2022-32-08

Finalisation de la correction d'Erreur

On a vu comment on notait les codes de correction d'erreur classique. Les codes de correction d'erreur quantiques (linéaires) eux sont caractérisé par

$$[[n, k, d]]$$

n : nombre de qubits physiques k : nombre de qubits logiques d : nombre de minimal de qubits sur lequel il faut agir pour faire une opération logique

<u>Ex :</u>

- code de répétition $[[3, 1, 1]]$
- code de shor $[[9, 1, 3]]$
- cpde de surface $\left[\left[N, 1, \sqrt{N}\right]\right]$

En général, on peut corriger

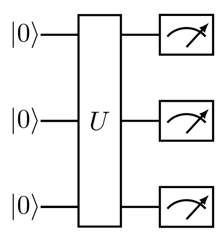
$$\left\lfloor \frac{d-1}{2} \right\rfloor$$

Le probabilité d'une erreur logique va comme

$$P_L = \left(\frac{p}{p_{\text{seuil}}} \right)^{\frac{d-1}{2}+1}$$

4 Chapitre 4 : Dispositif

4.1 Critères de D. Vincerizo



Pour faire un ordinateur quantique il faut :

1. Des qubits bien définis $\{|0\rangle, |1\rangle\}$
2. pouvoir initialiser les qubits dans un état précis
3. avoir un ensemble de portes
4. pouvoir mesurer les qubits
5. des opérateurs de bonne fidélité

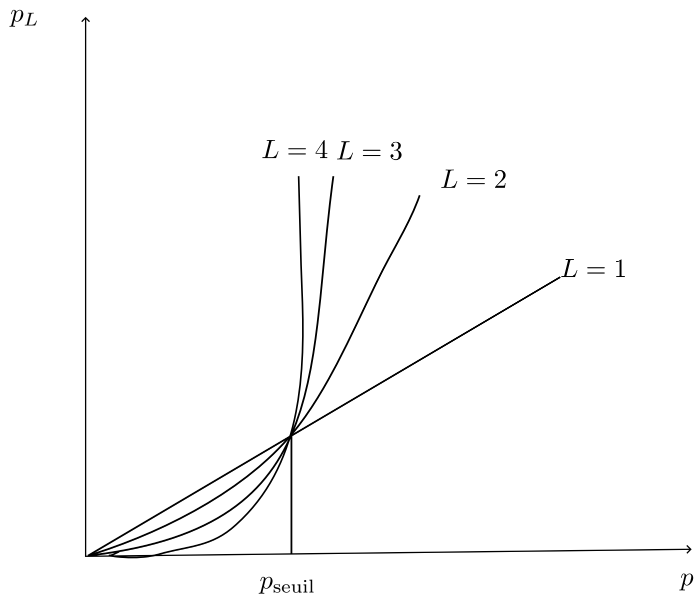


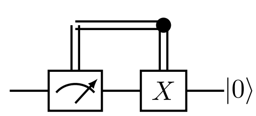
FIGURE 1 – Graphique typique de correction d'erreur

On prend l'exemple d'un spin $\frac{1}{2}$

1. cubits bien définit

$$\{|\downarrow\rangle, |\uparrow\rangle\}$$

   On applique un champ magnétique pour lever la dégénéressance
2. Initialisation On veut $|\psi\rangle \to |0\rangle$
   Pour cela, on peut mettre le système en contacte avec un réservoir de température *nulle* ($\hbar\omega \ll k_B T$). On laisse alors se produire une relaxation de type T_1
   Un autre stratégie consiste à mesurer le qubits et à aplliquer une porte conditionelle



3. Portes logiques

$$H = -\mathbf{u} \cdot \mathbf{B}$$

$$U(t) = e^{-iHt}$$

$$R_x(\theta) = e^{-i\omega t}$$

$$\theta = Bt$$

Portes à deux qubits

On veut une intéraction du type $H_{\text{int}} = g_{ij}\sigma_i \otimes \sigma_j$

ex : couplage XX

$$U_{xx} = e^{-i\frac{\pi}{4}\sigma_x\sigma_x}$$

$$U_{xx}\left(t - \frac{\pi}{4g_{xx}}\right)|0\rangle = \frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}$$

ex CZ :

$$H_{\text{int}} = g_{zz}\sigma_z^{(1)}\sigma_z^{(2)}$$

$$CZ = e^{i\frac{\pi}{4}} R_{z_1}(\pi/2) R_{z_2}(\pi/2) U_{zz}\left(t = \frac{2}{4g_{zz}}\right)$$

Certaine portes à 2 qubits utilisent un système intermédiaire (un *bus*). L'avantage et que cela permet de coupler des qubits qui sont physiquement très éloignées

4. Mesure de qubit

   Une mesure quantique idéale en mécanique quantique envoie effondre l'état. Par contre en realité, on peut complètement détruire un état en mesurant, en absorbant un photon par exemple.

5. Taux d'erreur faible

   erreurs

   — erreur de mesure

   — control imprécis su système : bruit dans B

   $$B \to B + \delta Bt \to t + \delta t$$

   — termes parasites du Hamiltonien ex : interaction spin-spin

   — relaxation et déphasage P

4.2 Référentiel tournant

Heu, voir notes de photonique i guess...