

# Soutenance de rapport bibliographique - Informatique quantique

Pierre Engelstein

Polytech Angers

29 janvier 2021

# Etat d'un système quantique

## Definition

Notation d'un état quantique :

$$|\psi\rangle = \sum_i c_i |k_i\rangle, \quad (1)$$

Avec  $|k_i\rangle$  vecteurs d'état purs.

Système quantique élémentaire : le qubit :  $|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$

## Example

$$|\psi_1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle. \quad (2)$$

avec

$$|0\rangle \mapsto \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, |1\rangle \mapsto \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

# La mesure projective

## Definition

Quand un système quantique est dans un état superposé  $|\psi\rangle = \sum_i c_i |k_i\rangle$ , on va avoir comme probabilité  $c_i^2$  de mesurer l'état  $|k_i\rangle$ .

## Remarque

La mesure est **projective** : on perd l'état probabiliste.

# Dynamique des systèmes quantiques

- 1 Evolution unitaire : conservation de la norme
- 2 Evolution linéaire : limite dans les problèmes résolubles

# Vers l'informatique quantique

- Utiliser de multiples qubits - intrication quantique

$$\begin{aligned} |\psi_1\rangle &= \frac{1}{2} |00\rangle + \frac{1}{2} |01\rangle + \frac{1}{2} |10\rangle + \frac{1}{2} |11\rangle \\ &= \frac{1}{2} (|0\rangle + |1\rangle) \otimes (|0\rangle + |1\rangle) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |\psi_2\rangle &= \frac{1}{4} |00\rangle + 0 |01\rangle + 0 |10\rangle + \frac{1}{4} |11\rangle \\ &= ?? \end{aligned}$$

- Portes quantiques
  - Portes élémentaires : Hadamard, Pauli, Toffoli
  - Construction de circuit

# Présentation du problème

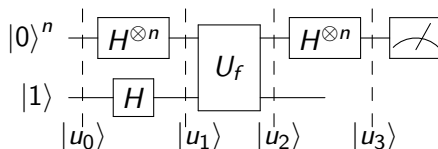
## Problème

*Déterminer en le moins d'itérations possibles si une fonction  $f$  booléenne est constante ou équilibrée*

Dans le cas classique :  $2^{n-1} + 1$  itérations

Dans le cas quantique : 1 seule itération

# Algorithmes



- ① Initialisation :  $|u_0\rangle$
- ②  $|u_1\rangle$  : Mise à l'équilibre : porte de Hadamard
- ③  $|u_2\rangle$  : Application de la fonction  $U_f$
- ④  $|u_3\rangle$  : Préparation pour la mesure

# Implémentation en python (Qiskit)

```
1 import numpy as np
2 from qiskit import *
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 nb_qubits = 3
5 circuit = QuantumCircuit(nb_qubits, nb_qubits)
6 for i in range(nb_qubits):
7     circuit.h(i)
8 circuit.barrier()
9 circuit.z(0)
10 circuit.z(2)
11 circuit.barrier()
12 for i in range(nb_qubits):
13     circuit.h(i)
14 circuit.barrier()
15 for i in range(nb_qubits):
16     circuit.measure(i, i)
```



# Présentation du problème

# Itération unique





# Bibliographie

- R. Buyya, R. N. Calheiros, J. Son, A. V. Dastjerdi and Y. Yoon, "Software-Defined Cloud Computing : Architectural elements and open challenges," 2014 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), New Delhi, 2014, pp. 1-12
- Bhore, Pratik. (2016). A Survey on Storage Virtualization and its Levels along with the Benefits and Limitations. INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCES AND ENGINEERING. 4. 115-121.
- M. F. Bari et al., "Data Center Network Virtualization : A Survey," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 15, no. 2, pp. 909-928
- M. Alouane and H. El Bakkali, "Virtualization in Cloud Computing : Existing solutions and new approach," 2016 2nd International Conference on Cloud Computing Technologies and Applications (CloudTech), Marrakech, 2016, pp. 116-123
- Chrobak, Pawel. (2014). Implementation of Virtual Desktop Infrastructure in academic laboratories. 1139-1146.
- Nagesh, O & Kumar, Tapas & Venkateswararao, V.. (2017). A Survey on Security Aspects of Server Virtualization in Cloud Computing. International Journal of Electrical and Computer Engineering. 7. 1326-1336.