

Atos annonce Q-score, la seule métrique universelle capable de mesurer la performance et la supériorité quantiques

Paris, France, 4 décembre 2020 – Atos dévoile aujourd’hui « **Q-score** », la première unité de mesure de performance quantique universelle, applicable à tous les processeurs quantiques programmables. Atos Q-score mesure la capacité d’un système quantique à résoudre efficacement des problèmes réels, ceux qui ne peuvent être résolus par des ordinateurs classiques, plutôt que de mesurer simplement sa performance théorique.

Q-score marque une nouvelle étape dans l’engagement d’Atos en matière d’informatique quantique, avec une approche centrée sur la réalisation rapide de bénéfices concrets. Au cours des cinq dernières années, Atos est devenu un pionnier dans le domaine des applications quantiques en s’impliquant dans des projets publics et en collaborant avec de nombreux acteurs académiques et industriels. Le groupe collabore également avec de grandes entreprises industrielles pour développer les cas d’usage qui, demain, bénéficieront de la supériorité quantique.

« Les organisations qui cherchent à investir et se préparer à l’arrivée de l’informatique quantique sont confrontées à l’émergence d’une myriade de technologies et d’approches de programmation différentes. Elles ont besoin d’une unité de mesure sur laquelle s’appuyer afin de les aider à faire les bons choix. Q-score correspond parfaitement à cette demande ; il s’agit d’une unité de mesure de performance fiable, objective et juste car agnostique vis-à-vis du matériel, » explique **Elie Girard, Directeur Général, Atos**. *« Depuis le lancement en 2016 d’Atos Quantum, le premier programme industriel d’informatique quantique en Europe, notre objectif est resté inchangé : contribuer au développement des applications industrielles et de recherche, et contribuer à tracer le chemin de la supériorité quantique. »*

Que mesure Q-score ?

Actuellement, le nombre de qubits (unités quantiques) est le critère de performance le plus utilisé pour mesurer la performance d’un système quantique. Cependant, les qubits sont volatiles et de caractéristiques très différentes (vitesse, stabilité, connectivité, etc.) d’une technologie quantique à une autre (supraconducteurs, ions piégés, silicium, photonique, etc.) rendant la comparaison de leurs performances imparfaite. En se concentrant sur la capacité à résoudre des problèmes d’optimisation combinatoire, bien connus des spécialistes, Q-score d’Atos fournira aux centres de recherche, universités, entreprises et leaders technologiques des résultats clairs, fiables, objectifs et comparables sur la capacité d’un système quantique à résoudre de vrais problèmes d’optimisation.

Q-score mesure les performances réelles des processeurs quantiques lors de la résolution de problèmes d’optimisation, représentatifs de la future ère NISQ (*Noisy Intermediate Scale Quantum* ou quantique d’échelle intermédiaire bruitée). Afin de fournir un référentiel de performance et maintenir l’uniformité des résultats, Q-score s’appuie sur un problème d’optimisation combinatoire standard, le même pour toutes les évaluations (le [problème Max-Cut](#), similaire au célèbre TSP – problème du voyageur de commerce – voir ci-dessous). Le score est calculé sur la base du nombre maximum de variables qu’une technologie quantique peut optimiser (ex : 23 variables = 23 Q-score ou Qs).

Atos organisera la publication d'une liste annuelle des processeurs quantiques les plus puissants au monde selon Q-score. Prévu pour 2021, le premier rapport comprendra des évaluations réelles réalisées par les fabricants.

Basé sur un logiciel en accès libre, Q-score repose sur 3 piliers :

- **Centré sur les applications** : Q-score est la seule métrique basée sur des mesures et algorithmes disponibles à court terme, permettant d'évaluer la capacité d'un système quantique à résoudre des problèmes opérationnels concrets ;
- **Ouverture et facilité d'utilisation** : universel et gratuit, Q-score bénéficie de l'approche neutre d'Atos en matière de technologies quantiques. Son logiciel, y compris les outils et la méthodologie, ne nécessite pas de moyens de calcul importants pour réaliser les mesures ;
- **Objectivité et fiabilité** : Atos combine une approche agnostique sur les plans matériel et technologique avec une forte expertise en matière de conception et d'optimisation algorithmiques, acquise en travaillant avec de grands clients industriels et des leaders technologiques dans le domaine quantique. La méthodologie utilisée pour créer Q-score sera publique et auditable.

Un kit logiciel gratuit, permettant d'exécuter Q-score sur n'importe quel processeur, sera disponible au premier trimestre 2021. Atos invite tous les fabricants de processeurs quantiques à utiliser Q-score sur leurs technologies et à publier leurs résultats.

Grâce aux capacités avancées de simulation numérique de qubits de l'[Atos Quantum Learning Machine](#) (Atos QLM), son puissant simulateur quantique, Atos est en mesure de calculer des estimations de Q-score pour plusieurs plateformes. Ces estimations tiennent compte des caractéristiques publiquement partagées par les fabricants. Les résultats varient autour d'un Q-score de 15 Qs. Se basant sur des progrès continus dans ce domaine, Atos estime que les performances réelles des processeurs quantiques pourraient doubler entre 2019 et 2021, passant de 10 Qs à plus de 20 Qs.

Q-score a été examiné par le Conseil scientifique du programme Atos Quantum, composé d'experts internationaux, de mathématiciens et de physiciens faisant autorité dans leur domaine, qui s'est réuni le 4 décembre 2020.

Comprendre Q-score à l'aide du problème du voyageur de commerce (*Travelling Salesman Problem - TSP*)

Actuellement, l'application la plus prometteuse de l'informatique quantique est la résolution de grands problèmes d'optimisation combinatoire. Deux exemples parmi les plus fameux sont le problème TSP et le tout aussi important Max-Cut.

Énoncé : un voyageur doit se rendre dans N nombre de villes et finir en revenant à son point de départ. Les distances entre toutes les villes sont connues et chaque ville ne doit être visitée qu'une seule fois. Quel est l'itinéraire le plus court possible pour revenir à la ville départ en ne visitant chaque ville qu'une seule fois ?

Simple en apparence, ce problème devient assez complexe lorsqu'il s'agit de donner une réponse définitive et parfaite en tenant compte d'un nombre N croissant de variables (villes). Max-Cut est un problème plus générique avec un large éventail d'applications, par exemple dans l'optimisation des circuits électroniques ou du positionnement des antennes 5G.

Q-score évalue la capacité d'un processeur quantique à résoudre ces problèmes combinatoires.

Q-score, performance quantique & supériorité quantique

Les ordinateurs haute performance (HPC) qui seront les plus puissants au monde à court terme (dits "exascale") atteindraient un Q-score proche de 60. En comparaison, les meilleurs processeurs quantiques (QPU) actuels enregistrent des performances proches de 15 Qs selon les données publiques disponibles. Au regard des progrès récents, Atos estime que les performances quantiques pourraient dépasser 20 Qs dès l'an prochain.

Q-score peut être appliqué aux QPU de plus de 200 qubits. Il restera donc la métrique parfaite pour identifier et mesurer la supériorité quantique, qui sera atteinte lorsque les technologies quantiques seront en mesure de résoudre un problème d'optimisation inaccessible aux technologies classiques au même moment.

Tenant compte de ces éléments, **Atos estime que la supériorité quantique, dans le contexte des problèmes d'optimisation, sera atteinte au-delà de 60 Qs.**

Atos s'engage à faire progresser les applications quantiques

2020 marque une étape importante dans la course mondiale à l'informatique quantique, avec l'identification des premiers problèmes ou applications réels, inaccessibles aux ordinateurs classiques mais qui pourraient être résolus à l'ère quantique. Comme pour toute technologie de rupture, imaginer les applications qui y sont liées (ainsi que les limites éthiques nécessaires) est une étape majeure vers la conviction, l'adoption et finalement le succès. C'est exactement là qu'Atos a un rôle à jouer.

Fort de son offre Atos QLM et de son expertise unique dans le développement d'algorithmes, Atos coordonne le projet européen [NEASQC - NExt ApplicationS of Quantum Computing](#), l'un des projets les plus ambitieux visant à stimuler le développement d'applications quantiques à court terme capables de démontrer la supériorité quantique. NEASQC réunit des universitaires et des industriels motivés par l'accélération quantique de leurs applications commerciales. Ces applications seront encore davantage soutenues par la sortie en 2023 du premier accélérateur NISQ d'Atos, intégrant des qubits dans une architecture HPC.

Voici quelques exemples d'applications développées par des partenaires industriels du projet NEASQC qui pourraient être accélérées par l'informatique quantique :

- **Capture du dioxyde de carbone avec Total** : étudier la capture du CO2 pour donner aux chercheurs des informations sur les interactions entre les molécules afin de comprendre, simuler et optimiser l'adsorption (capture du carbone) ;
- **La recharge intelligente avec EDF** : optimiser la charge des voitures électriques sur les stations de recharge rapide, pour éviter les files d'attente, gagner du temps et réduire les coûts pour les propriétaires d'importantes flottes de véhicules ;
- **Monte-Carlo quantique avec HSBC** : mise au point d'algorithmes efficaces qui pourraient remplacer ou redéfinir les méthodes de Monte-Carlo en finance pour les ordinateurs quantiques NISQ, augmentant ainsi considérablement l'efficacité des modèles de tarification des produits dérivés ou de gestion des risques ;
- **Système quantique à base de règles avec le CESGA** : mise au point d'un système quantique à base de règles qui résout un problème spécifique comportant un grand nombre de données et de règles, afin de diagnostiquer et de traiter un type spécifique de cancer du sein connu sous le nom de carcinome canalaire infiltrant.

Bob Sorensen, Vice-Président senior de la recherche, Analyste Principal en informatique quantique chez Hyperion Research, LLC, commente :
« S'appuyant sur son expertise reconnue en matière de supercalculateurs, Atos travaille à fournir aux utilisateurs d'informatique quantique un avantage rapide et tangible, sur diverses applications, en s'appuyant sur son programme de R&D Atos Quantum. Son but est ainsi de fournir des résultats à court terme grâce à une approche hybride de supercalcul quantique. Le lancement d'une innovation comme

Q-score marque une étape cruciale et offre à la communauté de l'informatique quantique un moyen de mieux mesurer les progrès réalisés en se concentrant sur des cas d'usage réels. »

Le vendredi 4 décembre 2020, Atos organise une conférence de presse virtuelle à 12h (en anglais), présidée par Elie Girard, Directeur Général d'Atos, et Cyril Allouche, Directeur du programme de R&D Atos Quantum. Ils présenteront Q-score et répondront aux questions de la presse. Des membres du Conseil scientifique d'Atos Quantum seront présents. Après la conférence, une retransmission de la session sera disponible sur le web. Les journalistes peuvent s'inscrire à l'adresse suivante : https://quantum-press-conference-atos.aio-events.com/105/participation_form

Les membres du Conseil scientifique d'Atos Quantum sont :

- Alain Aspect, Professeur à l'Institut d'Optique et à l'École Polytechnique ;
- David DiVincenzo, Professeur à l'Université Alexander von Humboldt et Directeur de l'Institut de Nanoélectronique Théorique au Centre de recherche de Jülich ;
- Artur Ekert, Professeur de physique quantique à l'Institut de Mathématiques rattaché à l'Université d'Oxford et Directeur du Centre de Technologies Quantiques de Singapour ;
- Daniel Estève, Directeur de recherche, CEA Saclay, Directeur de Quantronics ;
- Serge Haroche, Professeur émérite au Collège de France, Prix Nobel de physique.

Pour en savoir plus sur Q-score, rendez-vous sur : <https://atos.net/en/solutions/q-score>

A propos d'Atos

Atos est un leader international de la transformation digitale avec 110 000 collaborateurs dans 73 pays et un chiffre d'affaires annuel de 12 milliards d'euros. Numéro un européen du Cloud, de la cybersécurité et des supercalculateurs, le Groupe fournit des solutions intégrées de Cloud Hybride Orchestré, Big Data, Applications Métiers et Environnement de Travail Connecté. Partenaire informatique mondial des Jeux Olympiques et Paralympiques, le Groupe exerce ses activités sous les marques Atos, Atos|Syntel, et Unify. Atos est une SE (Société Européenne) cotée sur Euronext Paris et fait partie de l'indice CAC 40.

La raison d'être d'Atos est de contribuer à façonner l'espace informationnel. Avec ses compétences et ses services, le Groupe supporte le développement de la connaissance, de l'éducation et de la recherche dans une approche pluriculturelle et contribue au développement de l'excellence scientifique et technologique. Partout dans le monde, Atos permet à ses clients et à ses collaborateurs, et plus généralement au plus grand nombre, de vivre, travailler et progresser durablement et en toute confiance dans l'espace informationnel.

Relations presse :

Marion Delmas | marion.delmas@atos.net | +33 6 37 63 91 99