



Mémoire présenté au Comité permanent de l'industrie, des sciences et de la technologie dans le cadre de son étude de l'informatique quantique

Allison Schwartz

Vice-présidente, Relations gouvernementales internationales et affaires publiques

1^{er} avril 2022

Merci de me donner l'occasion de comparaître devant le Comité.

Le contexte est le suivant : D-Wave est un chef de file de la mise en œuvre et de la fourniture de systèmes, de logiciels et de services informatiques quantiques, et le premier fournisseur commercial d'ordinateurs quantiques au monde. D-Wave, dont le siège social et le centre d'excellence en ingénierie quantique sont situés près de Vancouver, est fermement résolue à préserver le leadership mondial du Canada en informatique quantique.

La technologie émergente qu'est l'informatique quantique représente une industrie importante, et à cet égard, l'écosystème canadien est impressionnant. Nous sommes heureux de l'attention que cette technologie reçoit de la part du gouvernement du Canada et nous réjouissons à l'idée de soutenir les travaux du Comité alors qu'il examine comment encadrer les activités et les programmes de la Stratégie quantique nationale de manière à ce qu'ils stimulent et protègent au mieux l'innovation canadienne.

D-Wave est un fournisseur complet dans le domaine, ce qui signifie que notre technologie, nos produits et nos services comprennent du matériel, du logiciel, une plateforme infonuagique, des services professionnels, des outils de développeurs, et plus encore. D-Wave est la seule entreprise à fabriquer des ordinateurs à recuit quantique et des ordinateurs de modèle de porte quantique, et à ce titre, le caractère « agnostique » de notre approche permet d'obtenir une vision globale de l'industrie.

Recommandation 1 : Inclusivité des disciplines

D-Wave intègre les nouvelles découvertes de la physique, du génie, de la fabrication et de l'informatique dans des produits révolutionnaires qui permettent à l'informatique quantique de contribuer à résoudre certains des défis les plus complexes au monde. L'informatique quantique est intrinsèquement liée à une variété de disciplines et touche à de nombreuses technologies différentes. Cette exigence de profondeur et d'étendue guide notre première recommandation : l'inclusivité. L'inclusivité des disciplines et de l'accès, de même que l'intégration à différentes technologies.

Nous recommandons que la participation du milieu canadien de la recherche à l'informatique quantique soit [multidisciplinaire](#), qu'elle aille au-delà de la physique. L'écosystème quantique a besoin d'une main-d'œuvre dont les compétences variées couvrent aussi bien le génie, la cryogénie et la création de logiciels que la stratégie opérationnelle. On oublie souvent que pour réussir, les utilisateurs doivent mettre à profit leurs compétences existantes en science des données, en science des matériaux, en optimisation, en informatique, voire en physique, pour s'assurer que la valeur commerciale de l'informatique quantique est débloquée. Le Canada devrait soutenir les vastes initiatives fondées sur des politiques inclusives, qui intègrent l'expertise en physique, en génie, en informatique, en mathématiques, en développement d'algorithmes, et bien d'autres.

Les initiatives fondées sur des politiques inclusives exigent que les programmes fédéraux visent au-delà de l'élaboration de programmes d'études généraux et de l'engagement théorique. Le Canada doit en profiter pour mettre l'accent sur l'accès quantique en plus de l'inclusion. L'accès à la technologie de l'informatique quantique dans le nuage est un outil clé supplémentaire pour promouvoir une utilisation diversifiée de la technologie.

Recommandation 2 : Accès à l'informatique quantique et formation de l'utilisateur

Il faudrait créer un programme fédéral pour faciliter l'accès de l'utilisateur à l'informatique quantique en infonuagique. Une idée similaire est actuellement à l'étude aux États-Unis. Le Congrès américain

travaille à la création d'un [programme d'accès utilisateur à l'informatique quantique](#). Le programme s'appelle QUEST et il vise à élargir l'accès au matériel quantique grâce à un programme financé par le gouvernement. Le programme QUEST est axé sur l'amélioration de la recherche quantique, la formation des futurs travailleurs dans ce domaine de l'informatique quantique et sur l'accélération de l'avancement des capacités en matière d'informatique quantique. Le Canada devrait envisager la mise en œuvre d'un programme similaire, et nous allons même plus loin en y intégrant un programme national de formation en informatique quantique qui serait offert dans le cadre d'un programme d'accès utilisateur. Cela pourrait servir de point d'ancrage au développement des talents de la main-d'œuvre quantique à l'échelle mondiale. Ce type de programme inciterait les entreprises canadiennes spécialisées en informatique quantique, comme D-Wave et d'autres, à offrir une formation pour leurs technologies individuelles, ce qui permettrait la mise à niveau et le perfectionnement des compétences d'une main-d'œuvre prête pour l'informatique quantique. Le programme pourrait être ouvert aux étudiants, chercheurs, fonctionnaires, ainsi qu'à l'industrie, en vue d'accélérer la maîtrise de l'informatique quantique. Un programme de formation pourrait facilement être mis sur pied en peu de temps, en 2022, sous forme de projet pilote et par l'entremise d'organisations existantes qui connaissent l'informatique quantique, comme la Supergrappe des technologies numériques, le Quantum Algorithm Institute (QAI) et le Creative Destruction Lab (CDL). Toutes ces organisations ont un sens aigu de l'informatique quantique et elles ont des relations existantes avec l'industrie, les gouvernements, les utilisateurs finaux et les universités.

Recommandation 3 : Soutenir les technologies hybrides

Le gouvernement doit également offrir son soutien aux technologies hybrides. Ce point a été souligné dans le récent rapport d'une consultation publique sur l'informatique quantique publié par le ministre Champagne. Le rapport indique que « les participants à la table ronde et à l'enquête ont exprimé la nécessité de rapprocher l'informatique classique et l'informatique quantique au moyen d'une technologie hybride, tandis que la société effectue la transition vers l'informatique quantique¹. » Le soutien des technologies quantiques hybrides a également été mis en évidence dans la réponse de TechUK à l'appel aux éléments de preuve pour une stratégie quantique au Royaume-Uni. TechUK mentionne que « les systèmes quantiques pouvant être fabriqués commercialement à court et à moyen terme selon un modèle de calcul à haute performance (CHP) offriront un accès précoce à l'informatique quantique et facilitera l'adoption et l'application des activités de R et D par l'industrie². »

L'informatique quantique est intégrée à diverses autres technologies. Par exemple, les solveurs hybrides des services de nuage quantique Leap™ de D-Wave combinent le meilleur des technologies d'informatique classique et quantique et aident les entreprises et les gouvernements à créer des applications hybrides quantiques pour résoudre leurs problèmes actuels. L'informatique classique fera sans doute toujours partie de la solution à de nombreux problèmes, mais les ordinateurs quantiques sont souvent mieux adaptés pour résoudre les parties les plus complexes de ces problèmes. Le gouvernement devrait concevoir l'informatique quantique d'une manière globale et tenir compte du fait que la technologie de l'informatique quantique sera vraisemblablement intégrée dans une variété d'autres technologies, notamment par l'entremise de plateformes infonuagiques et de centres de données intégrées tous deux dotés de systèmes de calcul à haute performance et de systèmes superinformatiques combinés à des ordinateurs quantiques. Un exemple de projet serait de construire un centre de données national de données de calcul à haute performance intégré à l'informatique quantique. Cet environnement complet, qui permet d'accéder aux ressources de manière intégrée, sera

¹ https://www.ic.gc.ca/eic/site/154.nsf/fra/h_00002.html.

² <https://www.techuk.org/resource/techuk-s-response-to-the-quantum-strategy-call-for-evidence.html>.

essentiel à la création à court terme d'applications hybrides quantiques et à la garantie du maintien de l'accès national aux systèmes, et créera, en même temps, une filière pour le développement des talents.

Recommandation 4 : Développement à court terme d'applications par l'entremise d'un programme national de bacs à sable pour l'informatique quantique

Il existe depuis quelque temps un réel besoin d'éducation à grande échelle pour mettre en avant les capacités des systèmes quantiques actuels. En tant que chef de file de cette industrie, D-Wave a pour mission de libérer la puissance de l'informatique quantique au profit des entreprises et de la société, et ce, dès maintenant. Pour ce faire, nous offrons une valeur ajoutée à nos clients grâce à des applications quantiques pratiques permettant de régler des problèmes dans des domaines aussi divers que la logistique, l'intelligence artificielle, la science des matériaux, la découverte de médicaments, l'ordonnancement, la cybersécurité, la détection de défauts et la modélisation financière pour des entreprises comme Volkswagen, Lockheed Martin et même Save-On-Foods, ici même au Canada, pour l'optimisation de l'épicerie. En septembre 2020, nous avons lancé sur le marché notre système quantique de prochaine génération appelé Advantage™, par l'entremise de Leap, notre service quantique infonuagique. Ce service donne accès à l'ordinateur quantique d'une capacité de plus de 5 000 qubits et d'une connectivité qubit 15 voies, ainsi qu'à un service de solveur hybride étendu, capable d'exécuter des problèmes avec jusqu'à un million de variables. La puissance informatique et l'échelle d'Advantage combinées au service de solveur hybride Leap donnent aux entreprises et aux gouvernements la capacité d'exécuter des applications quantiques en production et de s'attaquer à des problèmes complexes et réels. Or, malgré tout cela, la première question que nous entendons souvent est « que peut faire la technologie aujourd'hui? »

D-Wave consulte constamment les gouvernements et les entreprises sur les applications qui peuvent être développées à l'aide de la technologie d'aujourd'hui. Nos ordinateurs de recuit quantiques sont les mieux adaptés pour résoudre des problèmes d'optimisation, tandis que les systèmes à modèle de porte sont conçus pour résoudre des problèmes de chimie quantique et de conception de matériaux. Nous ne sommes qu'une voix qui tente de mettre en avant l'art du possible avec la technologie de l'informatique quantique d'aujourd'hui. Un programme gouvernemental dédié qui appuie le développement rapide d'applications quantiques et hybrides serait non seulement un solide outil de formation, mais aussi un programme nécessaire pour mettre dès aujourd'hui en valeur l'innovation canadienne dans l'utilisation de la technologie et accélérer ainsi l'innovation, l'adoption et la commercialisation.

La création d'un bac à sable quantique pour développer la validation de principes et mettre à l'essai des applications quantiques à court terme représenterait une façon unique de faire connaître les cas d'utilisation de la technologie actuelle. Un bac à sable peut servir de programme de laboratoire vivant, exécuté dans le cadre d'un partenariat public-privé. Il permettrait de développer et de déployer des applications quantiques et hybrides à court terme à des fins diverses et dans un court laps de temps. Le gouvernement peut utiliser la technologie émergente d'un bac à sable quantique pour se concentrer sur les cas d'utilisation dans le secteur public. Par exemple, en posant des défis sur une variété de priorités urgentes du secteur public, comme la réduction du CO2 ou d'autres efforts de durabilité, l'intervention et le suivi en cas d'urgence ou de pandémie, et la gestion du transport et de la logistique. Des applications quantiques et hybrides peuvent être développées pour aborder ces besoins clés du secteur public. Des gouvernements d'ailleurs envisagent le développement d'applications à court terme et d'un bac à sable. Le National Security Telecommunications Advisory Committee (NSTAC) du président des États-Unis a recommandé un bac à sable pour la résilience des communications. [L'armée australienne](#) étudie des applications quantiques pour optimiser le réapprovisionnement en

véhicules autonomes, et le gouvernement australien étudie des applications quantiques pour optimiser son système de transport. Au Japon, une application pilote a permis d'[optimiser le ramassage des déchets tout en réduisant les émissions de CO2](#) de près de 60 %. En 2021, l'[Information Technology and Innovation Foundation](#) a publié un rapport mettant en évidence les applications quantiques à court terme et a présenté de nombreux cas d'utilisation dans diverses industries ailleurs dans le monde.

Un programme de bac à sable quantique dédié à l'élaboration de la validation de principes serait un outil utile non seulement pour éduquer sur les capacités de la technologie actuelle, mais aussi, pour fournir, avec chaque application développée, une boucle de rétroaction pour les futures innovations. Comme nous avons pu l'entendre lors des discussions de la table ronde d'ISED, il y a une « nécessité d'entretenir un écosystème quantique au Canada et [d']intensifier l'activité commerciale quantique³ », et un bac à sable quantique répondrait directement à cette recommandation. Un tel programme pourrait être exécuté par l'entremise d'organisations existantes, comme la Supergrappe des technologies numériques, le Quantum Algorithm Institute (QAI) et le Creative Destruction Lab (CDL).

En conclusion, il est nécessaire d'agir rapidement sur plusieurs fronts, en étant axés sur l'action, la recherche, le talent et la commercialisation. Au Canada, les efforts fédéraux devraient inclure toutes les technologies, intégrer de nombreuses disciplines, soutenir l'accès aux systèmes informatiques et à la formation en ligne afin d'éliminer les obstacles à l'accès et à la compréhension de la technologie, et créer un bac à sable quantique axé sur le développement et le déploiement d'applications à court terme. Tous ces efforts devraient s'ajouter à la promotion continue des avancées à plus long terme de la R et D en matière d'informatique quantique.

Je vous suis reconnaissant du temps que vous m'accordez aujourd'hui et je me réjouis à l'idée de contribuer à vos efforts. Votre étude peut être un outil important pour mettre en valeur, préserver et promouvoir l'innovation quantique canadienne et maintenir la position de leader mondial qu'est celle du Canada dans l'écosystème quantique.

Merci.

³ https://www.ic.gc.ca/eic/site/154.nsf/fra/h_00002.html