

2022-08-30

# Informatique quantique

## Introduction

### Logiciels

- quiskit
- ?

Infomatique quantique en trois ligne

- bits  $(0, 1) \rightarrow |0\rangle |1\rangle$
- ?
- ?

Parallélisme quantique :  $n$  qbits  $\implies 2^n$  états. On peut donc faire des calculs sur une superposition d'états très très grand.  
ex : 300 qbits :  $200^{300} \gg$  nombre d'atome sur terre

## Applications

Les ordinateurs quantiques sont aussi vraiment utiles pour simuler des phénomènes qui sont fondamentalement quantiques comme des simulations de molécules.

L'optimisation est fort puissante grâce au parallélisme.

L'intelligence artificielle.

### Communication Quantique

On peut envoyer de l'information quantique grâce à des satellites.

## Architectures

Il existe beaucoup de types d'ordinateurs quantiques différents.

- les qbits supraconducteurs : les circuits microondes sont très connus.
- les ions piégés
- les qbits de spins
- qbits topologiques
- qbits photoniques

On ne sait pas quel approche et la meilleur. Differentes companies et différents chercheurs ont différents approches. La plus utilisé et celle des qbits microondes.

## Suprématie Quantique

Google a annoncé quelque année avoir atteint la suprématie quantique (impossible à faire avec des ordinateurs quantique)

ils ont utilisé de l'ordre de 50 qbits. S'il auraient vraiment utilisé tout ces qbits au maximum de leur puissance ça aurait été le cas. Cependant leurs calculs était bruité et il été démontré que les calculs spécifique aurait techniquement été possible sur des ordinateur classique bien que moyennant des coût très élevés. La véritable suprématie quantique n'est qu'une question de temps.

## Motivations

Le but et d'éventuellement de réaliser des calculs difficiles et à grande échelle.

### Communication quantique

La communications quantique est beaucoup plus facile à réaliser étant donné qu'on a pas besoin d'effecteur de calculs. Certaines companies offres déjà des services de ce type, notamment pour la distribution de clefs d'encryption

## Les exigences contradictoire du calculs quantique

On veut connecter les différents qbits ensemble pour qu'il y ai de l'intrication/interaction mais les connecter mène au bruit et la décohérence.

La plupart des qbits sont bon pour une seule de ces deux chose : soit garder l'information mais par la partager, soit l'inverse.

## Qbits supraconducteur

L'information est encodé en mettant un pair de cooper d'un côté ou de l'autre.

Il faut ce qu'on appelle un élément non-linéaire pour interagir avec les qbits. Une JJ par exemple

## Temps de vie des qbits

$T_1$  Temps de relaxation

$$T_2 : \frac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}} \rightarrow \frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}$$

### Sphère de Bloch

$$\langle \psi | \sigma_x | \psi \rangle = \sin \theta \cos \varphi$$

$$\langle \psi | \sigma_y | \psi \rangle = \sin \theta \sin \varphi$$

$$\langle \psi | \sigma_z | \psi \rangle = \cos \theta$$

$$X^2 = Y^2 = Z^2 = \mathbb{1}$$

$$XY = iZ$$

### Exemple de Calcul de racine carrée

On peut prendre une racine en utilisant l'univers et la relation parabolique d'un crayon qui tombe (par exemple). C'est donc une utilisation physique de la mécanique classique pour faire des calculs.

## Jeux classiques et quantiques

Les trois participants se font soit poser la question x ou y. Ils répondent par 1 ou -1. La multiplication des trois réponses doit donner -1.

Les trois participants doivent préparer un qbits dans GHZ

$$|GHZ\rangle = \frac{|000\rangle - |111\rangle}{\sqrt{2}}$$

quand on a la question X, on mesure  $\sigma_x$ , idem pour y

On a que

$$|0\rangle = \frac{|+\rangle + |-\rangle}{\sqrt{2}} \quad |1\rangle = \frac{|+\rangle - |-\rangle}{\sqrt{2}}$$

En exprimant les état  $|000\rangle = |0\rangle |0\rangle |0\rangle$  et  $|111\rangle = |1\rangle |1\rangle |1\rangle$  dans les base  $\{|+\rangle, |-\rangle\}$  et faisant la multiplication au long, on trouve que  $|GHZ\rangle = \frac{1}{2}(|++-\rangle + |+-+\rangle + |-++\rangle)$ . Donc, dans tout les cas la mutiplication donne -1

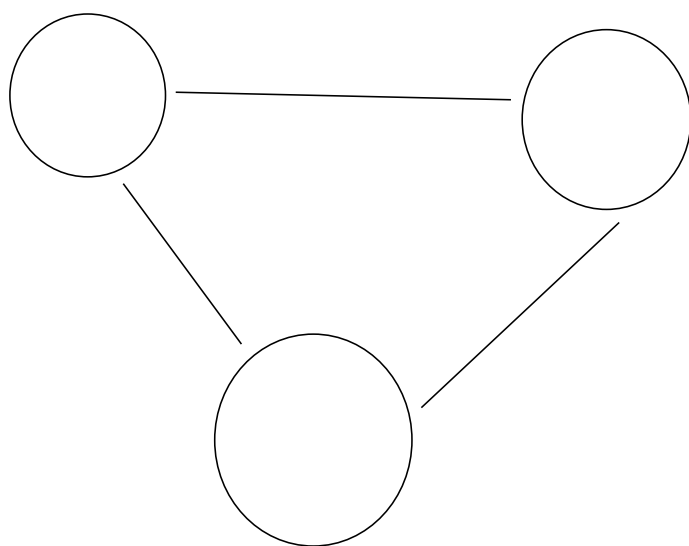


FIGURE 2 – situation