



Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

Actualités quantiques de janvier 2025

Vous voici dans le 66^{ième} épisode de Quantum, le podcast francophone de l'actualité quantique. Nous reprenons le cours des événements depuis notre **épisode spécial de mi-décembre sur Google Willow**. Je suis toujours avec Fanny Bouton, ci-devant quantum lead chez OVHcloud.

Dans cet épisode, nous revenons sur divers événements comme la Q2B de Santa Clara, le quantique au CES de Las Vegas, le workshop de la Quantum Energy Initiative à Grenoble, la conférence QT4HEP du CERN et le European Quantum Software Workshop.

Côté acteurs, nous avons des news sur Alice&Bob, Quobly, Welinq, Qubit Pharmaceuticals, le CNRS, Xanadu, Google, QuEra, Quantum Brilliance, IBM, et puis quelques distractions du côté du bullshit quantique qui est vraiment mis à toutes les sauces de manière très créative en ce moment.

Événements

Q2B Santa Clara

Début décembre 2024 avait lieu la conférence Q2B à Santa Clara. La première avait eu lieu en 2017. Elle a ses déclinaisons à Tokyo et à Paris (rendez-vous en septembre 2025). C'est une conférence « quantum to business » où interviennent essentiellement les industriels de l'offre et de la demande, y compris côté états (AFRL), avec quelques rares académiques, les plus notables étant **Scott Aaronson** de l'Université du Texas et **John Preskill** de Caltech. Les **vidéos des interventions** sont maintenant disponibles. Vous y retrouverez celles de **Maud Vinet** de Quobly. Et aussi **Hartmut Neven** de Google sur Willow, et d'Inflection et QuEra. Ce sont des formats courts de 20 minutes.

Munich Quantum Software Forum

Les **vidéos et les présentations** de la conférence Munich Quantum Software Forum à laquelle j'avais assisté en octobre 2024 sont disponibles. À noter la très bonne présentation didactique d'Austin Fowler de Google, l'un des créateurs du surface code.

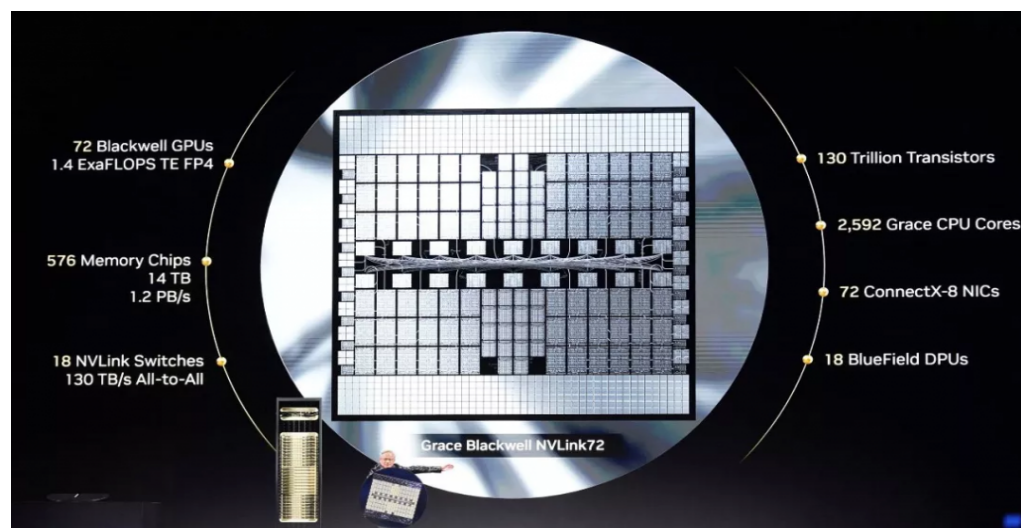
CES de Las Vegas

Il y a encore des gens qui te demandent quand je publierais mon rapport du CES. J'avais publié le dernier en **janvier 2020** et l'avais bien annoncé à l'époque. Les technologies et quelques acteurs du quantique y étaient toutefois visibles dans ce salon généraliste. Parmi les Français, il y avait notamment Quandela et ColibriTD. Puis quelques tables rondes "**de figuration**".

Un journaliste a évoqué la notion de « Quantique 2.0 » avec une définition pas bien claire, voisine de la seconde révolution quantique, définie en 2003 : **CES 2025 : au-delà de la vitrine d'innovations technologiques, que**

retenir ?, par Stéphane Gervais Ducouret dans Alliancy, Janvier 2025.

L'événement a surtout été marqué par les annonces de Nvidia. Ils présentaient le « GB200 NVL72 cluster », un rack refroidi par eau consommant environ 150 kW et comprenant 72 GPU Blackwell, et 36 CPU Grace (répartis sur 32 lames 1U) et des Grace Blackwell NVLink 72 avec un débit interne de 1.2 PB/s. Le tout rassemble 130 trillions de transistors, 15 To de mémoire RAM HBM3E, et une puissance de calcul de 1,4 exaflops, voisine sur le papier du supercalculateur **El Capitan** récemment déployé par le DoE aux USA. En fait, la comparaison n'est pas valable car ces flops sont probablement évalués en FP4 (flottants sur 4 bits) vs des FP64 dans les HPC.



Ceci n'est pas un processeur. Source : Abbie Parr.

Lors de son intervention au CES, le CEO Jensen Huang a présenté une sorte de processeur géant comprenant toutes les puces de ce cluster (*ci-dessus*). Ce n'était pas un processeur mais un assemblage visuel des puces intégrées dans le rack. Ce genre de rack pourra servir de test pour réaliser des benchmarks de comparaison avec des ordinateurs quantiques !



Nvidia annonçait aussi une station de travail dotée d'un GPU GB10 Grace Blackwell pour 3K€, avec 1 PFlops en FP4, le Project DIGITS qui sera lancée en mai 2025. Nvidia évoquait deux nouveaux termes : la notion de « Physical AI » (pour piloter les robots) et « d'Agentic AI » (pour intégrer des réseaux d'agents).

CES 2025: AI Advancing at 'Incredible Pace,' NVIDIA CEO Says by Brian Caulfield, Nvidia, January 2025.

Au passage et pour revenir au quantique, Nvidia annonçait que sa prochaine conférence développeur en mars comprendrait une **journée quantique** le 20 mars. Elle accueillera notamment Alice & Bob et Pasqal, en plus d'autres acteurs du quantique (Atom Computing, D-Wave, Infleqtion, IonQ, PsiQuantum, Quantinuum, Quantum Circuits, QuEra, Rigetti et SEEQC).

QEI Workshop Grenoble

La **seconde édition du workshop** de la **Quantum Energy Initiative** avait lieu à Grenoble des 6 au 10 janvier. Elle rassemblait des interventions d'horizons divers : sur la thermodynamique quantique, le domaine de prédilection de ses cofondateurs chercheurs, ainsi que sur le calcul quantique avec notamment Alice&Bob (Jeremy Stevens), Quandela (Pierre-Emmanuel Emeriau), Pasqal (Constantin Daylac), Quobly (Oscar Gravier), Algorithmiq (Sabrina Maniscalco), et Harshit Verma (Eviden), et aussi sur les communications quantiques (Raja Yehia, d'ICFO).

J'y ai fait mon retour avec une intervention sur les enjeux économiques, scientifiques et technologiques du calcul quantique : **Quantum computing roadmaps and their energetics aspects** (vidéo). J'ai aussi animé le panel « industrie » du workshop, avec Joseph Mikael (EDF), Pierre Jaeger (IBM), Tristan Meunier (Quobly), Constantin Daylac (Pasqal), Pierre-Emmanuel Emeriau (Quandela), et Josep Bosch (Qilimanjaro) (video).

Les vidéos du workshop qui rassemblait une centaine de personnes sont sur YouTube.



Conférence QT4HEP au CERN

Du 20 au 23 janvier, j'ai participé à la **conférence QT4HEP du CERN**. Elle rassemblait des physiciens de la physique des particules à hautes énergies intéressés par les technologies quantiques, surtout le calcul quantique et les capteurs quantiques, et des spécialistes de ce dernier domaine. J'y ai croisé plein de personnes intéressantes d'horizons divers, physiciens, et aussi de sociétés comme Nu Quantum, Amazon, Pasqal (Lucas Leclerc), IDQ, etc. J'y intervenais pour faire un tour d'horizon de l'état de l'art logiciel et matériel du calcul quantique avec **Quantum computing roadmaps towards fault-tolerance**, une présentation légèrement

différente de celle de la QEI.

J'ai surtout pu visiter trois installations majeures du site du CERN qui est à cheval entre la France et la Suisse à l'ouest de Genève : l'expérience Atlas qui a servi notamment à détecter le boson de Higgs en 2012, l'expérience CMS qui sert à détecter des muons, les deux projetant les uns contre les autres de manière opposée des protons accélérés à une vitesse très proche de celle de la lumière, ainsi que leur fabrique à antimatière qui a réussi à générer de l'antihydrogène et à vérifier que ces atomes subissaient la même gravité que la matière normale, AEGIS (Antihydrogen Experiment: Gravity, Interferometry, Spectroscopy) en septembre 2023. C'est de la grosse physique !

Voir mon post détaillé sur **CERN QT4HEP, LHC, Atlas, CMS and antimatter factory**.



Quantum Software Workshop

La Commission Européenne organisait un **séminaire en ligne** d'une matinée le 31 janvier sur les enjeux du logiciel quantique. C'est intéressant d'avoir un événement focalisé sur les logiciels quantiques, un enjeu de plus en plus important au gré de la maturation des ordinateurs quantiques qui commencent à rentrer dans le champ de la correction d'erreurs.

Le workshop était introduit par Oscar Diez, Policy Officer à la DG Connect. Il évoquait les collaborations, l'influence des appels à projets, les roadmaps, la promotion de l'interopérabilité et de l'open source (mais il faudrait avoir les modèles économiques qui vont avec...), un call sur le middleware autour du calcul hybride HPC/QPU. Il évoquait aussi le **Competitive compass**, annoncé récemment par la commission qui fait écho au **rapport Draghi** publié en septembre 2024. C'est une sorte de framework pour améliorer la compétitivité européenne, notamment dans les deep techs. Il annonçait aussi le futur Quantum Strategy and Quantum Act qui est en cours de préparation. Il y avait jusqu'à environ 140 participants en ligne.

Tu y participais au nom d'OVHcloud. Il y avait aussi **Cyril Allouche** d'Eviden et une forte présence d'allemands comme avec **Robert Wille** de LMU Munich. À noter aussi les interventions d'**Adriaan Rol** d'Orange Quantum Systems (Pays-Bas) sur les logiciels de contrôle des ordinateurs quantiques, de **Frank Wilhem-Mauch** (Julich) sur les standards ouverts de benchmarking des algorithmes quantiques, de **Roman Orus** (Multiverse) sur le quantum inspired et le calcul quantique, de **Sabrina Maniscalco** (Algorithmiq) sur ce que l'on peut déjà faire en NISQ.

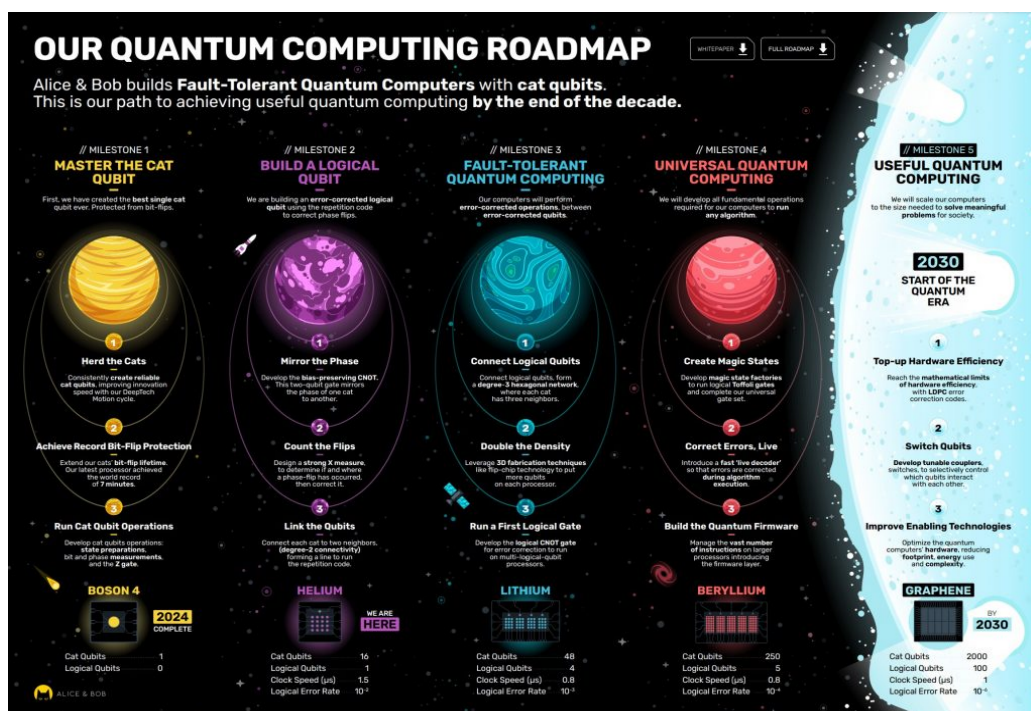
Quelques événements à venir :

- **Unesco event** : les 4 et 5 février ont lieu deux journées de lancement de l'année internationale des sciences et des technologies quantiques au siège de l'Unesco à Paris. Nous y serons.
- **Quantum Innovation Summit** à Dubai en février.
- **Q-Expo 2025**, la conférence et l'exposition organisée par QuiC revient à Amsterdam les 14 et 15 mai.

France

Roadmap et levée de fonds d'Alice&Bob

Alice&Bob présentait une version **plus détaillée** de sa **roadmap** début décembre 2024. Elle comprend quatre étapes à venir : la création d'un premier qubit logique avec la puce hélium échantillonnée fin 2023 avec 16 qubits physiques, la connexion entre qubits logiques avec la puce Lithium et 48 qubits physiques et qubits logiques, le calcul universel avec la correction d'erreurs de portes Toffoli dans la puce Beryllium avec 5 qubits logiques sur 250 qubits physiques puis enfin la puce Graphene avec 100 qubits logiques répartis sur 2000 qubits physiques, et avec un taux d'erreurs logique de 10^{-6} . La seule échéance temporelle indiquée concerne Graphene qui est prévu pour arriver en 2030. À vos calendriers !



Le 28 janvier, Alice&Bob **annonçait** aussi sa nouvelle levée de fonds de 103M€. C'est une excellente nouvelle pour eux et pour l'écosystème quantique français. La France devient ainsi le seul pays européen avec deux startups quantiques ayant levé au moins 100M€, avec Alice&Bob et Pasqal. Le pays le plus proche est la Finlande avec 200M€ levés en tout par IQM. Et le financement d'A&B est principalement européen. En tout, les startups françaises ont levé plus de 600 M€ ce qui place le pays en quatrième position derrière les USA, le Canada et le Royaume-Uni.

Roadmap Quobly

Quobly faisait de même, lors d'une **présentation** par Maud Vinet (CEO) lors de la Q2B à Santa Clara, concomitamment avec l'annonce du partenariat avec STmicroelectronics que nous avons déjà relaté en

décembre dernier.

Leur roadmap précise de nombreuses figures de mérite étalées dans le temps : le nombre de qubit physiques (10 en 2025, 1000 en 2027, des millions à partir de 2030), de qubits logiques (des dizaines à partir de 2029 et des milliers à partir de 2030).

Tout cela est très ambitieux. On verra d'ici là si le pari fait sur la qualité de la fabrication permettra de réussir à créer ces ordinateurs à tolérance aux fautes (FTQC). Si le pari est réussi, ces machines auront une empreinte physique et énergétique, et un prix très compétitifs.

Welinq

Welinq **annonçait** en janvier son compilateur araQne qui permet de développer du code quantique réparti sur plusieurs processeurs connectés entre eux via leur technologie. J'avais rencontré l'équipe logicielle de Welinq lors d'une visite chez eux en juin 2024. Ce logiciel s'inscrit aussi dans le projet AQADOC mené conjointement avec EDF, Quandela et Pasqal.

Welinq's araQne Compiler Tackles Quantum Scaling Problem by Matt Swayne, The Quantum Insider, January 2025.

Qubit Pharmaceuticals

Les équipes de recherche de Qubit Pharmaceutical et de la Sorbonne (Jean-Philip Piquemal) ont créé des algorithmes quantiques d'analyse de chaînes de Markov non réversibles permettant d'obtenir une accélération exponentielle alors que sur des chaînes réversibles, l'accélération n'est que quadratique. Les méthodes proposées s'appuient sur des marches quantiques (quantum walks) et fonctionnent aussi bien lorsque des informations partielles sur la distribution stationnaire du système sont déjà connues ou lorsqu'il n'en existe aucune connaissance préalable. Cela pourrait servir en simulation chimique, en mécanique des fluides ainsi que dans la finance. Ces méthodes pourraient également améliorer la modélisation des systèmes financiers stochastiques, où des changements imprévisibles régissent le comportement du marché. L'annonce est liée à la publication d'un preprint sur arXiv. C'est un papier très théorique qui ne donne pas d'estimation de ressources et temps de calcul pour résoudre des problèmes pratiques.

Quantum Speedup for Nonreversible Markov Chains by Baptiste Claudon, Jean-Philip Piquemal, and Pierre Monmarché, Qubit Pharmaceuticals, arXiv, January 2025 (10 pages).

Interview pour OVHcloud

Depuis début janvier 2025, Fanny Bouton est maintenant à 100% sur le quantique chez OVHcloud. Elle a été exfiltrée de l'équipe marketing pour rejoindre l'équipe de R&D, comme product manager quantique. Et elle a été récemment interviewée sur la stratégie quantique d'OVHcloud dans LeMagIT : **OVHcloud : « Nous voulons être le fournisseur de l'informatique quantique »** par Yann Serra.

Keylabs du CNRS

Depuis le 12 décembre dernier, il y a un gros raffut au CNRS depuis l'annonce par son PDG Antoine Petit de la création du label de « key labs » qui sera attribué à 25% des UMR, histoire de concentrer sur ces laboratoires conjoints avec les Universités les moyens d'accompagnement, comme pour la préparation de dossiers européens. Les UMR regroupent 21 531 permanents sur les 11 106 chercheurs et 13 511 ingénieurs et techniciens qui sont employés par le CNRS. L'Institut de Physique qui regroupe 62 UMR aurait 19 key labs (on imagine bien voir dedans le C2N et l'Institut Néel) tandis que l'IN2P3 (physique nucléaire et des particules) aurait 100% de ses 15 UMR.

En période de disette budgétaire et de paupérisation de la recherche, on imagine bien que les UMR qui ne sont pas sélectionnés comme « key labs » font la tête et craignent un déclassement. Ceci étant, on paye aussi la fragmentation à la française. Et il est toujours difficile de consolider les organisations.

Remous au CNRS autour du projet de création de labos d'excellence par David Larousserie, Le Monde, Janvier 2025.

Déclaration du Conseil Scientifique du CNRS, Décembre 2024.

La guerre des tout petits mondes : le CNRS dégage les « key-labs » par Julien Gossa, Janvier 2025.

Key Labs : France Universités maintient sa demande de moratoire et appelle le CNRS au dialogue, France Universités, Janvier 2025.

International

Xanadu

Le 22 janvier, le canadien Xanadu annonçait une première avec Aurora, un ordinateur quantique photonique dit « universel » composé de quatre racks de serveurs interconnectés par des photons. L'ensemble supporte pour l'instant 12 qubits répartis sur 35 puces exploitant la bagatelle de 13 km de fibres optiques. Cela fait beaucoup pour si peu de qubits physiques. Le tout fonctionnerait à température ambiante sauf pour les détecteurs de photons multiples à la fin du calcul. Le tout est documenté dans un papier publié dans Nature. Reste de nombreux obstacles clés à lever, pour eux comme leurs concurrents, les pertes optiques générées dans les circuits et dans les fibres optiques.



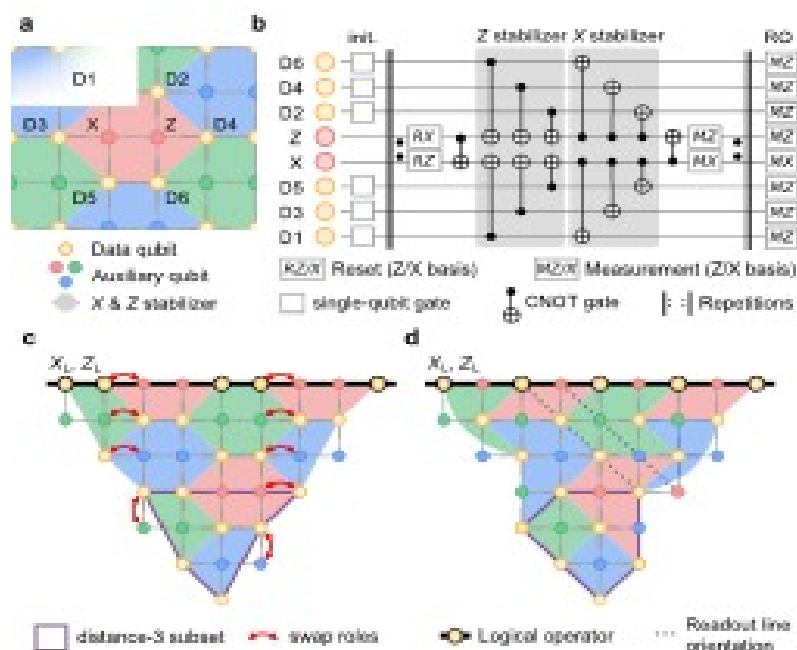
Le papier dans Nature indique les tolérances aux pertes optiques, le point critique étant situé dans les PIC (photonic integrated circuits). Ils imaginent scaler en améliorant d'un facteur 100 la densité de leur photonique et avec des dizaines de milliers de racks pour supporter 100 qubits logiques. Cela ne semble pas raisonnable du tout. C'est pire que PsiQuantum de ce point de vue-là, qui se contente d'une centaine de « cabinets », des racks entièrement refroidis à 4K.

Xanadu introduit Aurora: world's first scalable, networked and modular quantum computer by Xanadu, Janvier 2025.

Scaling and networking a modular photonic quantum computer by H. Aghae Rad, Y. Zhang et al, Xanadu, Nature, January 2025 (14 pages).

Google again

Après toute la communication autour de Willow début décembre, Google a continué à publier des préprints plus discrètement mais très intéressants. Ils développent des solutions de codes de couleur (de correction d'erreur) alternatifs aux surface codes. Ils nécessitent moins de qubits physiques par qubits logiques mais demandent des qubits physiques de meilleure fidélité. Et leur approche comprend la correction d'erreur des portes T via la "magic states distillation". Ces portes sont indispensables pour obtenir une accélération exponentielle.



Dans un autre papier, ils développent une variante de surface codes qui fonctionnent sur des portes à deux qubits iSWAP (utilisées dans le chip 2 exploité pour l'expérience de cross-entropy benchmarking avec Willow) avec des qubits à connectivité hexagonale, correspondant au modèle heavy-hex utilisé depuis des années par IBM. Est-ce un signe qu'ils vont l'adopter ? Ils indiquent en conclusion du papier que c'est une connectivité de qubits qui présente plein d'avantages dans la gestion du bruit et pour réduire le nombre de coupleurs par qubits et le nombre de lignes de contrôle.

Scaling and logic in the color code on a superconducting quantum processor by Nathan Lacroix, Hartmut Neven, Craig Gidney, Kevin J. Satzinger et al, Google, arXiv, December 2024 (30 pages).

Demonstrating dynamic surface codes by Alec Eickbusch, Craig Gidney, Hartmut Neven, Dave Bacon, Pedram Roushan, Charles Neill, Alexis Morvan et al, Google, arXiv, December 2024 (48 pages).

QuEra

QuEra et Mikhail Lukin continuent de faire des prouesses avec les atomes neutres en mode gate based. En décembre, ils publiaient un papier sur l'implémentation de la distillation d'états magiques, en clair, la correction d'un état où dans la sphère de Bloch le qubit a des coefficients x , y et z égaux obtenu à partir de l'état $|0\rangle$ par une rotation d'angle $\arccos(1/\sqrt{3})$ autour de l'axe $(-1, 1, 0)$. À partir de là, on doit pouvoir corriger les portes hors du groupe de Clifford qui permettent d'obtenir une accélération exponentielle. Avec des codes de surface de distance 3 et 5.

Experimental Demonstration of Logical Magic State Distillation by Pedro Sales Rodriguez, Dolev Bluvstein, Mikhail D. Lukin, Sergio H. Cantú et al, Harvard University, QuEra, arXiv, December 2024 (19 pages).

Quantum Brilliance

La startup Australo-Allemande Quantum Brilliance levait \$20M en Janvier 2025. Elle conçoit un ordinateur quantique à base de NV centers. Ils en sont à un total de \$49M de levés.

Quantum Brilliance Raises \$20 Million in Series A Funding Round by Matt Swayne, The Quantum Insider, January 2025.

IBM

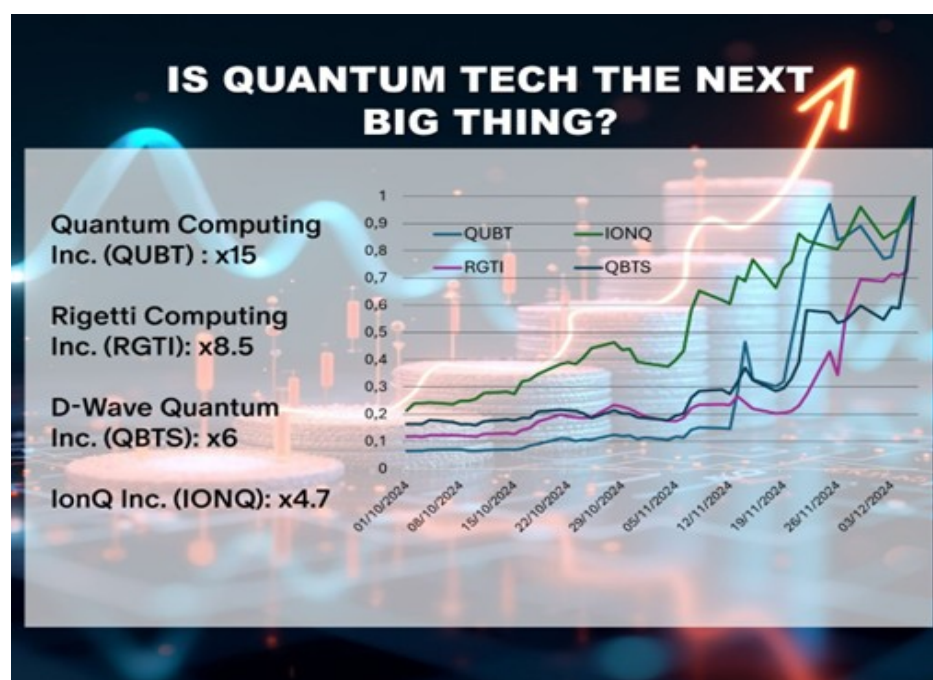
Le boss de Jay Gambetta, Dario Gil, le patron de la recherche d'IBM a été **nommé** sous-secrétaire à la science du Département de l'Energie dans le gouvernement de Donald Trump. Après Musk, OpenAI, Google et Zuckerberg tous présents à l'inauguration du nouveau président, IBM complète l'ensemble côté liens avec ce gouvernement. Il n'y a que Microsoft qui, pour l'instant, n'a apparemment pas "mangé au ratelier" de la nouvelle administration US.

Bullshit quantique

Il était sacrément garni ces dernières semaines.

Bulle et explosion de bulle quantique

Après l'annonce de Willow par Google début décembre 2024, toutes les actions de startups du quantique cotées en bourse se sont **envolées**, notamment celles de D-Wave et Rigetti qui ont ainsi quitté la dangereuse zone des penny stocks pouvant les délistier. Et puis celle d'IonQ. Ces hausses n'étaient pas du tout justifiées, mais la bourse a ses humeurs qui n'ont rien de scientifique. Le meilleur exemple est la **hausse de l'action de Quantum Corp** qui fournit du stockage classique et n'a rien de quantique.



S'en est suivie une **chute** pas plus justifiée déclenchée par une déclaration pendant le CES de Jensen Huang, le CEO de Nvidia, indiquant qu'il ne voyait pas arriver d'ordinateurs quantiques utiles avant une à deux décennies. Ce qui est pourtant **communément admis** même si certains pensent que l'échéance se rapproche. D'autres ont l'impression que l'action d'IonQ est **sous-évaluée** ce qui est tout à fait discutable. On sent la volonté de certains investisseurs de manipuler le cours de cette action.

NVIDIA CEO's Predictions Rain on Quantum Stock Parade by Matt Swayne, The Quantum Insider, January 2025.

L'État du Maryland met les petits plats dans les grands, **annonce** un plan d'un milliard de dollars sur le quantique et ambitionne évidemment de devenir le centre du monde du quantique. En pratique, ils mettent sur la table \$27M et annoncent la création d'un campus sur l'Université de Maryland dont les deux-tiers sont dédiés aux sciences du BTP et pas au quantique. Bref, il y a de l'enfumage dans l'air. Le reste doit venir d'investissements privés non précisés, comme à chaque fois qu'un gros montant de ce genre est annoncé.

La startup Indienne **Automatski** annonce avoir un ordinateur quantique avec des centaines de qubits logiques et avoir démontré en 1993 que $P=NP$, et puis plein d'autres choses du même genre qui sont des foutaises. Le 'about' du site web de la société est un monument de bullshit de dimension exponentielle. Ils estiment que leur valeur est de l'ordre de 1000 à 2000 trillions de dollars US, au cours de 1999. Ces chiffres en "exadollars" représentent juste 20 fois le PIB mondial !

Un ordinateur quantique à 1000€ ? C'est ce que l'on peut lire dans un **article du site web Secret Défense**. Cela viendrait de **Université du Witwatersrand** à Johannesburg. Il s'agit d'un prototype d'ordinateur photonique à 4 qubits. Le prix est une estimation qui ne veut rien dire et les estimations de ressources pour faire scaler cet ordinateur **ne sont pas fournies**.

Les avis sur Willow continuent de pleuvoir. Cette fois-ci, c'est pour **indiquer** que Willow permettra de propulser l'IA dans une autre dimension, par Anthony Hié publié dans le Journal du Net. On se permettra d'être un peu plus prudent. De son côté, dans ses prévisions pour 2025, le consultant **Fred Cavazza prévoit** « beaucoup de bullshit dans l'informatique quantique ». Là, on est d'accord.

Enfin, le fameux Youtuber **Milgram** a **dégoté** un « pompier quantique » en Ile de France délivrant une conférence sur l'égo quantique d'un pompier d'Ile de France, un médecin chef adjoint des pompiers des Yvelines. Sa vidéo est en ligne, mais celle du pompier a disparu. C'est lui qui avait dénoncé en 2023/2024 la crème quantique de Guerlain, qui avait dû ensuite retirer tout ce qui était quantique dans sa communication.

On se retrouve début mars pour les actualités de février !

PS: Fanny Bouton et moi-même animons ce podcast depuis 2019 comme les podcasts Decode Quantum depuis 2020. Ces podcasts permettent d'animer l'écosystème quantique en France (Quantum) et dans le monde (Decode Quantum, maintenant, avec une majorité des épisodes enregistrés en anglais). Nous faisons cela pro-bono, sans modèle économique. Ce n'est pas notre activité principale. Fanny Bouton et moi-même sommes actifs dans l'écosystème à plusieurs titres : elle est de son côté "quantum lead" chez OVHcloud et du mien, je suis enseignant (EPITA, CentraleSupélec, ENS Paris Saclay, etc.), auteur et chercheur indépendant, formateur, expert technique auprès de différents organismes (Bpifrance, l'ANR, l'Académie des Technologies, etc.) et aussi cofondateur, redevenu actif, de la Quantum Energy Initiative.

Cet article a été publié le 3 février 2025 et édité en PDF le 10 mars 2025.
(cc) Olivier Ezratty – "Opinions Libres" – <https://www.oezratty.net>