

# Langage graphique pour contrôle quantique

Alexandre Clément

8 juin 2020

# Informatique quantique

- Communication quantique
- Calcul quantique

# Informatique quantique

- Communication quantique
- Calcul quantique

# Informatique quantique

- Communication quantique
- Calcul quantique

# Informatique quantique

- Communication quantique
- **Calcul quantique**

qubit :

- états de base  $|0\rangle, |1\rangle$
- superpositions  $\alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$

$$\alpha, \beta \in \mathbb{C}, |\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$

plusieurs qubits :

- états de base  $|0\dots 0\rangle, \dots, |1\dots 1\rangle$
- superpositions

$$\alpha_0 |0\dots 0\rangle + \dots + \alpha_{2^n-1} |1\dots 1\rangle$$

$$\sum_{k=0}^{2^n-1} |\alpha_k|^2 = 1$$

qudit : états de base  $|0\rangle, |1\rangle, \dots, |d\rangle$

# Informatique quantique

- Communication quantique
- **Calcul quantique**

qubit :

- états de base  $|0\rangle, |1\rangle$
- superpositions  $\alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$

$$\alpha, \beta \in \mathbb{C}, |\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$

plusieurs qubits :

- états de base  $|0\dots 0\rangle, \dots, |1\dots 1\rangle$
- superpositions  
 $\alpha_0 |0\dots 0\rangle + \dots + \alpha_{2^n-1} |1\dots 1\rangle$

$$\sum_{k=0}^{2^n-1} |\alpha_k|^2 = 1$$

qudit : états de base  $|0\rangle, |1\rangle, \dots, |d\rangle$

# Informatique quantique

- Communication quantique
- **Calcul quantique**

qubit :

- états de base  $|0\rangle, |1\rangle$
- superpositions  $\alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$

$$\alpha, \beta \in \mathbb{C}, |\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$

plusieurs qubits :

- états de base  $|0\dots 0\rangle, \dots, |1\dots 1\rangle$
- superpositions

$$\alpha_0 |0\dots 0\rangle + \dots + \alpha_{2^n-1} |1\dots 1\rangle$$

$$\sum_{k=0}^{2^n-1} |\alpha_k|^2 = 1$$

qudit : états de base  $|0\rangle, |1\rangle, \dots, |d\rangle$

# Contrôle quantique

superposition de données  $\rightarrow$  superposition de processus

qubit de contrôle  $|0\rangle \rightarrow$  processus 1  
 $|1\rangle \rightarrow$  processus 2 (ou qudit)

## Exemple



qubit de contrôle = polarisation

$|\rightarrow\rangle$  est réfléchi par le beam splitter

$|\uparrow\rangle$  le traverse



# Contrôle quantique

superposition de données  $\rightarrow$  superposition de processus

qubit de contrôle  $|0\rangle \rightarrow$  processus 1  
 $|1\rangle \rightarrow$  processus 2 (ou qudit)

## Exemple



qubit de contrôle = polarisation

$|\rightarrow\rangle$  est réfléchi par le beam splitter

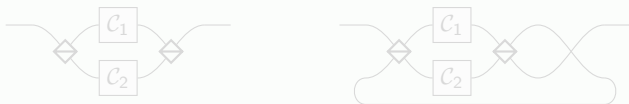
$|\uparrow\rangle$  le traverse

# Contrôle quantique

superposition de données  $\rightarrow$  superposition de processus

qubit de contrôle  $|0\rangle \rightarrow$  processus 1  
 $|1\rangle \rightarrow$  processus 2 (ou qudit)

## Exemple



qubit de contrôle = polarisation

$|\rightarrow\rangle$  est réfléchi par le beam splitter

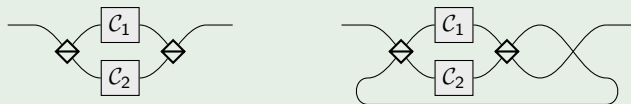
$|\uparrow\rangle$  le traverse

# Contrôle quantique

superposition de données  $\rightarrow$  superposition de processus

qubit de contrôle  $|0\rangle \rightarrow$  processus 1  
 $|1\rangle \rightarrow$  processus 2 (ou qudit)

## Exemple



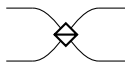
qubit de contrôle = polarisation

$|\rightarrow\rangle$  est réfléchi par le beam splitter

$|\uparrow\rangle$  le traverse

# Langage graphique

# Langage graphique : PBS-calcul




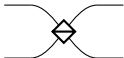
# Langage graphique : PBS-calcul

— :  $1 \rightarrow 1$

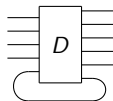
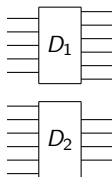
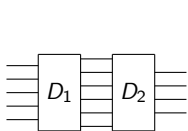
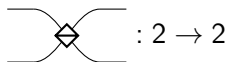
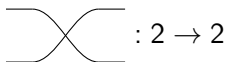
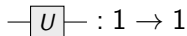
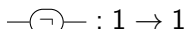
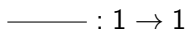
—  $\neg$  — :  $1 \rightarrow 1$

—  $U$  — :  $1 \rightarrow 1$

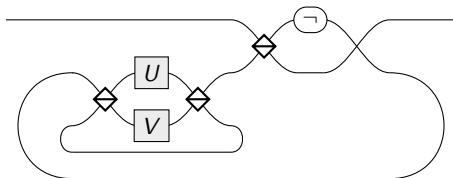
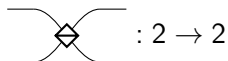
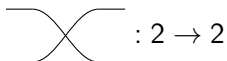
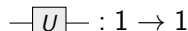
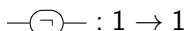
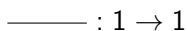
 :  $2 \rightarrow 2$

 :  $2 \rightarrow 2$

# Langage graphique : PBS-calcul



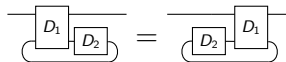
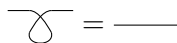
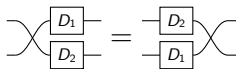
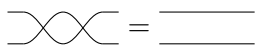
# Langage graphique : PBS-calcul





# Langage graphique : PBS-calcul

"Only connectivity  
 matters" :



# Langage graphique : PBS-calcul

"Only connectivity  
 matters"

