

Théorie quantique de l'information et inconscient

François Martin

Collaborations et discussions avec

Belal Baaquie, Federico Carminati, Alain Connes
Giuliana Galli Carminati, Sonia Kabana, ...

Motivations

- Des phénomènes analogues à des phénomènes de physique quantique (i.e. intrication quantique) se manifestent dans les phénomènes psychiques (corrélations inconscientes à distance, formation d'inconscient groupal, ...).
- Les états mentaux (conscients ou inconscients) peuvent être envisagés comme des états d'information.

Plan

- I - Introduction à la théorie quantique de l'information
 - Information classique
 - Information quantique
 - Principe de superposition
 - Espace de Hilbert
 - Du bit classique au bit quantique (qubit)
 - Représentation d'un qubit
 - Sphère de Bloch

Plan

- II - Modélisation des états mentaux (inconscients ou conscients)
 - L'inconscient comme système de qubits
 - Psyché Quantique
 - Traitement de l'information
 - Opérations logiques
 - Circuits logiques réversibles
 - Porte logique à un qubit
 - Champs de la Psyché

Plan

- Portes logiques à deux qubits. Porte CNOT
- Transformations unitaires
- Circuits quantiques
- Interaction d'un qubit avec un champ quantique
- Interaction entre deux qubits

III - Conclusions

I - Introduction à la théorie quantique de l'information

- Cours de Michel Devoret au Collège de France
<http://www.physinfo.fr/lectures.html> (en anglais)
- Conférence de Charles Bennett:
Information is Quantum www.research.ibm.com/people/b/bennetc/QInfWeb.pdf

Information classique

- Information: série de symboles

Lettres: CRISTAL NOIR DE MA PENSEE

Binary Digits (bits): 101100010111001110

Toute information peut être réduite à des séries de bits
(Shannon)

Information

- L'information a deux faces:
 - une face logique (des entités mathématiques qui se combinent grâce à des opérations abstraites)
 - une face physique (les états d'un système physique qui évolue dynamiquement)

Un bit physique est un système bistable

e.g. un interrupteur

branché \rightarrow 1

débranché \rightarrow 0

Information classique

- Chaque bit d'information d'un ordinateur « classique » est physiquement représenté par des milliers de particules quantiques.
- L'information est encodée uniquement dans le comportement moyenné de ces particules.
- Ce comportement moyenné est décrit par la physique classique.

Information quantique

- L'information quantique diffère de l'information classique de deux manières:
 - chaque bit d'information est physiquement transporté par une seule particule (et non pas par des milliers).
 - le principe de superposition de la physique quantique est exploité.

Principe de superposition

- Il s'agit de la superposition au sens des vecteurs (d'un espace de Hilbert).
- Entre deux états distincts de manière fiable d'un système quantique (e.g. un photon polarisé verticalement ou horizontalement) il existe d'autres états que l'on ne peut pas distinguer de manière fiable des deux premiers états (e.g. un photon polarisé diagonalement).

Principe de superposition

- Mathématiquement, une superposition est une somme, ou une différence, pondérée.

Elle peut être décrite par une *direction* intermédiaire dans l'espace:

$$\swarrow = (\rightarrow - \uparrow) / \sqrt{2}$$

Les états non-orthogonaux, comme \rightarrow et \swarrow sont, en principe, imparfaitement distinguables.

\rightarrow se comporte toujours « un peu » comme \swarrow et vice versa.

Espace de Hilbert

- « L'existence d'un système quantique apparaît fondamentalement dans un espace de Hilbert. L'espace-temps n'en est qu'une représentation, quelquefois inopérante et quelquefois hautement dégénérée.

En mécanique quantique, l'espace-temps est relégué au simple rôle de représentation (et pas forcément la plus utile). »

Yuval Ne'eman

Information quantique

- « Le calcul quantique est au calcul classique ce que les nombres complexes sont aux nombres réels. » (Charles Bennett)
- « C'est plutôt la mécanique classique qui est bizarre et non la mécanique quantique. » (Michel Devoret)

Du bit classique au bit quantique

- Le bit quantique est représenté par deux niveaux d'énergie d'un système microscopique (molécule, atome, noyau, particule, ...).

Par exemple l'inversion de la molécule d'ammoniaque.

Bit quantique = qubit (quantum bit).

Les états de qubit sont des états dynamiques.

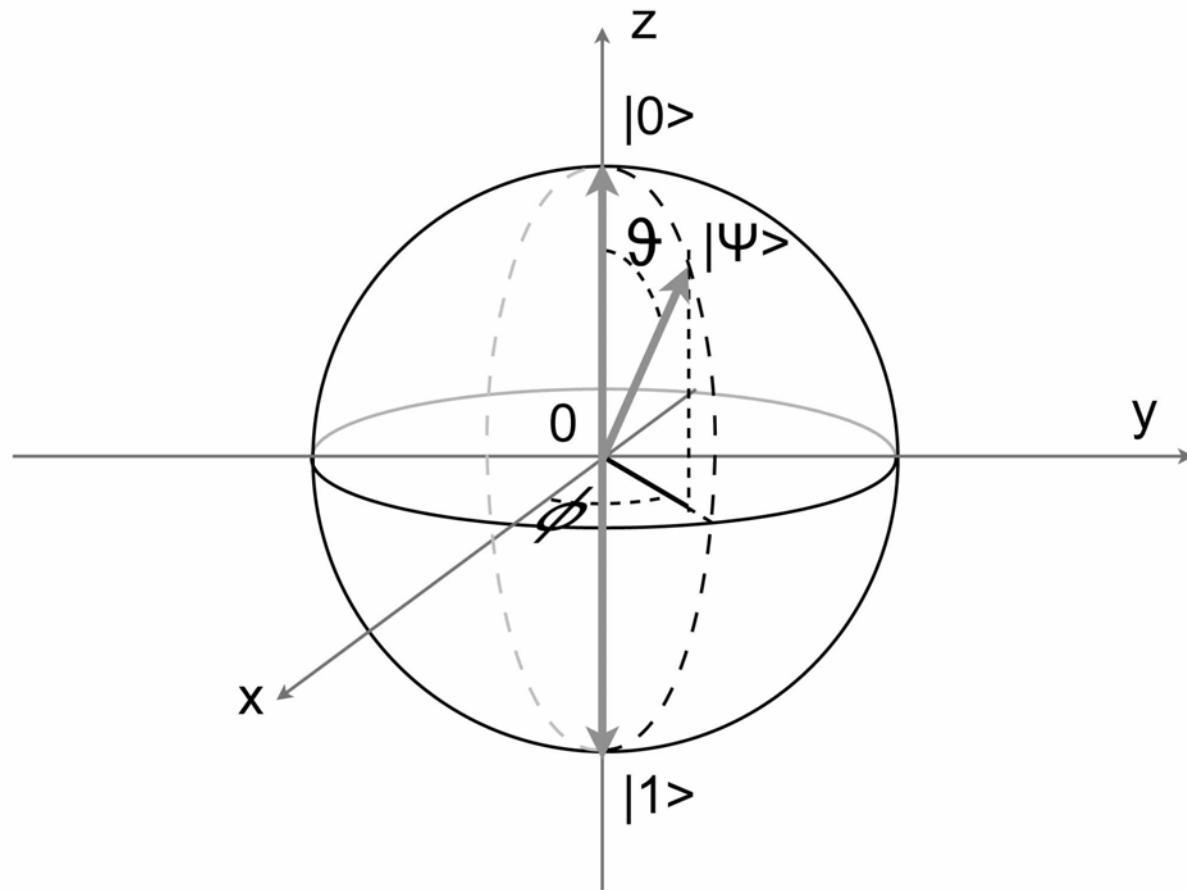
Le qubit peut aussi être représenté par deux états de polarisation

« distinguables » (orthogonaux), e.g. états de polarisation d'un photon, ou d'un spin $\frac{1}{2}$.

Représentation d'un qubit

- Deux niveaux d'énergie d'une molécule, d'un atome, d'un noyau, d'une particule ... peuvent être représentés de manière effective par les deux états d'un spin $\frac{1}{2}$.
- Un spin $\frac{1}{2}$, donc un qubit, est représenté par un vecteur $|\Psi\rangle$ de la sphère de Bloch.

Sphère de Bloch



Bit classique --- Bit quantique

- Un bit classique est soit 0, soit 1.
- Un bit quantique (qubit) peut être 0 « ET » 1.

Le spin de l'électron (ou du proton) dans un champ magnétique peut coder l'information.

Principe de superposition

- $|0\rangle$ spin up $|1\rangle$ spin down

$$|\Psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

α et β nombres complexes

$$|\Psi\rangle = \cos(\theta/2) \exp(-i\phi/2) |0\rangle + \sin(\theta/2) \exp(+i\phi/2) |1\rangle$$

Information quantique

- L'information quantique
 - ne peut être lue ou copiée sans perturbation,
 - peut connecter deux particules via une corrélation trop forte pour être expliquée en imputant un état séparé (peut être inconnu) à chacune des deux particules (intrication quantique, système non-séparable).

Intrication quantique

Quantum entanglement (intrication quantique) est simplement le nom donné par Schrödinger pour désigner la superposition d'états à multi-particules.

Cependant cette « intrication » ne peut pas être utilisée pour envoyer un message plus rapidement que la vitesse de la lumière (pour les informations qui remontent le temps voir plus loin).

Information quantique

- L'information quantique est réductible à un système de qubits.
- Le traitement de l'information quantique est réductible à des opérations de portes logiques quantiques à un ou deux qubits.

Information classique --- Information quantique

- L'information classique ordinaire, telle que celle que l'on obtient en lisant un livre, peut être copiée à volonté et n'est pas perturbée par la lecture.
- Il est impossible de connaître toute l'information d'un système quantique.

Il est impossible de copier un système quantique (théorème de non-clonage). Cependant il est possible de réaliser un clonage imparfait optimal.

Information quantique

- L'information quantique est proche de l'information contenue dans un rêve.
 - En essayant de raconter notre rêve nous changeons la mémoire que nous en avons. Finalement nous oublions le rêve et nous nous souvenons uniquement de la description que nous en avons faite.
 - Nous ne pouvons pas prouver à quelqu'un d'autre que nous avons rêvé.
 - Nous pouvons mentir sur nos rêves et ne jamais être pris en flagrant délit de mensonge.

Information quantique

- L'information quantique obéit à des lois bien connues.
- Les rêves, fenêtres sur l'inconscient, obéissent probablement à des lois (pour le moment inconnues).

Nous supposerons, en première approximation, que l'inconscient est formé d'un système de qubits (unités élémentaires d'information quantique) obéissant aux lois de l'information quantique.

II - Les états mentaux comme qubits

Exemple:

$|0\rangle$ = « le père est mort »

$|1\rangle$ = « le père est vivant »

Dans la réalité (classique) nous avons:

$|0\rangle$ OU $|1\rangle$

Au niveau de l'inconscient nous avons:

$|0\rangle$ « ET » $|1\rangle$,

superposition des deux états.

Psyché Quantique

Nous supposerons aussi l'existence de champs quantiques de la Psyché (Belal Baaquie et FM).

Les quanta de ces champs de la Psyché sont immatériels.

Ils peuvent être associés aux psychons (unités d'expérience mentale subjective) dont John Eccles a postulé l'existence.

Pour Eccles un psychon est associé à un « paquet » organisé de neurones.

Fin de la première partie

- La deuxième partie de la présentation aura lieu au cours du première Simposietto 2011