

Optique et information quantique

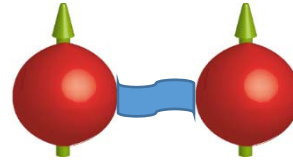
Responsables: Thomas Coudreau (MPQ-Paris 7)

Valentina Parigi (LKB-Paris 6)

Information quantique



+

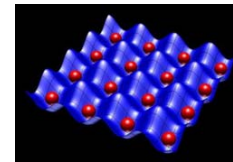


Objets quantiques (q-bits)

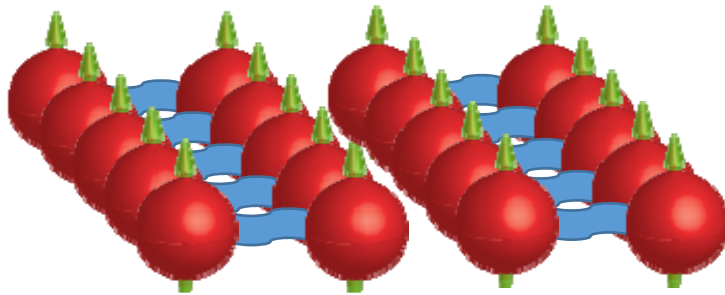
Corrélations quantiques (Intrication)

$$A|\uparrow\rangle + B|\downarrow\rangle$$

Si possible en grand nombre....



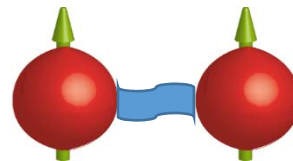
Exemple
atomes



Information quantique



+

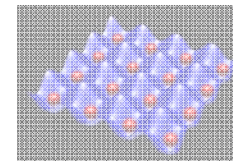
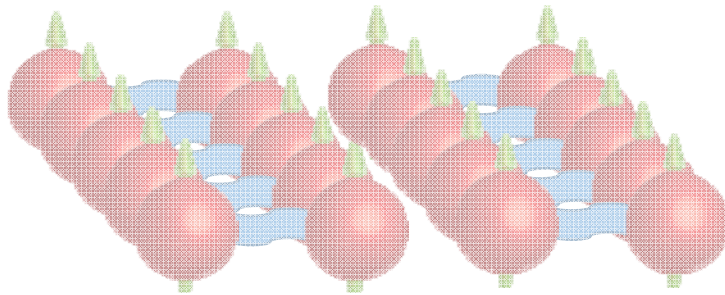


Objets quantiques (q-bits)

Corrélations quantiques (Intrication)

$$A|\uparrow\rangle + B|\downarrow\rangle$$

Si possible en grand nombre...



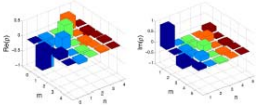
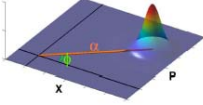


Exemple
atomes

Lumière?



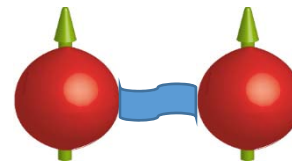
Etats quantiques du champ

La lumière est :	Discrète  Photons	Continue  Onde
Pour la décrire, on s'intéresse à :	Leur nombre & leurs cohérences	Son amplitude & sa phase <i>OU</i> Ses quadratures x et p
On représente son état par :	La matrice densité 	La fonction de Wigner 

Information quantique



+

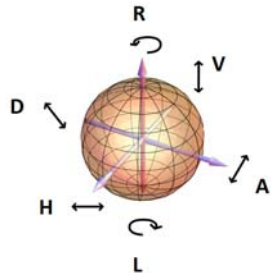


Objets quantiques (q-bits)

Corrélations quantiques (Intrication)

$$A|\uparrow\rangle + B|\downarrow\rangle$$

ex DV Encodage en Polarisation



$$A|\curvearrowright\rangle + B|\curvearrowleft\rangle$$

Lumière?

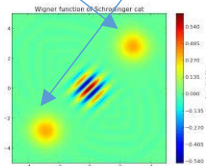
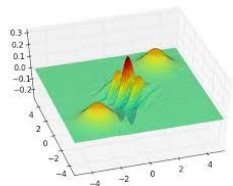


Etats quantiques du champ

ex CV Etats chats de Schrödinger



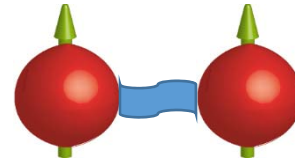
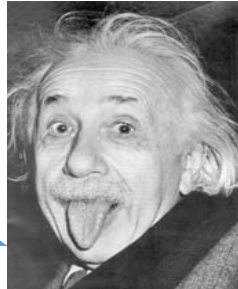
$$A|\alpha\rangle + B|-\alpha\rangle$$



La lumière est :	Discrète Photons	Continue Onde
Pour la décrire, on s'intéresse à :	Leur nombre & leurs cohérences	Son amplitude & sa phase <i>OU</i> Ses quadratures x et p
On représente son état par :	La matrice densité 	La fonction de Wigner

Qu'est-ce que c'est l'intrication?

A spooky
action at
distance!!*



Corrélations quantiques (Intrication)

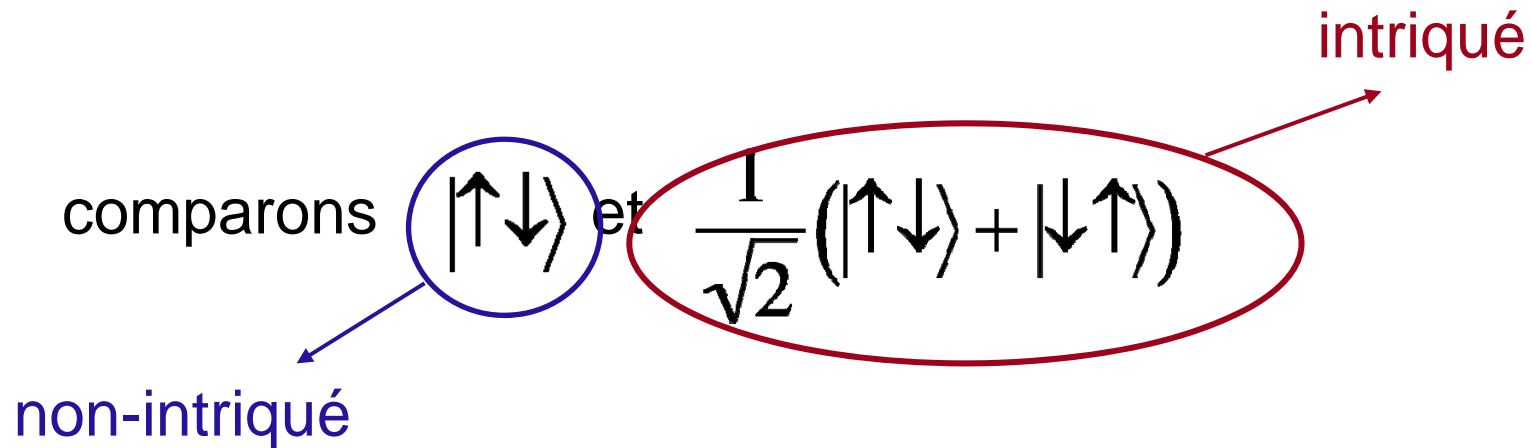
Le Verschränkung**
est l'essence même
de la physique quantique!!



*Une action fanstasmagorique à distance!!

** intrication en allemand.

Pourquoi l'intrication intrigue?



Etat non-intriqué: mesurer un spin n'a aucun effet pour l'autre spin.

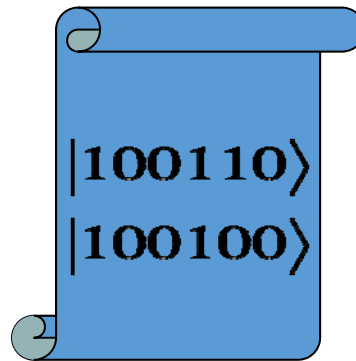
Etat intriqué: mesurer un spin est aussi mesurer l'autre (la « spooky action at distance » d'Einstein).

Les corrélations dans des états intriqués résistent au changement de base.

A quoi ça sert, l'intrication?

Il se trouve que l'intrication nous permet de réaliser des tâches que la physique classique ne peut pas réaliser (*elle est une ressource, comme le pétrole, ou l'argent...*).

L'intrication assure la sécurité de la transmission d'information (quantique)



Bob

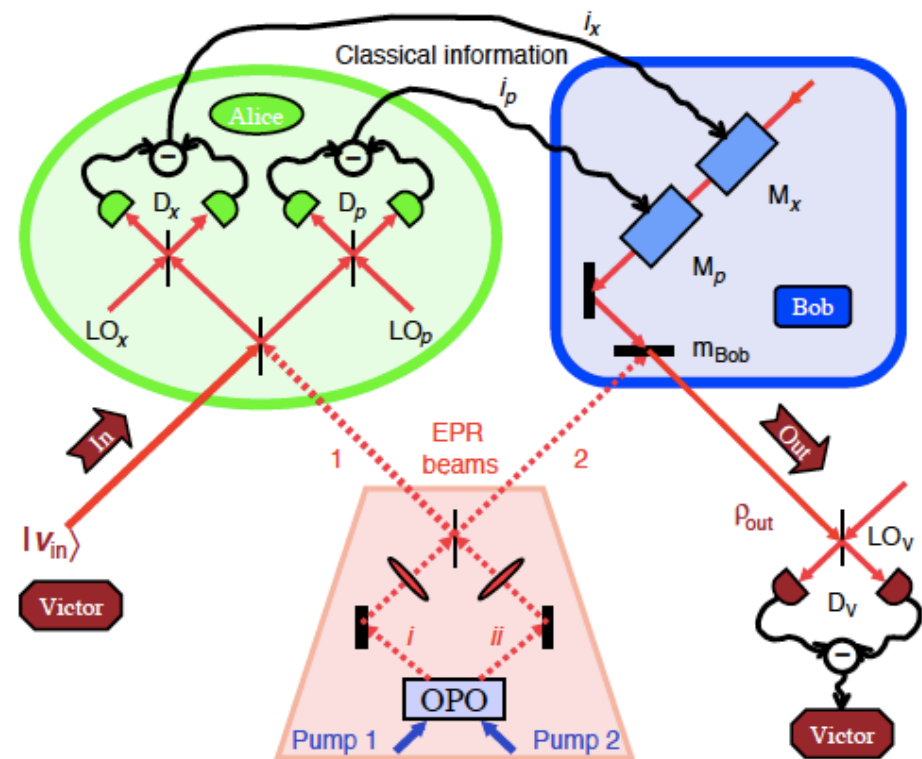
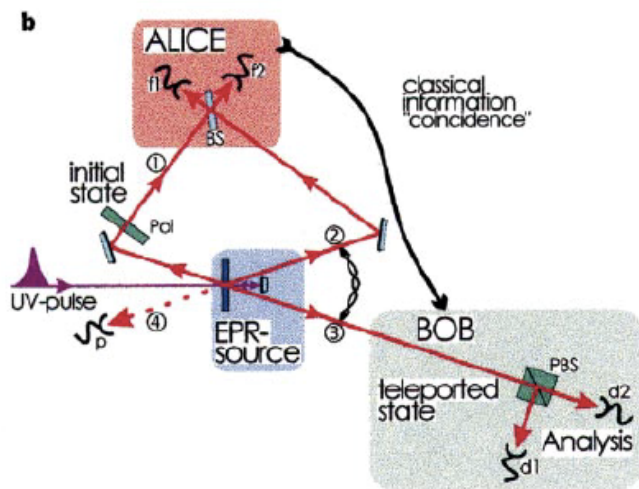
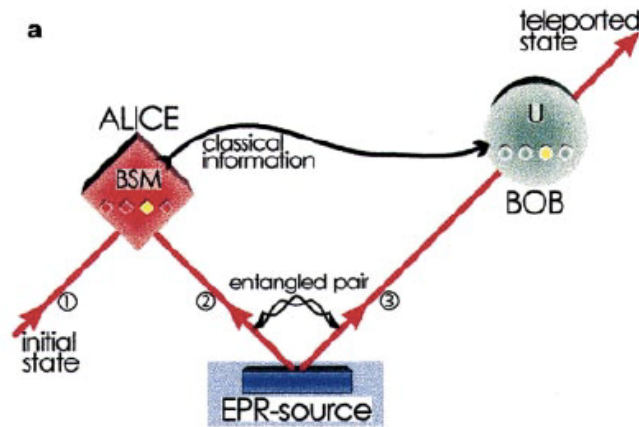


Alice

L'espion laisse une trace, il s'intrique nécessairement avec le message.

Un produit commercialisé!

Exemple de protocole: téléportation d'états quantiques



Le cours

- Séances 1 et 2 : **Etats du champ**, expériences fondatrices la quantification du champ électromagnétique, les états usuels rencontrés en optique quantique ainsi que les expériences les ayant mis en évidence
- Séances 2 et 3 : **Intrication**, sa caractérisation mathématique ainsi que la notion de témoins d'intrication et notamment les inégalités de Bell
- Séances 3 et 4 : **Protocoles** de base en information quantique. Nous montrerons les principes de quelques protocoles simples de communication et de calcul quantique.
- Séances 4 et 5 : **Technologies quantiques** Nous présenterons les expériences permettant la génération d'états non classiques avec de petits nombres de photons.
- Séances 6 et 7 : **Variables continues** Nous exposerons des protocoles et des expériences d'information quantique dans le domaine des variables continues.

Quelque séance : pédagogie inversée

bonus: jouer avec des «vrais» ordinateurs quantiques (IBM..)

Examen:

Oral basé sur un article donné à l'avance, si l'effectif le permet.

+une question de cours

(Sinon, un écrit avec analyse de document.)