

Balancing Act: Éthique et avancées quantiques dans la recherche opérationnelle

David Hill¹

¹LIMOS – CNRS UMR 6158

Clermont-Auvergne-INP, Mines de Saint-Étienne, Université Clermont-Auvergne
ISIMA, 1 rue de la Chebarde, F-63178, AUBIERE Cedex, France
david.hill@uca.fr

Mots-clés : *Recherche opérationnelle, Ethique, Informatique Quantique, Intelligence Artificielle, Recherche Reproductible*

Résumé étendu

La Recherche Opérationnelle utilise des méthodes issues des mathématiques appliquées pour aider les décideurs à prendre des choix éclairés dans des situations complexes tout en respectant certaines contraintes. L'objectif ultime est de prendre des décisions optimales en fonction de critères spécifiques et d'un contexte donné. Le calcul quantique peut apporter des avantages à la recherche opérationnelle, notamment par sa capacité à résoudre des problèmes d'optimisation complexes qui défient d'une part les méthodes conventionnelles, et d'autre part, la suprématie des supercalculateurs actuels. Un premier pas vers la suprématie quantique a été franchi par Google en 2019 [1], même si le problème était simple, et que la société IBM a par la suite proposé une approche bien plus efficace. Nous sommes face à une rupture technologique, une révolution, et nous notons, comme [2], que ce potentiel n'a suscité que peu d'attention au sein de la communauté de recherche opérationnelle jusqu'à récemment. Les capacités attribuées aux ordinateurs quantiques pour aborder des problèmes difficiles dans le domaine de la recherche opérationnelle ne sont pas encore au rendez-vous, mais il y a une forte probabilité qu'elles le soient rapidement. En attendant, il est possible de se former, que ce soit avec des simulateurs, des tutoriels ou des ouvrages qui commencent à se multiplier, non seulement en anglais, mais aussi en Français [3] [4]. Le calcul et les technologies quantiques ont le potentiel de créer des opportunités dans bien des secteurs, que ce soit pour accélérer les découvertes au niveau moléculaire ou comme le disait Feynman, quoi de mieux qu'un ordinateur quantique pour simuler des processus quantiques, mais aussi pour l'optimisation de chaînes d'approvisionnement par exemple ; ou encore pour bien d'autres applications en recherche opérationnelle. Ces technologies ont également le potentiel de présenter de nouveaux défis capables d'augmenter les risques technologiques. Si l'impact sur l'algorithme de Peter Shor sur les techniques actuelles de cryptographie est bien anticipé, bien des sociétés ont commis l'erreur de n'activer le dialogue et les actions éthiques seulement après que des erreurs technologiques se soient produites. Un mouvement international a vu le jour « Quantum ethics – A call for action ». Une recherche de l'Université d'Oxford rappelle qu'il existe une fenêtre de temps pendant laquelle les technologies peuvent être interrogées sur leur impact sociétal, avant que ces dernières ne soient utilisées de façon quotidienne. D'un autre côté, l'optimisme du mouvement « e/acc » prône un accélérationisme efficace et voit selon Anderssen Horowitz toute personne opposée à cette accélération comme un ennemi responsable de la mort de vies qui pourraient être sauvées [5]. L'Intelligence Artificielle (IA) générative, technologie remarquable, fait débat aujourd'hui car bien des dérives sont possibles. Nous pouvons réfléchir maintenant sur l'impact de l'informatique quantique sur le potentiel de la recherche opérationnelle afin d'envisager les perturbations qui pourraient être causées et qui nécessiterait des actions précoces. Tout comme pour les nouveaux modèles d'IA, la complexité des algorithmes quantiques peut entraîner un manque de transparence mais aussi de responsabilité. Nous sommes là aussi sur des questions d'explicabilité. Quelles seraient les raisons qui se cachent derrière telle décision

ou derrière telle erreur ? Si les simulateurs quantiques que nous avons testés sont fiables et corroborent leurs résultats, il n'en est pas de même pour les machines physiques qui posent encore des problèmes de reproductibilité et de réplicabilité au sens des définitions de l'ACM [6]. Les choix technologiques sont encore très variés et bien des pistes de recherche sont ouvertes.

L'informatique quantique présente la capacité de traiter potentiellement des quantités gigantesques de données. D'autre part, ce traitement pourra être réalisé de façon incroyablement rapide par rapport aux approches digitales, mais d'autre part, il y a un lien attendu avec l'apprentissage automatique pour former rapidement des modèles sur des quantités énormes de données multidimensionnelles. L'exploration d'espaces immenses d'hyperparamètres peut s'envisager avec un échantillonnage uniforme quantique dans des hyperespaces prodigieux, inaccessibles aux générateurs pseudo-aléatoires classiques. Il serait alors possible de produire des modèles considérablement plus puissants que ceux qui nous ont étonné fin 2022, et ce pour bien des applications. Cependant, la perspective de l'apprentissage automatique quantique soulève des préoccupations éthiques similaires à celles posées par l'apprentissage automatique traditionnel sur les ordinateurs classiques. Les biais algorithmiques existent et pourraient être démultipliés, l'explicabilité sera très faible et nous aurons alors multiplié les cas d'utilisations inappropriés. Le Forum économique mondial identifie les effets néfastes possibles de l'informatique quantique dans ses rapports sur les technologiques. Sans réflexion précoce, l'IA quantique risque pourrait mener à bien des pièges éthiques complexes à gérer.

Les approches classiques en éthique peuvent donner des outils et aider à se poser de bonnes questions : déontologisme, éthique des vertus ou conséquentialisme avec ses dérivés utilitaristes qui utilisent abondamment la recherche opérationnelle avec une vision pragmatique et anglo-saxonne pour la maximisation des gains financiers. On peut en effet se servir d'une approche utilitariste pour soutenir l'hégémonie d'un modèle économique. Imaginons que nous voulons maximiser un produit intérieur brut d'un pays. Savoir comment la « richesse » est répartie parmi les individus pourrait être négligeable. Par exemple, un grand nombre de personnes ne possèderaient que très peu de biens, et un petit nombre cumulerait la majorité des richesses (toute ressemblance avec une situation existante depuis le début de l'humanité est purement fortuite). Bien des personnes de tous bords trouveront l'utilisation de techniques d'optimisation « éthiquement / moralement inacceptable » car elle ne prend pas en compte une répartition équitable des biens et pourraient amplifier les inégalités. On peut aussi se placer dans le domaine de la santé, optimiser économiquement le fonctionnement des hôpitaux, on encore raisonner sur la taille et l'âge des populations et aboutir à bien des dystopies. Ces approches peuvent être le fait d'une vision purement utilitariste de l'économie et de la recherche opérationnelle, mais elles seront forcément controversées. Une recherche et une formation à l'éthique en informatique n'est pas superflue, à l'université, en école d'ingénieur, en école doctorale, en lien autant que possible avec des collègues enseignants-chercheurs en Philosophie ouvrant à plus de recherche pluridisciplinaire.

References

- [1] Frank Arute, Kunal Arya, Ryan Babbush, Dave Bacon and John M. Martinis, "Quantum supremacy using a programmable superconducting processor", *Nature*, Vol. 574, October 24th 2019, pp. 505-510.
- [2] Stefan Creemers et Luis Perez, Discrete optimization: A quantum revolution (Part I), Social Science Research Network, 2022, 32 p. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4198077>
- [3] Thomas Cluzel, Claude Mazel et David RC Hill. Découverte de l'informatique quantique, état de l'art et tests sur machine IBM. Rapport de recherche. LIMOS, 2020, 63 p. <hal-04052636>
- [4] Eric Bourreau, Gérard Fleury et Philippe Lacomme, 'Introduction à l'informatique quantique', Eyrolles, 2023, 380 p.
- [5] Anderssen Horowitz, 'The Techno-Optimists Manifest', 2023, <https://a16z.com/the-techno-optimist-manifesto> - dernier accès le 1/12/2023.
- [6] David RC Hill, Benjamin A Antunes, Thomas Cluzel, et al. A few words about quantum computing, epistemology, repeatability and reproducibility. In: Quantum Operation Research EU/Meeting, Troyes (France), France, 2023, 5 p. <hal-04089148>