEA-DAM.

Cela comportait l'annonce d'une offre d'accès dans un premier temps à l'émulateur sur une machine QLM d'Atos puis d'une machine Pasqal d'ici fin 2023 / début 2024. Le tout est destiné aux chercheurs et entreprises sur appels à projet. L'accès est **sans frais**. Suivra un appel à projet pour l'achat d'un ordinateur quantique à base de qubits photons. On imagine évidemment que Quandela sera sur les rangs.

Un workshop pour la QEI

La **Quantum Energy Initiative** a récemment constitué un board scientifiques multi-continentaux qui s'est réuni virtuellement la première fois fin février 2023. Dans la foulée était annoncé le **workshop** fondateurs de la QEI qui aura lieu des 20 au 24 novembre 2023 à Singapour. Les premiers intervenants sont confirmés avec par exemple Michel Devoret (Yale), Benjamin Huard (ENS Lyon), Janet Anders (Exeter University, UK), Peter Zoller (ICOQI, Innsbruck University), Gavin Brennen (Macquarie University), Christiane Koch (Freie Universität Berlin), Satoshi Matsuoka (R-CCS, Tokyo) et Mile Gu (NTU Singapour).



Le workshop est structuré en cinq parties reliées entre elles pour couvrir l'analyse des ressources du calcul quantiques : les dispositifs quantiques (les qubits), le matériel quantique (l'ordinateur, y compris ses technologies habilitantes), les algorithmes et logiciels quantiques, le calcul hybride et haute performance et enfin, le traitement classique de l'information dans le calcul quantique (y compris la correction d'erreurs).

La communauté de la QEI regroupe maintenant **288 participants** et **24 partenaires**.

APS March Meeting de Las Vegas

C'est l'un des plus grands congrès de physiciens au monde, pas seulement sur le quantique. On y trouve des **centaines de présentations** et de quoi s'occuper une bonne semaine sur les technologies quantiques et pour ma part, surtout pour le calcul quantique. Ça parle notamment de qubits supraconducteurs, de qubits de chats, de qubits silicium mais aussi ions piégés et photons. Il y a aussi près de 200 stands d'acteurs du privé, dont, pour ce qui est de la France, Air Liquide / CryoConcept.

L'événement attire 12 000 participants. Ce n'est pas le CES qui accueillait avant le covid jusqu'à 180 000 visiteurs et environ 110 000 lors de sa dernière édition.

Nouvel Hackathon organisé par QuantX

Un **nouvel hackathon** était organisé par QuantX sur le thème croisé du quantique, de l'IA et du HPC.

Q2B Paris

Elle a lieu les 4 et 5 mai à Paris. J'y serai dans un panel sur le climat et pour parler de la QEI comme il se doit. L'agenda n'est pas encore annoncé mais les **inscriptions** sont déjà ouvertes.

Actualité des startups du quantique

Pasqal

Pasqal sort un nouvel émulateur qui complète Pulser. Il s'agit d'un logiciel d'émulation Classique du simulateur programmable d'Hamiltonien de Pasqal, à base de réseaux de tenseurs. Et ils utilisent bien la notion d'émulation et pas de simulation ! Il citent aussi OVHCloud via qui l'émulateur est mis à disposition dans le cloud. Voir **Cloud on-demand emulation of quantum dynamics with tensor networks** par Kemal Bidzhiev et al, Pasqal, Février 2023 (12 pages).

Alice&Bob

Alice&Bob publiait un préprint arXiv sur l'évaluation des ressources en qubits de chat pour casser des cryptographies à base de courbes elliptiques et aussi de clés RSA. Avec Elie Gouzien, un thésard de Nicolas Sangouard de l'IPHT, un laboratoire de recherche conjoint entre le CEA et le CNRS situé sur le plateau de Saclay. Le dimensionnement est intéressant avec 350 000 qubits physiques de chat pour casser une clé RSA 2048 bits. C'est bien mieux que le record précédent (théorique aussi) de Craig Gidney qui datait de 2019, de 22 millions de qubits supraconducteurs. Reste à créer les qubits et à le faire à grande échelle.

A&B est aussi présents en force à l'APS Meeting avec des interventions dans 8 sessions.

Voir **Computing 256-bit Elliptic Curve Logarithm in 9 Hours with 126133 Cat Qubits**, Élie Gouzien, Diego Ruiz, Francois-Marie Le Régent, Jérémie Guillaud et Nicolas Sangouard, Février 2023 (39 pages).

Rigetti

Ca ne va pas fort pour Rigetti qui **licenciait en février 28% de ses collaborateurs** et était sur le point de se faire délistier du Nasdaq. Alors, ça y est, c'est le début de l'hiver quantique ? C'est une question ouverte mais Rigetti était mal en point depuis longtemps, malgré son introduction en bourse en 2022 via une SPAC qui les valorisait à \$1.5B. Leur valorisation est maintenant retombée à \$100M et leur cours à moins de \$1. Ils ont viré le fondateur Chad Rigetti et trouvé un autre CEO (lequel ?). Et annoncé une roadmap censée être plus réaliste et ciblant un avantage quantique à court terme. Elle comprend principalement deux processeurs, un de 84 qubits, Ankaa-1 puis Ankaa-2 devant sortir cette année et améliorant la fidélité à 99%, puis plus tard, un processeur à 336 qubits rapprochant la fidélité de 99.4%. Aujourd'hui, leur processeur à 80 qubits a des fidélités très mauvaises autour de 92%. Bref, tout cela sent le sapin.

On a aussi entendu dire que D-Wave avait des difficultés. En effet, et ils ont **réagi** en indiquant qu'ils disposaient de liquidités liées à leur introduction en bourse, leur permettant de continuer d'opérer. Ils font environ \$1,5M de CA par trimestre, essentiellement via des revenus dans le cloud. Ils ont une version partielle et beta de leur prochain processeur de recuit quantique prévu pour comporter 7000 qubits, avec un premier lot d'évaluation de 500 qubits avec une topologie améliorée (1 pour 20 au lieu de 1 pour 15). Ils **annonçaient** aussi en février une nouvelle offre logicielle pour faire du quantum machine learning pour la fonction de « feature selection » (sélection de caractéristiques) qui sert à simplifier des modèles d'apprentissage.

Quantware

Le néerlandais **annonçait** un processeur de 64 qubits chez les Hollandais de Quantware qui ont la particularité de les vendre à des tiers, surtout des laboratoires. Bon, et une annonce qui porte sur la connectivité du processeur qui permettrait des assemblages 2D et 3D de plusieurs processeurs.

Mais aucune information sur les fidélités des qubits. L'expérience nous a montré que cela voulait dire qu'elles sont en général mauvaises.

memQ

Et une **levée de fonds** de \$2M pour memQ, une startup de Chicago dont nous parlons pour la première fois et

qui développe des mémoires quantiques. A noter que Quantonation est dans leur capital et est lead investor. Elle doit servir aussi bien au calcul quantique qu'aux communications quantiques, pour les répéteurs.

Quantum Motion

Quantum Motion **annonçait** une levée de fonds de £42M. C'est une startup anglaise qui développe des qubits silicium. Au total, ils ont levé £62M. La startup a été créée par John Morton d'UCL et Simon Benjamin d'Oxford University. Je les avais rencontrés lors de la QCB organisée par Bpifrance en juin 2019. La startup fait 30 personnes. C'est un concurrent de Siquance qui développe des qubits silicium. Et réciproquement.

Quantum Brilliance

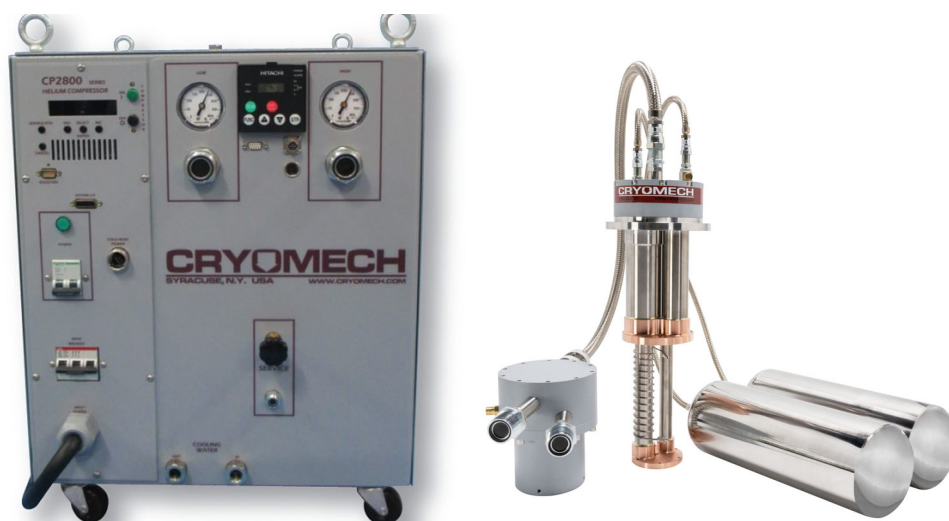
La startup Australo-Allemande **annonçait** une levée de fonds de \$18M. Elle crée des ordinateurs quantiques à base de qubits en NV centers tournant à température ambiante. Ils en sont pour l'instant à moins de 5 qubits.

Acquisition d'Azurlight Systems par Toptica

Le Français Azurlight Systems est cédé à l'Allemand Toptica. C'est une TME française des lasers qui travaille sur différents types de lasers, notamment des lasers à fibre à haute puissance pour le calcul quantique. **Toptica** est une société allemande du secteur que l'on croise souvent dans les laboratoires et qui tient tête aux leaders américains du secteur. On voit émerger un phénomène de consolidation européenne du secteur. L'annonce discrète date en fait de fin janvier 2023.

Acquisition de Cryomech par Bluefors

Et une autre **acquisition**, celle de l'Américain Cryomech par le Finlandais Bluefors. C'est le remue-ménage dans la cryogénie ! C'est un coup de tonnerre dans la cryogénie basse température. Cryomech est l'un des deux fabricants de compresseurs (ci-dessous à *gauche*) et de têtes pulsées (à *droite*) pour les cryostats 4K et ceux qui descendent à 15 mK. Leur principal concurrent est le Japonais Sumitomo. Bluefors est de son côté leader des cryostats basse température en maîtrisant notamment la technologie des dilutions qui permet de descendre à 15 mK. En quelque sorte, la technologie Cryomech est le premier étage de la fusée du refroidissement et Bluefors la seconde. Mais Cryomech est aussi utilisé par les concurrents de Bluefors comme Oxford Instruments, Leiden et Air Liquide/Cryoconcept. Cela va probablement poser des problèmes de concurrence.



Actualité scientifique

Google créé ses premiers qubits logiques

Google communiquait largement sur un progrès important dans les codes de correction d'erreur, comme quoi ils auraient en pratique « cracké le code ». Y compris avec un blog post de leur CEO Sundar Pichnar.

Il s'agissait d'une communication à l'occasion de la publication dans Nature d'un article dont le preprint arXiv avait été diffusé en juillet 2022 et dont nous avons parlé dans un épisode de Quantum. Google a réalisé un code de surface de distance-5 exploitant 49 qubits qui a un taux d'erreurs moins élevé que la version précédente qui utilisait un code de distance-3 avec 17 qubits. Entre les deux, ils ont aussi amélioré leur puce Sycamore qui est passée à 72 qubits. Cependant, la fidélité de ces qubits logiques est encore inférieure à celle des qubits physiques qui les composent ce qui est l'inverse de l'effet recherché. En extrapolant, Google pourrait obtenir des qubits logiques meilleurs que leurs qubits physiques à partir d'une distance-7 et d'une centaine de qubits.

- L'annonce par Nature : **Google's quantum computer hits key milestone by reducing errors** par Davide Castelvecchi.
- L'article dans Nature : **Suppressing quantum errors by scaling a surface code logical qubit** (7 pages, sans les supplemental materials).
- Le arXiv d'origine : **Surface codes: Towards practical large-scale quantum computation** by Austin G. Fowler, Matteo Marianton, John M. Martinis and Andrew Cleland, 2012 (54 pages).
- Le blog post du CEO de Google Sundar Pichnai : **Our progress toward quantum error correction** qu'il n'a probablement pas dû écrire lui-même.

Microsoft

Microsoft continue de s'activer sur les fermions de Majorana. Ils n'ont donc pas abandonné. Pas du tout, même. Ils continuent d'avancer dans cette voie de qubits topologiques qui sont moins sujets aux erreurs. Ils ont publié un papier détaillé sur leurs avancées expérimentales. Surtout, on connaît maintenant la fidélité attendue des qubits topologiques au niveau physiques. Ils devraient avoir des taux d'erreurs en 10^{-6} . C'était en fait annoncé discrètement en novembre 2022. Cela leur permettra de créer des qubits logiques avec beaucoup moins de qubits physiques que les qubits de type supraconducteurs. Par ailleurs, ces qubits sont pilotés par des tensions continues ce qui est beaucoup plus simple que pour les qubits supraconducteurs et silicium. Cela réduit énormément les besoins en câblage. Microsoft a d'ailleurs collaboré avec l'Australie pour développer des circuits de contrôle fonctionnant à basse température (4K).

Voir le webinar : **Why and what is the future of the topological qubit?** par Chetan Nayak, Microsoft, Novembre 2022 (22 mn) et **InAs-Al Hybrid Devices Passing the Topological Gap Protocol** par Morteza Aghaee et al, Juillet 2022-Novembre 2022 (49 pages).

Intel

Intel lance un compilateur C++ de programmation d'ordinateur quantique couplé à un émulateur supportant jusqu'à 40 qubits. Il fait partie du nouveau Quantum Software Development Kit (SDK) version 1.0. Ils proposent le langage orienté objet C++ en lieu et place du Python. Intel explique que cela permettra d'attirer de « vrais développeurs » en étant un peu médisant sur ceux qui utilisent Python qui seraient surtout des physiciens. Ils ont l'air d'oublier que Python est quasiment la norme pour tous les développeurs qui font du deep learning, notamment avec Tensorflow de Google et Pytorch de Facebook. Sans compter Scikit-Learn d'Inria dans le machine learning. Pour l'émulation, un seul node de back-end supporte 32 qubits tandis qu'il faut plusieurs nodes pour aller jusqu'à 40 qubits, ce qui correspond à une QLM d'Atos.

Papier de Thales

Thales publiait un papier avec les Suisses de TerraQuantum sur un algorithme quantique de planification de mission d'observation satellite avec de l'apprentissage quantique hybride par renforcement. Bon, ils ont testé cela sur 4 qubits ce qui est loin de relever de l'avantage quantique.

Voir **Quantum algorithms applied to satellite mission planning for Earth observation** par Serge Rainjonneau et al, Février 2023 (13 pages).

Autres actualités scientifiques

On note pas mal de papiers sur la correction d'erreurs notamment dans les qubits supraconducteurs, sur les algorithmes NISQ (QAOA, VQE) et aussi pour D-Wave, sur tous les types de qubits avec une montée en puissance des qubits fluxonium qui concurrencent les transmons adoptés par IBM et Google. J'y trouve même des articles sur un de mes sujets favoris comme sur l'électronique de contrôle supraconductrices, ici pour des qubits... justement de type fluxonium.

Voir **Flip-Chip Packaging of Fluxonium Qubits** par Aaron Somoroff, Oleg Mukhanov et al, Mars 2023 (14 pages). Flip-chip bonding with SFQ for fluxonium qubit drive.

La suite au prochain épisode !

Cet article a été publié le 6 mars 2023 et édité en PDF le 7 mars 2023.
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>