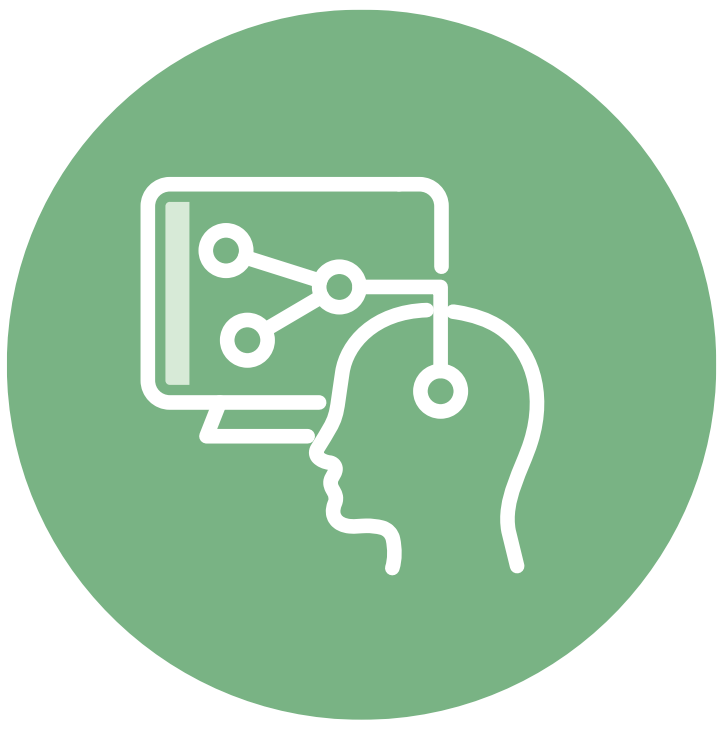




SCHWEIZER JUGEND FORSCHT
SCIENCE ET JEUNESSE
SCIENZA E GIOVENTÙ



Les algorithmes quantiques

Ou une théorie d'optimisation

Problématique

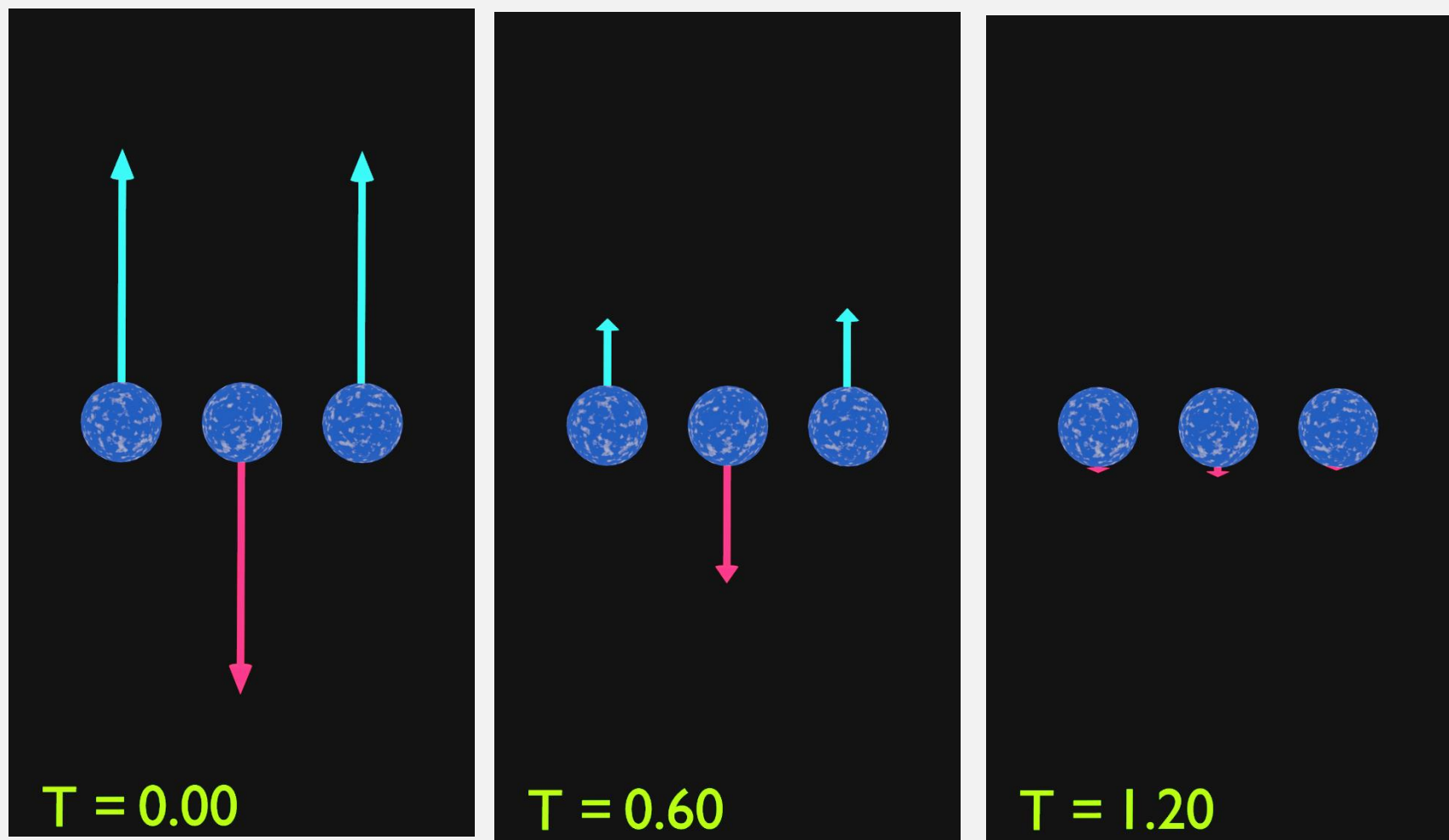
- Qu'est-ce qu'un ordinateur quantique ?
- Quels en sont les avantages ?

Méthode

- Base théorique issue de la littérature scientifique
- Expérimentation et réalisation d'exemples via des outils comme *Qiskit*
- Discussions et conférences avec des experts du domaine

Résultats

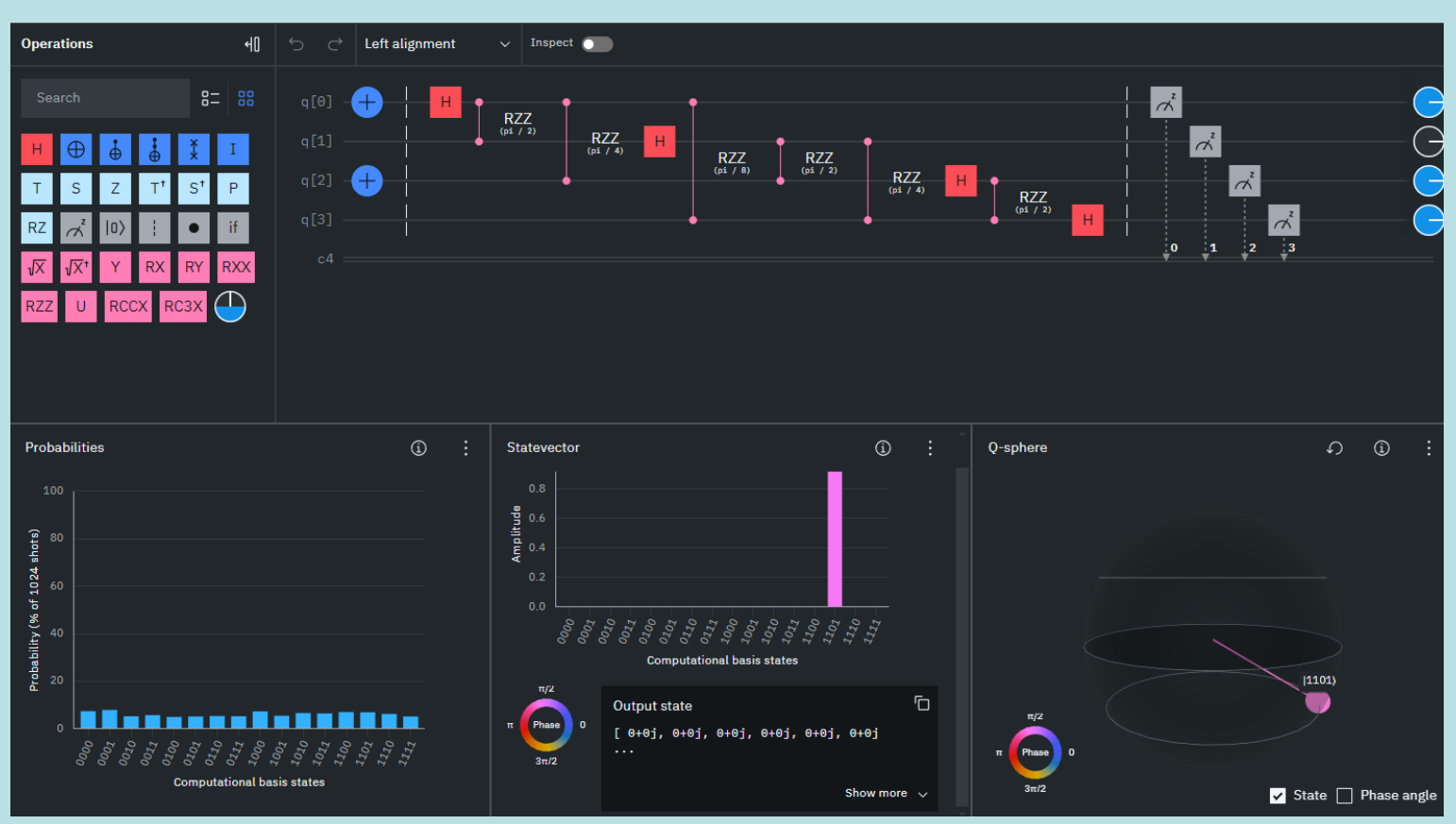
Simulation quantique



Les ordinateurs quantiques ont été théorisés au départ pour faire de la simulation quantique. Ci-dessus une simulation d'un modèle d'Ising de champ transverse pour 3 particules dont on projette le spin sur un observable, réalisé en utilisant un système à 3 qubits.

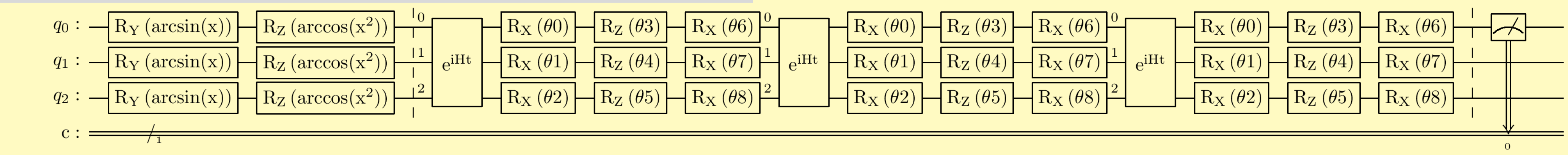
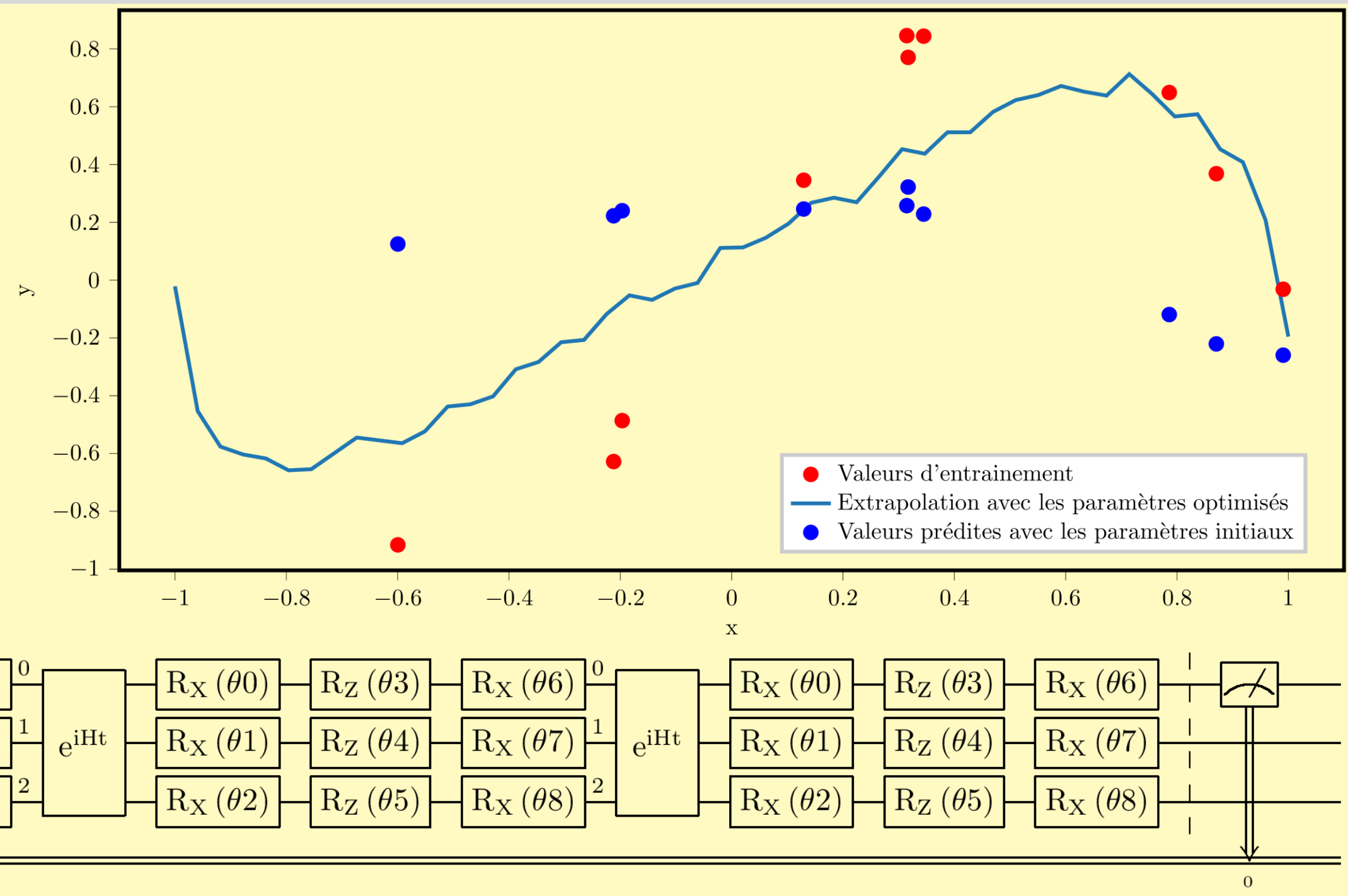


La majorité des circuits ont été construits en utilisant *Qiskit*, un module Python pour la programmation quantique créé par IBM.



Machine learning

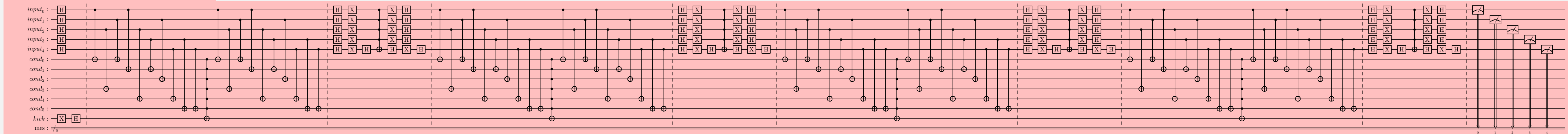
Des méthodes de machine learning sont développées pour exploiter l'avantage d'un ordinateur quantique. La figure ci-contre présente une extrapolation de données en utilisant seulement 3 qubits et 27 paramètres.



Problème sous contraintes

1	2	3
2	3	1
3	1	2

L'algorithme de Grover effectue une recherche dans une base de données non-triée. Il se décompose en 3 opérations : une étape d'initialisation puis l'utilisation répétée de deux autres opérations nommées «oracle» et «diffuseur» qui font ressortir un élément de l'ensemble selon certains critères. On peut par exemple résoudre des sudokus avec, en théorie, un avantage quadratique sur une méthode classique.



Discussion

- Les ordinateurs quantiques sont encore une jeune technologie et sont donc encore très sensibles à l'environnement, ce qui explique l'utilisation de simulateurs pour tester les algorithmes quantiques.
- Leur puissance de calcul augmente de manière exponentielle en fonction du nombre de qubits, ce qui les rend extrêmement coûteux à simuler au-delà d'une centaine de qubits.
- Afin d'augmenter la fiabilité, plusieurs moyens de fabrication sont étudiés par les chercheurs, les plus aboutis se basant sur des supraconducteurs, mais d'autres voies existent aussi (p.ex. via des photons).
- À un court terme, on envisage surtout leur utilisation pour accélérer des sous-processus d'un algorithme global, p.ex. résolution d'un système d'équation ou recherche de la période d'une fonction.

Conclusions

- Les ordinateurs quantiques pourraient être bénéfiques à de nombreux domaines : physique, chimie, intelligences artificielles, finance.
- De nombreux obstacles doivent encore être dépassés avant que cela devienne une réalité, mais la recherche et l'innovation sont très actives.
- Les technologies quantiques sont aussi utilisées dans des domaines plus éloignés de l'informatique tels que les communications et la mesure du champ gravitationnel.