

Informatique quantique : quels leviers pour la France ?

Quelle forme que vienne à prendre l'[informatique quantique](#), qui la maîtrisera ?

Le Cigref exprime ses inquiétudes en la matière. Ne serait-ce que vu la capacité de cette technologie à mettre en danger la sécurité des communications et du stockage de l'information.

L'association de grandes entreprises et d'administrations publiques françaises évoque un enjeu de souveraineté. Elle l'aborde dans un [rapport](#) qui met en lumière d'autres défis, en particulier d'ordre technologique.

Sur ce volet est notamment abordée la notion d'« avantage quantique ».

Une accélération se produira, affirme le Cigref, quand une technologie engendra sans erreur un nombre suffisant de qubits stables et qu'un algorithme pourra les exploiter de manière complète et répétitive dans des contextes différents.

La communauté scientifique s'accorde sur une échéance de 5 ans pour démontrer cet « avantage quantique » à travers lequel une technologie sortira du lot.

Les algorithmes que le rapport met en avant se destinent à quatre usages principaux :

- La recherche d'informations
- Les mathématiques et la cryptologie (algorithmes fondés sur les transformées de Fourier quantiques)
- L'entraînement de réseaux de neurones, l'optimisation de processus, la recherche de chemins optimaux dans des réseaux, etc. (algorithmes liés aux systèmes complexes)
- La simulation de systèmes physiques quantiques

Start-up nation

En France, le rapport Fortaleza présenté en janvier propose, entre autres :

- De développer trois pôles d'excellence (Paris, Saclay, Grenoble)
- De créer des parcours de formation avec une spécialisation quantique
- D'investir 1,4 milliard d'euros sur 5 ans dans la filière
- De créer une cinquantaine de start-up à l'horizon 2024

À l'échelle européenne, plusieurs États membres et agences de financement nationales se sont engagés à soutenir la recherche en investissant 1 milliard d'euros sur 10 ans dans le cadre du programme Quantum Technology.

Aux États-Unis, le National Quantum Initiative Act établit un budget de 1,2 milliard de dollars pour la recherche. L'un des objectifs est de faire adopter – d'ici à 2024 – des algorithmes post-quantiques à toutes l'administration U.S., dans une logique de protection des dispositifs électroniques et informatiques.

En Russie, l'informatique quantique bénéficie d'une enveloppe de l'ordre d'un milliard d'euros. Elle s'inscrit dans un programme de développement de l'économie numérique de 25 milliards d'euros.

Des atomes à l'IA

Au-delà des enjeux stratégiques, le Cigref cerne des enjeux business :

- Optimisation
Daimler et Volkswagen sont cités en exemple. Les deux groupes automobiles exploitent l'informatique quantique pour optimiser les itinéraires de livraison des véhicules et les pièces dans les usines. Mais aussi développer de meilleures batteries grâce à la simulation des structures et des réactions chimiques.
Mentions également pour Lockheed Martin (trafic aérien) et JPMorgan (trading).
- Modélisation des structures moléculaires
Illustration avec Accenture Labs, associé à Biogen sur la découverte de médicaments.
- Communications
Le canton de Genève avait mené, dès 2007, une expérimentation avec l'Université de Genève sur la liaison entre des lieux de dépouillement et un centre de données.
L'an dernier, Orange a accompagné le lancement d'une initiative entre l'Institut de physique de Nice et le centre Inria Sophia Antipolis
- *Machine learning*
Témoin l'initiative TCQI (Teratec Quantum Computing Initiative), lancée en 2018 avec le concours d'ATOS, de Dassault Aviation, d'EDF, de Total, du CEA et du CERFACS.

Formation : régler la mire

Les acteurs publics impliqués en France se situent essentiellement dans quatre régions :

- Île-de-France (Inria, pôle quantique Paris-Saclay...)
- Occitanie (une dizaine de laboratoires de Montpellier et de Toulouse qui travaillent avec le CNRS)
- Provence-Alpes-Côte-d'Azur (l'Institut de physique de Nice avec le CNRS)
- Auvergne-Rhône-Alpes (CEA et CNRS, à travers des laboratoires comme le LETI, l'IRIG et l'Institut Néel)

Au niveau des établissements d'enseignement supérieur, c'est une autre paire de manches. La plupart n'ont pas intégré les technologies quantiques dans leurs formations, regrette le Cigref. Non sans mentionner quelques exceptions :

- L'Université Côte d'Azur, première en France à expérimenter un réseau quantique
- L'université de Montpellier, associée à IBM sur des modules de formation
- ISAE-Sup Aero, qui propose une formation en ingénierie quantique et miniaturisation ultime
- L'université Paris-Saclay, avec ses masters et doctorats en physique quantique

Photo d'illustration (processeur 16 qubits) © IBM Research via Visualhunt.com / CC BY-ND