

Titouan Carette, LORIA, Nancy, France

presents

CODE QUANTUM

A CLUB Conférence talk



TU ES UN VECTEUR !



⊕ $|\psi\rangle$ un état quantique est un vecteur complexe.

TU ES UN VECTEUR !



- ⊕ $|\psi\rangle$ un état quantique est un vecteur complexe.
- ⊕ Pour les qubits la base est $|0\rangle$ et $|1\rangle$.

TU ES UN VECTEUR !



- ⊕ $|\psi\rangle$ un état quantique est un vecteur complexe.
- ⊕ Pour les qubits la base est $|0\rangle$ et $|1\rangle$.
- ⊕ Un qubit s'écrit $|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$ avec $a, b \in \mathbb{C}$.

LE MONDE EST UN GROS PRODUIT TENSORIEL

⊕ Une paire de qubits s'écrit:

$$|\psi\rangle = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle \text{ avec } a, b, c, d \in \mathbb{C}.$$

LE MONDE EST UN GROS PRODUIT TENSORIEL

- ⊙ Une paire de qubits s'écrit:
 $|\psi\rangle = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle$ avec $a, b, c, d \in \mathbb{C}$.
- ⊙ Formellement, c'est un produit tensoriel: $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2 = \mathbb{C}^4$.

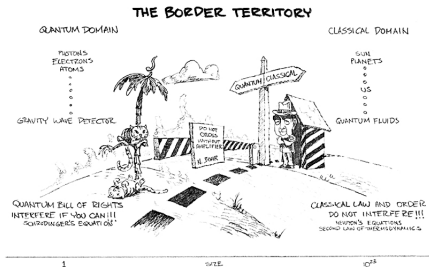
LE MONDE EST UN GROS PRODUIT TENSORIEL

- ⊕ Une paire de qubits s'écrit:
 $|\psi\rangle = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle$ avec $a, b, c, d \in \mathbb{C}$.
- ⊕ Formellement, c'est un produit tensoriel: $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2 = \mathbb{C}^4$.
- ⊕ Les dimensions se multiplient.

LE MONDE EST UN GROS PRODUIT TENSORIEL

- ⊙ Une paire de qubits s'écrit:
 $|\psi\rangle = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle$ avec $a, b, c, d \in \mathbb{C}$.
- ⊙ Formellement, c'est un produit tensoriel: $\mathbb{C}^2 \otimes \mathbb{C}^2 = \mathbb{C}^4$.
- ⊙ Les dimensions se multiplient.
- ⊙ Un registre de n qubits est décrit par un espace de dimension 2^n . Ouch !

LE UN, DEUX, TROIS, SOLEIL QUANTIQUE



⊕ Quand on interagis avec le qubit $a|0\rangle + b|1\rangle$ que se passe t-il ?

CALCULER AVEC DES QUBITS

- ⊕ Les opérations quantiques sont des unitaires.

CALCULER AVEC DES QUBITS

- ① Les opérations quantiques sont des unitaires.
- ② Supposons qu'on ait un programme quantique qui calcule une fonction f .

CALCULER AVEC DES QUBITS

- ① Les opérations quantiques sont des unitaires.
- ② Supposons qu'on ait un programme quantique qui calcule une fonction f .
- ③ On l'applique à une superposition.

CALCULER AVEC DES QUBITS

- ⊕ Les opérations quantiques sont des unitaires.
- ⊕ Supposons qu'on ait un programme quantique qui calcule une fonction f .
- ⊕ On l'applique à une superposition.
- ⊕ On a toutes les réponses en une fois !

CALCULER AVEC DES QUBITS

- ⊗ Les opérations quantiques sont des unitaires.
- ⊗ Supposons qu'on ait un programme quantique qui calcule une fonction f .
- ⊗ On l'applique à une superposition.
- ⊗ On a toutes les réponses en une fois !
- ⊗ Mais en fait ben non.

ALGORITHMES QUANTIQUES

- ⊕ Algorithme de Shor 1994.
- ⊕ Algorithme de Grover 1997.
- ⊕ Des protocoles cryptographiques BB 84.
- ⊕ Des simulations.
- ⊕ Et d'autres choses: D-waves etc...
- ⊕ Suprématie quantique ?








LE COPROCESSEUR



- ⊙ En ce moment on penche pour un ordinateur classique avec une boîte à outils quantique.

LANGUAGES DE PROGRAMMATION QUANTIQUE

principales plateformes logicielles intégrées








	conception visuelle	plateforme	bibliothèques	langage de haut niveau	langage intermédiaire	langage machine	cloud
 wave	N/A	Quadrant (ML)	Qsage, ToQ, ...	Qbsolv	QMASM	QMI	oui
	Quantum Playground	?	OpenFermion (chemistry)	Cirq	?	?	oui
	Q Experience	QisKit	QisKit	QisKit	OpenQASM	?	Q Experience
	N/A	Forest	OpenFermion (chemistry)	pyQuil	N/A	Quil	QVM
	N/A	LIQUI >	?	Q#	?	N/A	oui
	oui	?	?	?	?	?	oui
	N/A	QML	QLIB	pyAQASM	AQASM	CIRC QPU	

[cc] Olivier Erathy, 2018

⊕ Quipper basé sur haskell.

LANGUAGES DE PROGRAMMATION QUANTIQUE

principales plateformes logicielles intégrées

	conception visuelle	plateforme	bibliothèques	langage de haut niveau	langage intermédiaire	langage machine	cloud
	N/A	Quadrant (ML)	Qsage, ToQ, ...	Qbsolv	QMASM	QMI	oui
	Quantum Playground	?	OpenFermion (chemistry)	Cirq	?	?	oui
	Q Experience	QisKit	QisKit	QisKit	OpenQASM	?	Q Experience
	N/A	Forest	OpenFermion (chemistry)	pyQuil	N/A	Quil	QVM
	N/A	LIQUI >	?	Q#	?	N/A	oui
	oui	?	?	?	?	?	oui
	N/A	QML	QLIB	pyAQASM	AQASM	CIRC QPU	

[cc] Olivier Erathy, 2018

⊗ Quipper basé sur haskell.

⊗ Plein de choses à faire !!! Vérification, compilation, etc...

SOYEZ QUANTIQUE CHEZ VOUS !

- ⊕ <http://play.quantumgame.io/> **Pour s'initier au effet quantique sur l'optique.**
- ⊕ <https://github.com/Strilanc/Quirk> **Pour faire des circuits quantiques.**
- ⊕ <https://github.com/Quantomatic/pyzx> **Pour faire du ZX-calcul ! Ce qui est toujours très bien !**