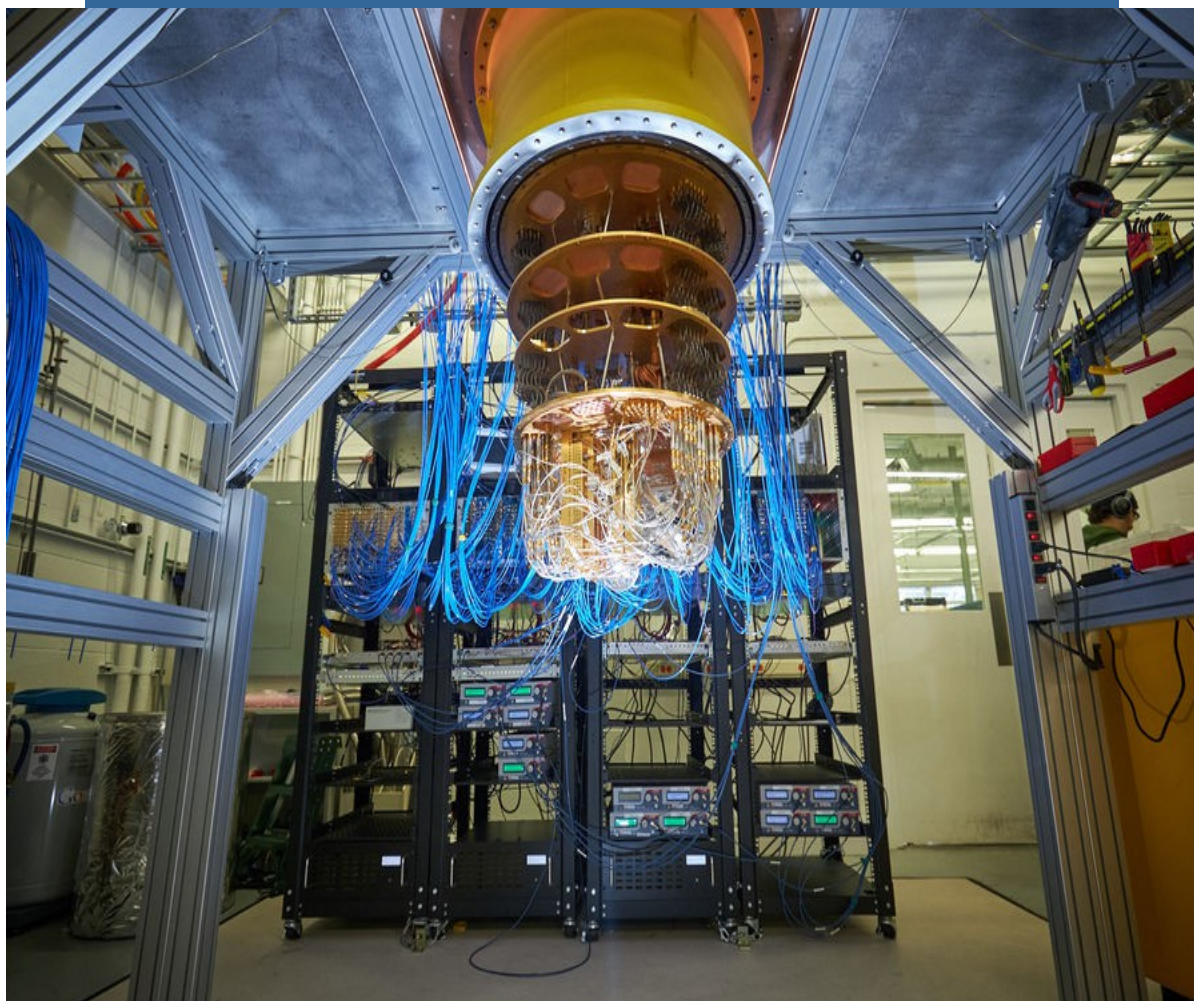


L'ordinateur quantique
Veille technologique



Sommaire

Page de garde	Page 1
Sommaire	Page 2
1- Sujet	Page 3
2- Cadre méthodologique	Page 3
3- Ciblage	Page 3
4- Recherche	Page 3
5- Analyse	Page 4
Exemple 1	Page 4
Exemple 2	Page 4
Exemple 3	Page 4
Exemple 4	Page 5
Exemple 5	Page 5
1- Introduction	Page 6
2- Définitions	Page 6
3- Historique	Page 7
4- Méthodes	Page 8
5- Fonctionnement	Page 8
6- Les grands acteurs	Page 9
7- Contraintes technologiques	Page 11
8- Domaine d'application	Page 11
Intelligence artificielle	Page 11
Finance	Page 12
Santé	Page 12
Environnement	Page 12
Énergie	Page 12
Défense	Page 12
Télécommunication	Page 13
9- Enjeux	Page 13
Exemple	Page 13
10- Conclusion	Page 14
11- Glossaire	Page 15
12- Liens utiles	Page 16

1. Le sujet: L'ordinateur quantique

2. Cadre méthodologique

3. Le ciblage

Dans le cadre de ma veille technologique, j'ai simplement choisi les termes Ordinateur informatique et quantique : En effet, j'ai souhaité limité à ces termes uniquement car les résultats donnés n'avaient pas la pertinence escomptée puisque la quantique regroupe plusieurs champs d'application tels que la physique la chimie la mécanique etc... En ce qui concerne le terme informatique, j'avais plusieurs articles mais qui n'étaient pas pertinents pour mon travail : cela augmentait considérablement les articles à analyser.

J'ai donc limité ma recherche à : « ordinateur quantique »

4. La recherche

Pour ma recherche je me suis limité à « Google alerts ». Cet outil est assez puissant et m'a permis d'avoir un suivi régulier de l'évolution du sujet choisi. En effet, j'ai opté pour un seul moteur de recherche afin de ne pas avoir de doublons dans mes articles. De plus l'outil est assez agréable d'usage. Cependant, la pertinence des articles peut être aléatoire pour le simple fait qu'il peut dégager des articles qui sont pas nécessairement en lien avec mon sujet mais qui peuvent comporter les termes de ma recherche.

J'ai également consulté des sites spécialisés et des vidéos (reportage, conférences...) Cela m'a permis d'avoir un ensemble de ressources me permettant de transcrire au mieux le sujet.

Enfin, j'ai cherché d'éventuels travaux de veille technologique pour bien comprendre la nature de ce travail que je réalise pour la première fois.

L'ensemble de ces méthodes me permettent aujourd'hui de remettre un travail assez complet sur le sujet choisi

5. L'analyse

Concernant l'analyse, je n'ai pas utilisé d'outils hormis le fait de trier les articles en fonction de leur pertinence. De ce fait, je m'appuyais d'abord sur le titre qui me permettait de savoir si l'article pouvait être utile ou non pour ma recherche. En effet, j'ai pu observer des articles que j'ai triés selon 3 caractéristiques :

- Aspects liés à la technologie
- Aspects liés à l'économie
- Hors sujet.

Dans une première phase de tri j'ai éliminé tout les articles que j'estimais hors sujet suite au fait qu'il ne donné pas d'informations satisfaisantes ou qui mentionnait le sujet mais à titre d'exemple dans un sujet totalement étranger au mien.

Exemple 1 :

Piratage mobile : 100 millions de smartphones Samsung vulnérables

« Les algorithmes de chiffrements sont aujourd'hui quasi inviolables à moins d'avoir un ordinateur quantique. »

source: <https://www.android-mt.com/news/piratage-mobile-100-millions-de-smartphones-samsung-vulnerables/125432/>

Dans cet article on observe bien que le sujet n'est pas l'ordinateur quantique mais qu'on le mentionne comme pouvant être un moyen dans le contexte cité.

Comme dans cet exemple un nombre important d'article m'ont été suggéré que je n'ai pas traité car inutile pour mon travail. Cependant, certains articles ont tout de même attirer mon attention. Je les ai lu pour ma culture générale.

Viennent ensuite les articles portant sur une rubrique que j'ai nommé « économie » ayant pour objet : Les investissements ou les lancements de projets par les états via les universités et centres de recherche ou les entreprises privées . En effet, a travers le monde beaucoup investissent dans l'ordinateur quantique afin d'être les leaders ou d'avoir une autonomie quantique . A ce titre des articles paraissent pour en faire mention. Je n'ai pas non plus exploitées ce type d'article hormis pour le paragraphe lié aux enjeux.

Exemple 2 :

« La France lance sa plateforme nationale de calcul quantique

« Bien décidée à devenir l'un des leaders de la technologie quantique, la France a lancé le coup d'envoi d'un ambitieux plan quinquennal présenté l'année dernière par Emmanuel Macron. »

exemple 3 :

Israël investit 200 millions de shekels dans la course à un ordinateur quantique

« L'Autorité de l'innovation et le ministère de la Défense ont décidé d'investir 200 millions de shekels pour construire le premier ordinateur quantique d'Israël, rapporte CTech . Ainsi, Israël rejoint la course mondiale pour le rêve d'une technologie fantastique capable de résoudre des tâches ultra-rapides qui prendraient des centaines et des milliers d'années pour les supercalculateurs [...] »

source <https://citron.co.il/33878/>

Pour la troisième thématique nommée technologie, j'ai d'avantage exploité les articles car il s'agissait surtout de comprendre ce qu'était l'ordinateur quantique et aussi les acteurs prédominants dans le monde.

A ce titre deux types d'articles : Des articles de presse très techniques émanant de revues plutôt scientifique qu'il m'a été difficile d'exploiter car n'ayant pas ni la culture ni les formations pour comprendre. En effet, le haut niveau de technicité rendait le traitement compliqué à comprendre et à traduire. Mon travail étant destiné à simplifier et vulgariser le thème choisi pour qu'il soit compréhensible pour tous.

Exemple 4:

Google vient de créer un cristal temporel

« Il y a 5 ans de cela, Norman Yao, physicien de l'université de Berkeley, a décrit pour la première fois le processus de fabrication d'un cristal temporel. Il s'agit d'une nouvelle forme de matière dont les motifs se répètent dans le temps et non dans l'espace. »

Le deuxième type de titre de presse que j'ai beaucoup plus exploitées concerne l'ordinateur quantique mais avec des descriptions beaucoup plus générales. En effet, mon travail de veille sociale concernant un compte rendu sur l'ordinateur quantique et ses évolutions bien plus que des expériences de recherches très techniques.

Exemple 5 :

Informatique quantique : où en est la technologie et quel est son avenir ?

« Simone Severini, directeur de l'informatique quantique chez Amazon Web Services, dans un entretien avec Siècle Digital, revient sur l'une des technologies les plus complexes et révolutionnaires de notre temps. »

Source: <https://siecledigital.fr/2022/01/24/informatique-quantique-avenir/>

1. Introduction

On entend parler de nouvelles révolutions industrielles depuis l'avènement du numérique: il s'agit de l'impact de technologies telles que l'intelligence artificielle, la Blockchain et l'analyse de données, sur nos modes de vies, nos façons de travailler, de consommer etc.

Les médias spécialisés évoquent une cinquième révolution industrielle et cela serait amené par les ordinateurs quantiques. Malgré des innovations informatiques remarquables au cours des dernières décennies,. La prochaine génération d'ordinateur – l'ordinateur quantique – pourrait bientôt devenir une réalité, promettant non seulement de grandes augmentations de vitesse et de puissance mais aussi de nouvelles techniques pour que les ordinateurs résolvent les problèmes.

De la même manière que les moteurs à vapeur et les microprocesseurs ont redéfini des industries entières, l'ordinateur quantique pourrait annoncer l'avènement d'activités méconnues, grâce a des systèmes d'applications nouveaux tout en développant des voies aux secteurs actuels, tels que le développement chimique et pharmaceutique, la gestion financière, voire l'intelligence artificielle.

2. Quelques définitions...

Selon **Claude Aslangul** Physicien a l Université Pierre et Marie Curie Un ordinateur quantique est l'équivalent des ordinateurs classiques mais qui effectuerait ses calculs en utilisant directement les lois de la physique et, à la base, celle dite de superposition des états quantiques. Alors qu'un ordinateur classique manipule des bits d'information, qui sont soit des 0 soit des 1, un ordinateur quantique utilise des qubits. Ceux-ci sont des généralisations des bits classiques, qui sont en quelque sorte une superposition simultanée de ces deux états, comme peut l'être, par exemple, un état de spin pour un photon ou un électron.

Dans certains cas, un ordinateur quantique peut faire des calculs beaucoup plus rapidement qu'un ordinateur classique. Il faudrait toutefois disposer pour cela d'un très grand nombre de qubits. Or, cela ne va pas de soi. Car plus ce nombre est grand, plus la superposition des états quantiques est instable et peut disparaître avant que le calcul demandé ne soit mené à terme.

Les physiciens savent déjà faire quelques ordinateurs quantiques, mais ceux-ci sont très élémentaires, et beaucoup pensent que seuls des simulateurs quantiques - des calculateurs spécialisés dans la résolution de problèmes bien particuliers et pas des machines de Turing universelles programmables en théorie pour pouvoir effectuer n'importe quel algorithme seront vraiment en mesure de concurrencer des ordinateurs classiques. La course à ces machines, ordinateurs ou simplement simulateurs quantiques, est lancée de par le monde et fait l'objet d'une compétition entre des grands acteurs de l'informatique comme Ibm et Google.

<https://www.futura-sciences.com/scienc/definitions/physique-ordinateur-quantique-4348/>

3. Historique

L'origine des ordinateurs quantiques

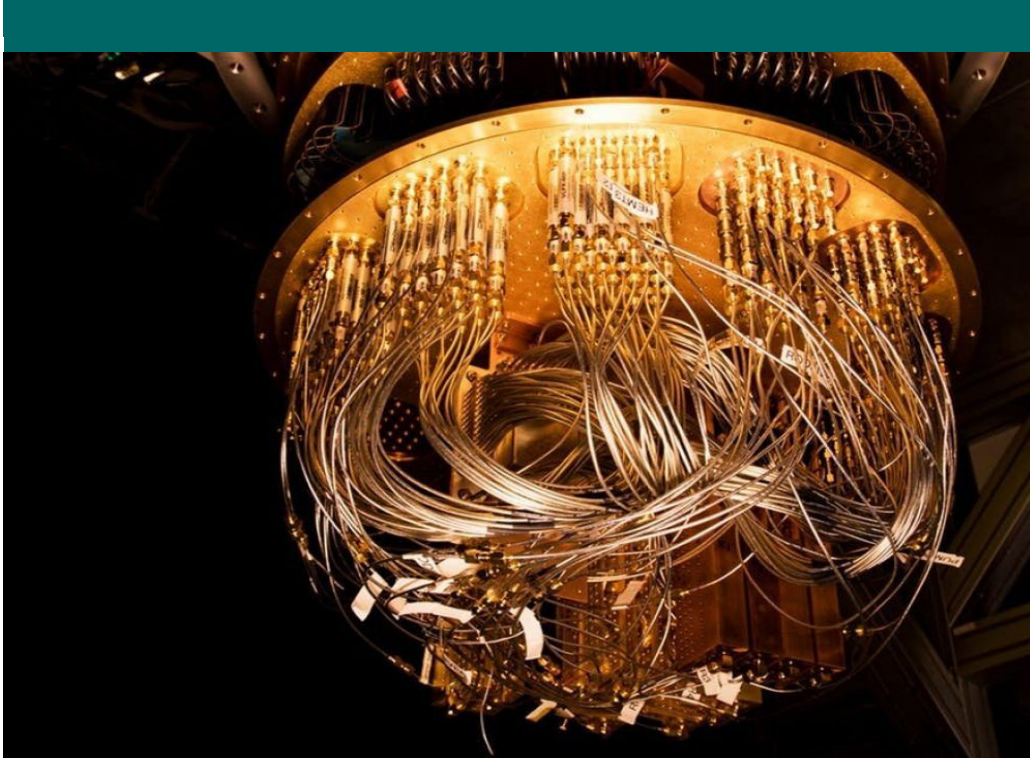
Le grand physicien Richard Feynman a été un des premiers à comprendre au début des années 1980 que l'on pouvait mettre à profit les lois de la mécanique quantique pour simuler et mieux comprendre des systèmes quantiques à l'aide d'autres systèmes quantiques. Il se trouve en effet, notamment dans le domaine de la chimie quantique et de la physique du solide que l'on soit assez rapidement limité par le volume de calculs nécessaires pour les simuler à l'aide d'ordinateurs classiques.

Mais comme l'explique Feynman dans son célèbre ouvrage : Leçons sur l'informatique, il est possible au minimum de faire des calculateurs ou des simulateurs quantiques qui permettent de contourner l'obstacle. On doit pour cela, comme on l'a expliqué précédemment, utiliser des généralisations des bits d'information classique que l'on appelle des qubits et construire des portes logiques quantiques qui opèrent sur ces qubits. Comme l'indique le physicien Claude Aslangul, la superposition quantique et le phénomène d'intrication quantique permettent alors, en quelque sorte, d'effectuer un grand nombre de calculs en parallèle.

La recherche sur les ordinateurs quantiques, ou plus généralement sur les possibilités ouvertes par ce que l'on appelle l'information et les calculs quantiques s'est bien développée depuis une dizaine d'années.

Ordinateurs et calculateurs quantiques ce n'est pas la même chose

Un ordinateur quantique, comme tout ordinateur, est censé pouvoir être programmable pour exécuter n'importe quel algorithme quantique. Un calculateur quantique ne peut exécuter qu'un seul algorithme ou pour le moins, une classe d'algorithme. On ne peut le programmer pour effectuer n'importe quelle tâche. En outre, s'il est bien exact que certains algorithmes quantiques sont capables, si l'on dispose d'un assez grand nombre de qubits, de battre à plate couture un ordinateur classique, cela ne signifie nullement qu'un ordinateur quantique est systématiquement plus performant qu'un ordinateur classique.



Crédit Flickr **IBM Research**

4. Méthodes

Plusieurs technologies existent pour tenter de créer l'ordinateur quantique en voici une liste non exhaustive :

- L'ordinateur quantique à résonance magnétique nucléaire
- L'ordinateur quantique optique
- L'ordinateur quantique à points quantiques
- L'ordinateur quantique à ions piégés
- L'ordinateur quantique à diamants colorés
- L'ordinateur quantique topologique
- L'ordinateur quantique à semi-conducteurs

Sans entrer dans les détails on estime que la technologie la plus avancée est celle qui utilise les semi-conducteurs.

5. Fonctionnement :

En informatique conventionnelle, nous utilisons les transistors CMOS pour coder des bits d'information. Cela se fait en régulant la tension aux transistors équipés d'un bus pour déterminer si l'état est un 0 ou un 1.

Les transistors quantiques sont assez similaires, mais très différents de nos transistors CMOS actuels. Un transistor quantique appelé dispositif d'interférence quantique supraconducteur ou SQUID. Les interférences se rapportent aux électrons réels et à la manière dont ils agissent comme des ondes.

qui créent des modèles d'interférence provoquant des effets quantiques. C'est la base de l'informatique quantique (essentiellement un transistor quantique). L'électron se comporte comme un qubit en raison de la nature du matériau appelé niobium;

Nos transistors classiques coderont dans deux états en régulant les tensions. Le SQUID codera les deux états en champs magnétiques désignés vers le bas ou vers le haut. Les deux états sont donnés en -1, +1 dans lequel le qubit peut être en superposition des deux.

La Programmation :

Les qubits doivent être reliés entre eux de manière à pouvoir transmettre des informations. Les qubits sont attachés ensemble par des coupleurs qui sont également fabriqués à partir de matériau supraconducteur. Lorsque nous combinons les qubits et les coupleurs, nous sommes capables de créer une structure programmable de la mécanique quantique.

<https://fr.answersexpress.com/basic-analysis-quantum-processors-components-90997>

6. Les Grands Acteurs:

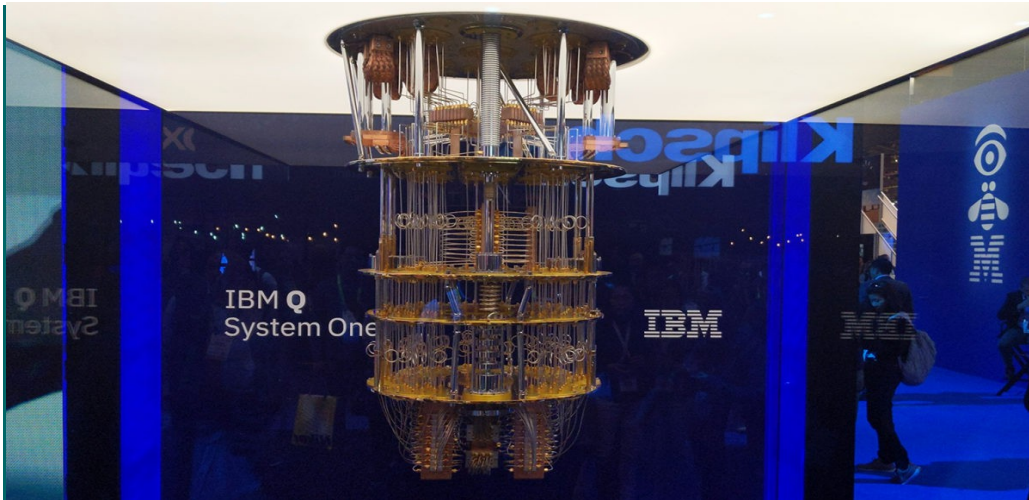
La société D-wave a réussi à proposer un ordinateur-quantique.

D-Wave (*D-Wave Systems*) se présente comme première entreprise d'informatique quantique au monde, fondée en 1999 et basée en Colombie-Britannique (Canada). Elle annonce en **2007** avoir construit le prototype d'un processeur de 28 qubits permettant de faire du recuit simulé quantique.

Le 11 mai 2011, elle annonce son système D-Wave One comme le premier calculateur quantique commercial. C'est un processeur de 128 qubits basé sur la méthode du recuit simulé quantique. En septembre 2016, elle communique sur sa prochaine génération de processeurs contenant 2000 qubits en association avec Google et la Nasa.

Il faut toutefois prêter attention au fait que D-wave n'est pas tout à fait un ordinateur quantique mais un simulateur qui n'opère qu'un type précis d'opérations.

D-wave a réussi à vendre certains de ses modèles comme à Lockheed Martin qui utilise cet équipement comme base de travail de recherche ainsi que Google. Il s'agit également d'une stratégie de l'entreprise de vouloir être le premier car cela permet de faire des levés de fonds et également avoir une image de précurseurs.



Q system one. (2019)

IBM a aussi dévoilé un ordinateur quantique dit commercial en 2019 de 20 qbits, baptisé Q System One. Ayant la forme d'un cube de verre de 9 pieds (presque 3 mètres) de côté au centre duquel se trouve un cylindre chromé suspendu à un bloc lumineux, il n'a pas la même allure que les ordinateurs actuels. C'est derrière ce bloc que se trouvent les composantes électroniques servant à analyser les calculs quantiques. IBM en a fabriqué un et ne compte pas en fabriquer d'autres pour le moment. De manière plus générale, la pénurie de travailleurs suffisamment qualifiés dans le domaine et le manque de fournisseurs de composants clés posent des défis à l'évolution des ordinateurs quantiques.

Sycamore (2019)

Sycamore est le processeur quantique créé par la division Intelligence artificielle de Google.

En 2019, Sycamore a accompli une tâche en 200 secondes qui, selon Google, dans un article de *Nature*, prendrait 10 000 ans à un supercalculateur à la pointe de la technologie. Ainsi, Google prétendait avoir atteint la suprématie quantique. Pour estimer le temps que prendrait un superordinateur classique, Google a exécuté des parties de la simulation du circuit quantique sur le Summit, l'ordinateur classique le plus puissant au monde.

Plus tard, IBM a fait un contre-argument, affirmant que la tâche ne prendrait que 2,5 jours sur un système classique comme Summit. Si les affirmations de Google sont confirmées, cela représenterait alors un bond exponentiel dans la puissance de calcul.

Zuchongzhi 2 (2021)

Le Google Sycamore détrôné par la Chine et son Zuchongzhi 2 à 66 Qubits

Jusqu'à présent, l'ordinateur quantique le plus puissant était américain. Il s'agissait du Sycamore. Cette machine est la première à avoir atteint la « suprématie quantique », et reste indétrônée depuis deux ans.

Toutefois, dans une étude publiée sur Physical Review Letters et Science Bulletin, des physiciens chinois annoncent avoir construit deux ordinateurs quantiques dont les performances surpassent la concurrence américaine. Le premier est une machine à super conduction, et le second est encore plus rapide grâce à l'exploitation des photons de lumière.

Le Zuchongzhi 2 est une version améliorée du premier modèle, daté d'il y a trois mois. Le Jiuzhang 2 fonctionne quant à lui grâce à la lumière, et a moins d'applications mais peut atteindre une vitesse **100 sextillions de fois plus rapide que les meilleurs ordinateurs** classiques actuels.

<https://www.lebigdata.fr/chine-ordinateur-quantique-google>

7. Contraintes technologiques.

Outre le coût, les qubits nécessitent un environnement aux conditions particulières. en milieu extrêmement froid, plus froid que dans le fin-fond l'espace, à une température proche du zéro absolu (-273, 15 °C), peut permettre de travailler avec les qubits pendant de longues périodes de temps. À l'opposé, toute chaleur dans le système peut introduire des erreurs. On parle également de l'environnement puisque le son environnant peut également mettre le processus quantique en échec.

8. Domaine d'applications:

L'informatique quantique aura un impact dans divers secteurs. De nombreux acteurs ont déjà choisi d'investir dans cette technologie pour améliorer leurs activités et se placer en position de leader pour les années à venir. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples d'avantages que les industries pourraient tirer de l'ordinateur quantique.

Intelligence artificielle :

Dans ce contexte, l'émergence de l'ordinateur quantique pourrait significativement renforcer l'intelligence artificielle telle que nous la connaissons à ce jour. En effet, à l'ère du Big Data, le nombre considérable de données échangées et disponibles ne peuvent pas être traitées par des ordinateurs conventionnels. De plus, le pouvoir mathématique de l'ordinateur quantique permettra une efficacité de la phase d'apprentissage, en particulier pour le machine learning où le nombre de fonctions mathématiques sous-jacent est très important.

Finance :

Cryptage : La cryptographie est le processus de cryptage des données ou de conversion de texte brut en texte brouillé de sorte que seul un code « clé » permette de déchiffrer le message. Dans ce contexte, l'informatique quantique est considérée comme une menace importante. En effet, le pouvoir mathématique des ordinateurs quantique permettra à terme le déchiffrement des codes les plus complexes existant aujourd'hui. Dans une économie basée sur la virtualisation des flux de trésorerie, le déchiffrement des cryptages de la banque, plus particulièrement, constitue un risque majeur posé par cette technologie

Santé :

L'ordinateur quantique permettra d'accélérer la compréhension des maladies et d'améliorer la précision des traitements. Ainsi, les cliniciens pourront intégrer un grand nombre d'ensembles de données inter fonctionnelles dans leurs modèles de facteurs de risque des patients, identifier plus rapidement les protocoles de traitement ciblés, les personnaliser, et enfin comprendre plus précisément où et pourquoi un protocole a réussi ou échoué.

Changement climatique et environnement :

En plus de résoudre certains des problèmes les plus complexes au monde, les ordinateurs quantiques consomment beaucoup moins d'énergie, ce qui pourrait entraîner une réduction des coûts et réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles à mesure que l'adoption augmenterait.

Énergie :

La demande croissante en énergies renouvelables nécessite des systèmes de gestion de l'énergie hautement optimisés. Bien que les sources d'énergie renouvelables soient « gratuites », elles sont difficiles à prévoir en raison de divers facteurs tels que les fluctuations de l'irradiation solaire ou encore les conditions météorologiques et la vitesse du vent. Récemment, des systèmes d'alimentation hybrides utilisant la combinaison de l'énergie solaire, éolienne et hydraulique ont été déployés pour améliorer leur fiabilité. Des méthodes d'optimisation sont ensuite utilisées pour trouver la combinaison de tous les générateurs d'énergie la moins chère: c'est à ce moment que l'informatique quantique joue un rôle.

Défense :

En septembre 2018, les États-Unis ont publié leur National Strategic Overview for Quantum Information Science, qui définit la détection quantique comme « la mise à profit de la mécanique quantique pour améliorer la précision fondamentale des mesures et/ou la création de nouveaux régimes ou modalités pour les capteurs et la mesure ». Ces technologies pourraient détecter le mouvement des masses sous l'eau, telles que les sous-marins

Télécommunication :

Actuellement, les télécommunications sont instantanées et utilisent plusieurs canaux. En utilisant la technologie quantique, les quatre domaines d'impact les

plus importants seraient: • Le cryptage quantique: remodeler les protocoles de cryptographie actuels

• Les réseaux quantiques : augmentation de la bande passante des réseaux de télécommunication

• L'infrastructure Quantique: optimiser le routage et l'infrastructure réseau

• L'internet quantique: permettre la transmission de bits quantiques (qubits) entre deux points sur Terre

<http://www.astrosurf.com/luxorion/ordinateur-quantique2.htm>

<https://www.inria.fr/fr/domaines-informatique-quantique>

9. Enjeux :

L'ordinateur quantique est l'objet de convoitise importante à travers le monde à tel point que des acteurs de tout les secteurs stratégiques des états s'y intéressent ; Les investissements en témoignent : Au travers de mes lectures, je me suis rendu compte de l'importance cruciale de l'ordinateur quantique ce qui explique cette course des acteurs. En effet, l'ordinateur quantique donnera la possibilité de décrypter très rapidement tout les systèmes de cryptage modernes en quelques secondes à tel point qu'un hacker pourrait aisément s'introduire dans les systèmes bitcoin ou bancaire au vu de la rapidité d'exécution des calculs. Les états qui seront en possession de ces technologies connaîtront une hégémonie dans tout les secteurs d'activités précitées dans ce travail. Les autres pays ne seront donc pas autonomes et dépendront de ceux-ci pour garantir leur sécurité : militaire, financière etc... Ceci représentera un coût dont ils ne pourront faire l'économie.

Les 2 grandes puissances que sont la Chine et les Etats unis sont actuellement leader mais d'autres pays comme la France, Israël ont également des pôles de recherches. Cela explique également les enjeux en terme géopolitique et des besoins en matériaux puisque les besoins de matières premières, en semi et supra conducteurs sont importants. On comprend alors pourquoi un litige entre les Etats Unis et la Chine existe au sujet de Taiwan. Puisque Taiwan produit via (TSMC : Taiwan Semi conductors corporation) plus de 75% des semi conducteurs ayant la technologie la plus pointue à savoir 4 nanos en gravure sur processeur.

Exemple : **"Sans Taïwan, presque toutes les usines du monde s'arrêteraient en trois semaines"**

« Pour réduire sa dépendance asiatique en semi-conducteurs, l'Union européenne prévoit un vaste plan d'investissement de 42 milliards d'euros dans le secteur. »

Source: <https://www.lalibre.be/economie/conjoncture/2022/02/08/sans-taiwan-presque-toutes-les-usines-du-monde-sarreteraient-en-trois-semaines-7BZPPB4HWVDEZJKLD5TAUYJOE4/>

10. Conclusion

La révolution quantique est en marche. Toutefois, il faudra encore patienter de nombreuses années pour que ces machines soient commercialisées.

Pour l'heure, ces deux ordinateurs quantiques ne peuvent fonctionner que dans des environnements optimisés et pour des tâches très spécifiques. Même dans ces conditions, ils commettent encore de nombreuses erreurs. Les chercheurs espèrent parvenir à corriger ces faiblesses d'ici à quatre à cinq ans de travaux acharnés.

Une fois cet objectif atteint, il pourrait être possible d'utiliser les ordinateurs quantiques et les simulateurs quantiques pour résoudre certains des problèmes scientifiques les plus importants à ce jour.

Il reste cependant beaucoup de défis à relever :

Les matériaux :

Le personnel qualifié : Les technologies de pointe et de recherche que représente l'informatique nécessite des professionnels extrêmement qualifiés ayant les moyens nécessaires à dispositions pour mener à bien le développement.

Champ de recherche pluridisciplinaire : Il est nécessaire d'avoir des personnes expertes en ces domaines que sont : l'informatique la physique, Les mathématique, La chimie cryogénique, L'ingénierie , L'électronique.

L'enjeu est de faire travailler les gens ensemble avec un langage commun.

Les langages informatiques : Les besoins en recherche et développement de langage en informatique quantique. Certains acteurs ont commencé et IBM propose un simulateur en ligne sur un petit programme qui représente un calculateur quantique.

11. Glossaire :

Atome : La plus petite partie d'un corps pur. Un atome est constitué d'un noyau formé de protons (chargés positivement) et de neutrons (neutres) et autour duquel gravitent des électrons chargés négativement. Dans un atome neutre, le nombre d'électrons est égal au nombre de protons. Si ce n'est pas le cas, l'atome est chargé, et on l'appelle un ion. C'est le nombre de protons qui détermine la nature de l'atome. Par exemple, 1 proton = hydrogène, 2 protons = hélium... jusqu'à 92 = uranium, qui est le noyau le plus lourd qui existe naturellement. Le noyau représente l'essentiel de la masse de l'atome.

Etat quantique :

En mécanique quantique, selon le principe de superposition , un même état quantique peut posséder plusieurs valeurs pour une certaine quantité observable (spin, position, quantité de mouvement, etc.)

Photon:

Particule sans masse qui transporte les ondes électromagnétiques. Un photon est un boson, et est souvent noté gamma.

Proton :

Particule élémentaire (lourde) de charge positive, qui, avec le neutron, constitue le noyau des atomes.

Qubit :

Unité de mesure de l'information en informatique quantique.

Qutrit:

L'une des unités d'information quantique qui existe comme une superposition de trois états quantiques orthogonaux.

Superposition quantique :

Très schématiquement, ce principe stipule que si une particule - un électron, un photon ou un proton (entre autres particules élémentaires) - peut se trouver en un point A ou en un point B, alors il se trouve en A *et* en B. Idem : si un électron peut aller à 2000 km/s ou à 1000 km/s, il va à ces deux vitesses *à la fois*. Les états sont dits « superposés ».

Suprématie quantique :

La **suprématie quantique**, aussi appelée **avantage quantique**, désigne le nombre de qbits au-delà duquel plus aucun ordinateur classique n'est capable de gérer la croissance exponentielle de la mémoire et la bande passante de communication nécessaire pour simuler son équivalent quantique..

De manière sous-jacente on peut également comprendre que la suprématie quantique indique, une forme d'hégémonie mondiale pressentie pour la Nation qui maîtrisera l'ordinateur quantique avant les autres.

12. Liens utiles :

Technologies quantiques :

<http://www.astrosurf.com/luxorion/ordinateur-quantique2.htm>

<https://www.android-mt.com/news/piratage-mobile-100-millions-de-smartphones-samsung-vulnerables/125432/>

<https://citron.co.il/33878/>

<https://siecledigital.fr/2022/01/24/informatique-quantique-avenir/>

<https://www.futura-sciences.com/scienc/definitions/physique-ordinateur-quantique-4348/>

<https://fr.answersexpress.com/basic-analysis-quantum-processors-components-90997>

<https://www.lebigdata.fr/chine-ordinateur-quantique-google>

<http://www.astrosurf.com/luxorion/ordinateur-quantique2.htm>

<https://www.inria.fr/fr/domaines-informatique-quantique>

<https://www.lalibre.be/economie/conjoncture/2022/02/08/sans-taiwan-presque-toutes-les-usines-du-monde-sarreteraient-en-trois-semaines-7BZPPB4HWVDEZJKLD5TAUYJOE4/>

Applicatifs :

Les domaines d'usage et de recherche de l'Ordinateur quantique:

<https://quantum-computing.ibm.com/composer/files/new>

<https://www.inria.fr/fr/domaines-informatique-quantique>

Quelques vidéos :

Illustration:

<https://www.youtube.com/watch?v=ArE1JpP7QGg>

Talk :

<https://www.youtube.com/watch?v=Bp7uZPU8wC4&t=621s>

Reportage

[:https://www.youtube.com/watch?v=Bp7uZPU8wC4&t=621s](https://www.youtube.com/watch?v=Bp7uZPU8wC4&t=621s)