

## ENTRETIEN

## Réaliser le bon benchmark pour évaluer les performances du calcul quantique

Lancé en mai 2023, le Benchmark applicatif des calculateurs quantiques (Bacq) est une initiative destinée à orienter les industriels vers des études de marché sur l'utilisation du calcul quantique et les bénéfices qu'ils peuvent en tirer. Explications avec Emmanuelle Vergnaud, directrice des opérations chez Teratec, et Félicien Schopfer, directeur du programme Technologies quantiques au sein du LNE, l'un des acteurs de Bacq.



**Emmanuelle Vergnaud**

Directrice des opérations chez  
Teratec



**Félicien Schopfer**

Directeur du programme  
Technologies quantiques au LNE

**A**vant d'entrer dans le vif du sujet et ce projet, à quelles problématiques sont confrontés les industriels en matière de technologie quantique (accès à la technologie, connaissance de ses potentiels applicatifs, connaissance de leurs propres besoins en la matière etc.) ?

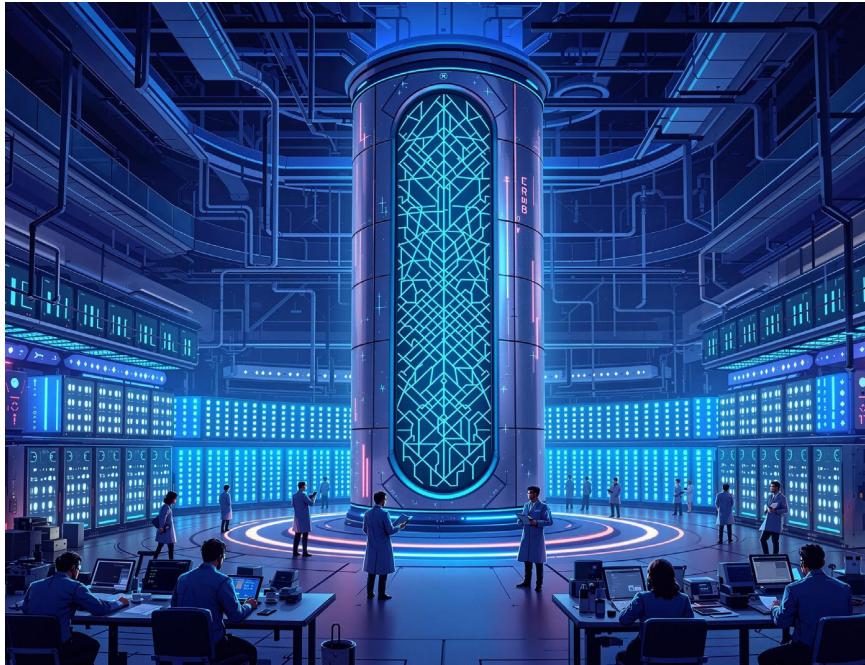
Les entreprises qui utilisent du calcul intensif pour de la simulation, de la modélisation, de l'optimisation ou de la conception de nouvelles molécules par exemple sont confrontées actuellement à la question de savoir ce que pourra leur apporter à moyen ou à long terme l'utilisation du calcul quantique. Y aura-t-il un avantage quantique computationnel qui permettra de calculer plus vite ou de traiter des problèmes plus complexes qu'avec un calculateur classique ? Voire la possibilité, à terme, de permettre de réaliser des calculs entièrement inaccessibles aux calculateurs classiques ? Y aura-t-il un avantage énergétique comme certains le prétendent sans forcément prendre en compte les besoins en énergie des infrastructures indispensables, comme la cryogénie nécessaire à la stabilité de certains qubits utilisées.

Dans un contexte de surenchère des annonces des performances qui va jusqu'à décrédibiliser ces techno-

logies et en y ajoutant l'émergence d'autres technologies comme l'IA ou les réseaux de tenseurs, on peut imaginer la difficulté de équipes dirigeantes à trancher parmi ces questions qui sont aussi variées que le profil des équipes à former ou à embaucher (physicien, mathématicien, informaticien), l'identification de cas d'usage porteur de ROI, dans quelles technologies investir parmi toutes celles qui fleurissent actuellement...

À Teratec, dans le cadre de la TQCI (Teratec Quantum Computing Initiative) – créée dès 2018 avec certains de nos membres grands utilisateurs de calcul intensif – nous nous sommes emparés de ces questions afin de défricher ensemble le sujet et essayer de comprendre l'avantage qui pourrait être tiré. Dans ce cadre, nous animons l'écosystème en organisant des séminaires, en aidant les utilisateurs et les fournisseurs de technologies hardware et software à co-construire des projets de type POC, et en participant à différents projets régionaux, nationaux ou européens.

Convaincus de l'importance de benchmarker les différents ordinateurs quantiques et de le faire en partant du point de vue de l'utilisation qui en sera faite, nous participons avec le LNE, Thales, le CEA, le CNRS et Eviden au projet Bacq (Benchmark applicatif des calculateurs quantiques) dans l'objectif de développer un instrument de mesure fiable, objectif et pérenne de la performance des calculateurs quantiques sur le plan des applications, à les exploiter et à les promouvoir à l'international.



## Que peut apporter le calcul quantique aux entreprises ? À quels niveaux peut-il intervenir et se montrer pertinent ?

Concernant le calcul quantique, il existe une grande variété de plateformes HW et de modalités impliquant de nombreuses annonces de performance par les fournisseurs de HW (suprématie, avantage, utilités...) mais aussi de nombreuses promesses concernant les applications et le marché. Il existe un besoin de benchmarks pour comparer les performances des calculateurs quantiques et pour évaluer les progrès vers l'utilités ; et en toute objectivité, transparence et sur une même base. Ces benchmarks bénéficieront à tout l'écosystème, des fournisseurs aux utilisateurs en passant par les décodeurs politiques, les investisseurs etc.

## Dans quel cadre et quel contexte s'inscrit ce projet ? Quelle en est son origine ?

Bacq est un projet issu du programme MetriQs-France, de la Stratégie nationale quantique, laquelle porte sur les référentiels de mesure, l'évaluation et la normalisation des technologies quantiques. Les benchmarks applicatifs traités dans Bacq reposent sur la résolution de problèmes propres à soutenir le développement des usages. Ils sont également relativement indépendants de la technologie et permettent plus facilement de comparer les technologies, à l'inverse des benchmarks fondés sur la caractérisation des propriétés physiques du HW, lesquelles demeurent – par essence – très dépendantes du HW.

## Quand le projet Bacq a-t-il vu le jour et en quoi consistent ses objectifs ?

Un certain nombre d'initiatives existent pour benchmarker les performances des calculateurs quantiques. Les métriques utilisées dans ces démarches sont très techniques et nécessitent, pour l'utilisateur, d'être familier avec la technologie. Elles ne permettent pas d'accompagner un industriel dans le choix d'une machine convenant à ses cas d'usage. Le défi vient de la diversité des plateformes matérielles, de leurs spécificités en termes de caractéristiques physiques et d'applications, de leur maturité et de l'évolution rapide potentielle des technologies...

Afin de produire des indicateurs opérationnels de haut niveau permettant de noter les performances des ordinateurs quantiques, le projet va agréger des métriques calculatoires et énergétiques, relatives à la résolution de problèmes concrets issus de quatre domaines d'application : optimisation, résolution de systèmes linéaires, simulation de physique et factorisation. L'originalité du projet vient de l'utilisation de Myriad, un outil et une méthodologie apportés par Thales permettant d'agrérer les différentes métriques au plus près du besoin d'analyse de l'industriel. Avec l'objectif d'une adhésion aussi large que possible, Bacq a l'ambition de fournir – à terme en accès libre – un jeu de benchmarks à implémenter sur tout type de calculateurs quantiques.

## Quelle est l'implication de chacun des acteurs du projet ?

Le Laboratoire national d'essais (LNE) joue un rôle majeur dans le projet. Celui-ci assure la coordination avec les autres projets mis en place dans le programme MetriQs et plus généralement dans la Stratégie nationale quantique. L'établissement assure également la valorisation des résultats en normalisation. Le laboratoire joue également le rôle de tiers de confiance indépendant et reste garant de l'objectivité du benchmarking.

#### THE FOUR AREAS OF APPLICATION CHOSEN BY BACQ

**Simulation of Quantum Physics**  
(Quantum phase transition:  
Ising model in transverse field,  
2D Hubbard model)

**Optimization**  
(including Q-Score/MAXCUT)

**Linear Systems Solving**

**Prime factorization**  
(Hamiltonian version)

**KEY FIGURES**

<b>3</b> <b>YEAR PROJECT</b> (Sept. 2023 - August 2026) + FastTrack action (from Feb. 2023)	<b>6</b> <b>PARTNERS</b> 	<b>3,9</b> <b>M€ BUDGET</b> Including 2,5 M€ funding from 	<b>7,2</b> <b>FTE/YEAR</b>
---	--	---	-------------------------------

Avec Teratec, les acteurs du projet ont pour mission d'assurer la relation avec, d'un côté, les industriels fournisseurs et utilisateurs des technologies quantiques. De l'autre, les acteurs mènent des initiatives européennes et internationales afin de garantir le bon positionnement du projet dans un contexte scientifique et international très dynamique. Dans ce cadre, nous organisons chaque année avec les partenaires du projet un séminaire TQCI chargé annuellement de dresser un panorama des initiatives internationales dans le domaine du benchmarking.

Thales coordonne quant à lui le projet Bacq et participe à l'agrégation des critères de benchmark dans l'outil de décision multicritère Myriad en capturant les préférences faisant consensus et en fournissant une notation globale explicable et interprétable.

Enfin, avec Thales, le CEA, Eviden et le CNRS participent aux développement des critères techniques liés aux problèmes applicatifs choisis par le projet sur machine analogique et sur machine à portes. Ils s'atteleront ensuite à coder et à mettre au point sur les machines quantiques les protocoles de tests préalablement définis.

Les différents accès aux machines sont fournis par le projet HQI (Hybrid Quantum Initiative). Ce projet coordonné par le CEA et Genci entre dans le cadre de France 2030. Il met notamment en place une plateforme nationale de calcul quantique hybride (couplant supercalculateurs et accélérateurs quantiques) dont le premier est une machine Pasql installée à Bruyères-le-Châtel au sein du Très grand centre de calcul du CEA.

## Quels messages pouvez-vous exprimer afin de convaincre les entreprises industrielles de se lancer dans le quantique et rejoindre ce projet ? Et à qui s'adresser ?

De nombreuses initiatives permettent de commencer à explorer les possibilités offertes par le calcul quantique, d'ouvrir des accès financés aux premières machines, des hackathons et des POC permettant de tester des cas d'usages et leur portabilité ou encore d'organiser des écoles d'été... Parmi elles, sur le site de Teratec, les industriels intéressés pourront y retrouver tous les séminaires prévus ainsi que les présentations de plusieurs projets. ●

## **Propos recueillis par Olivier Guillon**