Résumé de la conférence « Introduction au calcul quantique : principes de base et algorithmes actuels pour la mécanique des fluides numérique » par Lise Tazaïrt

Le but de cette présentation d'introduction au calcul quantique est de donner une idée générale de ce en quoi consiste un algorithme quantique et de montrer pourquoi un ordinateur quantique ouvre des perspectives intéressantes pour la résolution de problèmes physiques. C'est le cas en CFD, mais aussi dans beaucoup d'autres applications, telles que l'optimisation, la résolution d'équations aux dérivées partielles stochastiques, la simulation de systèmes quantiques,... Elle vise enfin à donner un aperçu de l'état actuel des méthodes en développement pour l'application du calcul quantique à la résolution d'EDP pour la CFD.

On présentera les principes de base du calcul quantique : la notion de qubit, la superposition, l'intrication, les portes logiques et les circuits. On verra aussi les notions d'encodage, de calcul et de mesure, qui constituent des étapes distinctes des algorithmes quantiques. On abordera les avantages et la puissance potentielle du calcul quantique, notamment grâce à l'interférence et à l'intrication, ainsi que les contraintes qui le limitent : évolution linéaire et réversible, bruit, mesure statistique.

On fera ensuite un bref tour de l'état de l'art des algorithmes quantiques actuels pour la résolution des équations aux dérivées partielles et la CFD. Notamment les méthodes hybrides, telles que les solveurs variationnels et les QPINNs (réseaux de neurones quantiques informés par la physique), mais aussi les approches « entièrement quantiques », comme les solveurs de systèmes linéaires (HHL et QSVT) et les méthodes de Boltzmann sur réseau quantiques (QLBM). Nous verrons ce qui a été démontré à ce jour sur machine réelle, les ordres de grandeur des ressources nécessaires, et les cas où un avantage quantique reste plausible.