

Finance quantique : vers une reconfiguration de l'ingénierie de marché ?

Source / Média : Polytechnique Insights | Date : 2026-03-31

Finance quantique : vers une reconfiguration de l'ingénierie de marché ?

Le déploiement des technologies quantiques laisse entrevoir des opportunités de résolution pour des problématiques dont la complexité sature les capacités de traitement conventionnelles. Les établissements financiers se heurtent aux spécificités des architectures de calcul classiques dès lors qu'il s'agit de modéliser des produits dérivés sophistiqués ou de projeter des scénarios de risques extrêmes. Ces opérations requièrent une certaine acuité dans l'exécution et une puissance de calcul qui orientent les travaux vers des paradigmes alternatifs. En exploitant la superposition pour traiter une pluralité de configurations et l'intrication pour synchroniser les interdépendances entre variables, ce système pourrait infléchir les méthodes de décision actuelles.

Cette mutation suppose toutefois une évaluation des bénéfices exploitables au regard des contraintes techniques et méthodologiques inhérentes à ces nouveaux outils. Interrogé par Polytechnique Insights, Lionel Martellini, professeur de finance à l'EDHEC Business School, fondateur et directeur de l'EDHEC Quantum Institute, apporte son expertise sur l'intégration de ces algorithmes dans la sélection de titres, la construction de portefeuilles ou la gestion des risques. Ses travaux portent notamment sur la mesure de la valeur ajoutée de ces innovations au sein des processus financiers et sur les conditions de leur viabilité au sein des structures de marché.

La question de la maturité de ces technologies au sein de l'écosystème financier demeure un point névralgique. Il convient de distinguer les usages susceptibles d'apporter une progression mesurable, d'identifier les facteurs qui ralentissent leur déploiement et de définir les étapes scientifiques préalables à une utilisation quotidienne. La confrontation entre les capacités actuelles de la recherche et les exigences de fiabilité propres aux opérations de terrain constitue ainsi le point de jonction entre les hypothèses de laboratoire et les impératifs du secteur.

Dynamique du calcul haute performance : vers une résolution des complexités financières

Les marchés financiers mobilisent des opérations dont la densité computationnelle ne cesse de croître. Qu'il s'agisse de structurer des portefeuilles multi-actifs, de dériver à non linéaires ou de modéliser des scénarios de crise, les architectures classiques atteignent un seuil de saturation à mesure que la dimension des problèmes s'étend. Dans *Quantum speedup of Monte Carlo methods*, Ashley Montanaro établit que l'algorithme d'estimation d'amplitude quantique offre une accélération théorique significative des méthodes de Monte Carlo, essentielles au pricing d'actifs dérivés et à la gestion des risques. Ses travaux démontrent que, pour un niveau de précision cible, le volume de simulations requises bénéficie d'une réduction quadratique par rapport aux approches conventionnelles. Ce gain d'efficacité permet d'envisager un allègement du coût computationnel des calculs financiers complexes, sous réserve de disposer de calculateurs quantiques tolérants aux fautes et de modèles compatibles avec les exigences de l'algorithme.

Pour Lionel Martellini, « un avantage quantique consiste à améliorer la rentabilité d'un portefeuille ou à diminuer son risque de manière à générer un gain économique supérieur aux coûts supplémentaires induits par la solution quantique ». Il confirme la nécessité de mesurer l'apport concret de ces technologies au-delà des simples gains de vitesse, précisant qu'« il est essentiel de considérer les coûts avant de conclure à un avantage quantique ». En effet, les investissements requis pour ces écosystèmes demeurent massifs.

Dans l'optimisation de portefeuilles, les modèles de gestion des risques peinent face à la croissance exponentielle des combinaisons d'actifs. Des techniques comme les algorithmes d'optimisation quantique approximative (QAOA) ou les formulations QUBO offrent des perspectives pour sonder ces espaces de données plus intelligemment, en particulier pour des problèmes combinatoires où l'objectif consiste à identifier des configurations optimales sous contraintes, ces méthodes ayant été spécifiquement développées pour explorer efficacement des paysages d'optimisation de grande dimension. En matière de valorisation, Martellini que « le problème central consiste à calculer l'espérance d'un payoff sous probabilité souvent via Monte Carlo » et que «

l'algorithme quantique d'estimation d'amplitude (QAI) offre un gain quadratique : l'erreur sur le pricing décroît plus rapidement, ce qui réduit le nombre de trajectoires nécessaires ». Toutefois, la viabilité pécuniaire reste le juge de paix : « sur le plan technologique, le gain est clair, mais reste à évaluer ».

Épistémologie des usages : pertinence des modèles et dérives algorithmiques

L'intérêt des processeurs quantiques s'exprime pleinement dans des environnements caractérisés par une forte dimensionnalité et des données changeantes. « Lorsque les paramètres sont peu nombreux et stationnaires, les méthodes classiques suffisent. Les petits problèmes peuvent être résolus avec des outils simples et peu coûteux », établit l'expert. L'utilité des approches quantiques émerge lorsque la complexité dynamique des flux sature les capacités des méthodes usuelles.

Néanmoins, la recherche doit éviter les cas d'usage déconnectés des besoins réels. Martellini met en garde contre le fait d' « inclure la sélection des titres et l'optimisation du rendement en risque du portefeuille dans un seul problème. Cela crée une complexité combinatoire qui fait apparaître un avantage du quantique de manière artificielle ».

Cette tendance au « quantum washing » représente un frein à la crédibilité . En effet, selon Lionel Martellini, « il existe une tendance à construire artificiellement des cas d'usage pour mettre en évidence les avantages du quantique. Cela marteau ». Ce biais peut conduire à des conclusions prometteuses mais inapplicables. « Même lorsqu'un problème est réel, poursuit-il, il existe un risque d'exagération des avantages supposés. Les bénéfices présentés dépendent souvent d'hypothèses non explicitées concernant la maturité de la technologie ou le coût réel ».

Réalités matérielles et trajectoires vers l'hybridation des systèmes

L'intégration du quantique dans la finance se heurte à des contraintes qui dépassent la simple puissance brute, notamment la maturité technologique et la cybersécurité. Les machines contemporaines (NISQ) opèrent avec des composants encore instables. « Les ordinateurs quantiques actuels sont encore trop limités pour des usages massifs », souligne Martellini. Les bénéfices en conditions réelles dépendent d'un horizon technologique plus stable, dit "fault-tolerant".

Le facteur financier est tout aussi prépondérant : « certaines machines coûteront quelques dizaines de millions, d'autres plusieurs centaines de millions, voire des milliards », pointe du doigt Martellini, ajoutant que « la rentabilisation de ces machines, que ce soit dans un usage cloud partagé ou exclusif, facteur ». Par ailleurs, le traitement de données sensibles impose des protocoles de chiffrement drastiques et une supervision pointilleuse des infrastructures cloud.

Dès lors, la technologie s'envisage comme une couche complémentaire aux systèmes existants. « Aujourd'hui, les approches hybrides sont la voie la plus réaliste », affirme le professeur de finance. Il évoque « es simulateurs inspirés du quantique, ». Ces outils permettent d'expérimenter sans les contraintes des qubits physiques. En outre, « à court et moyen terme, les architectures hybrides classique-quantique pour obtenir des résultats ». Cette transition permet d'exploiter des gains ciblés tout en maîtrisant les risques opérationnels.