

# Optique et information quantique

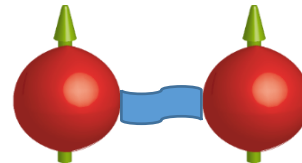
Responsables: Thomas Coudreau (MPQ-Paris 7)

Valentina Parigi (LKB-Paris 6)

# Information quantique



+

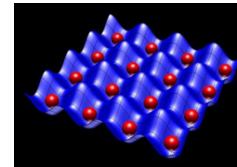


**Objets quantiques (q-bits)**

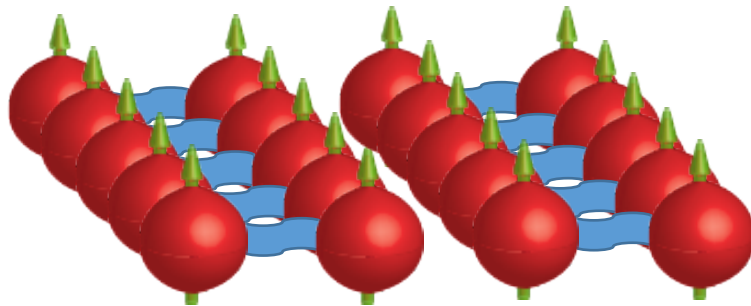
**Corrélations quantiques (Intrication)**

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

Si possible en grand nombre....



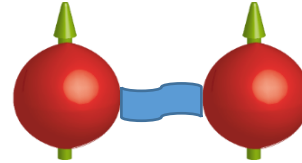
Exemple  
atomes



# Information quantique



+

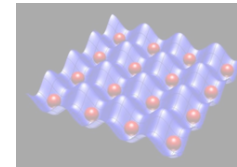
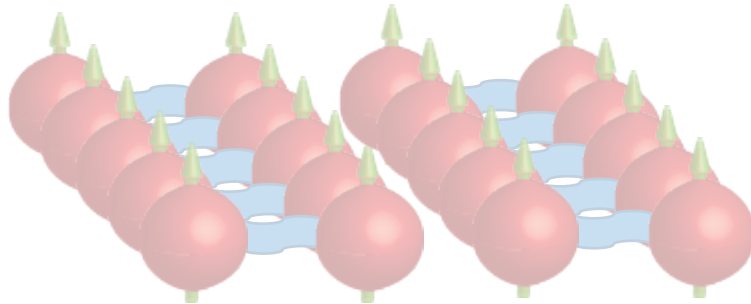


**Objets quantiques (q-bits)**

**Corrélations quantiques (Intrication)**

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


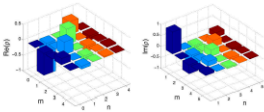
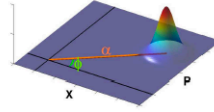
Si possible en grand nombre....



Exemple  
atomes

Lumière?  
↪

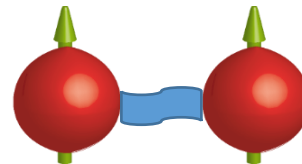
Etats quantiques du champ

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



+

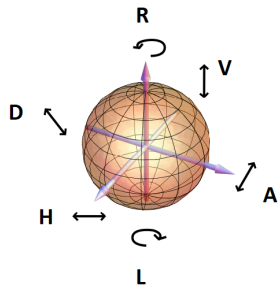


**Objets quantiques (q-bits)**

**Corrélations quantiques (Intrication)**

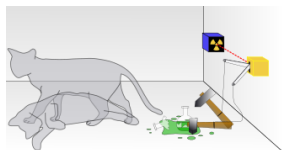
$$A|\uparrow\rangle + B|\downarrow\rangle$$

ex DV Encodage en Polarisation

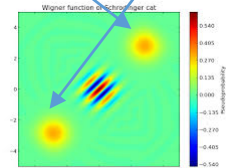
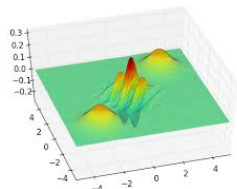


$$A|\curvearrowright\rangle + B|\curvearrowleft\rangle$$

ex CV Etats chats de Schrödinger


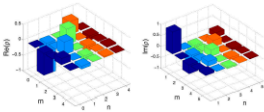
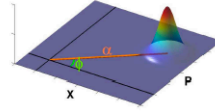


$$A|\alpha\rangle + B|-\alpha\rangle$$



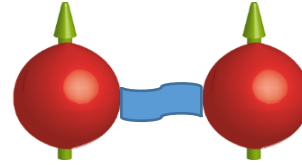
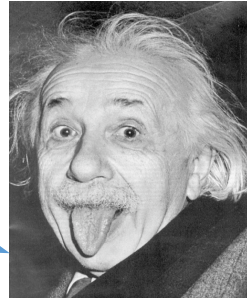
Lumière?  
↪

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 

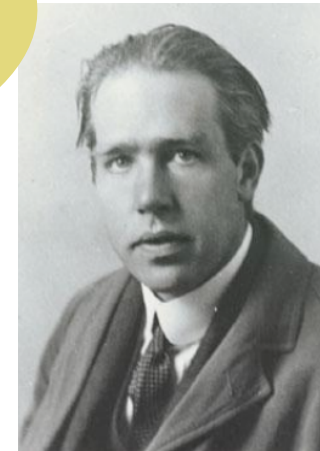
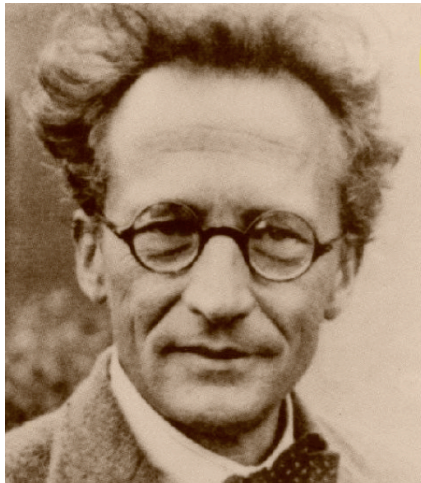
# Qu'est-ce que c'est l'intrication?

A spooky  
action at  
distance!!\*



Corrélations quantiques (Intrication)

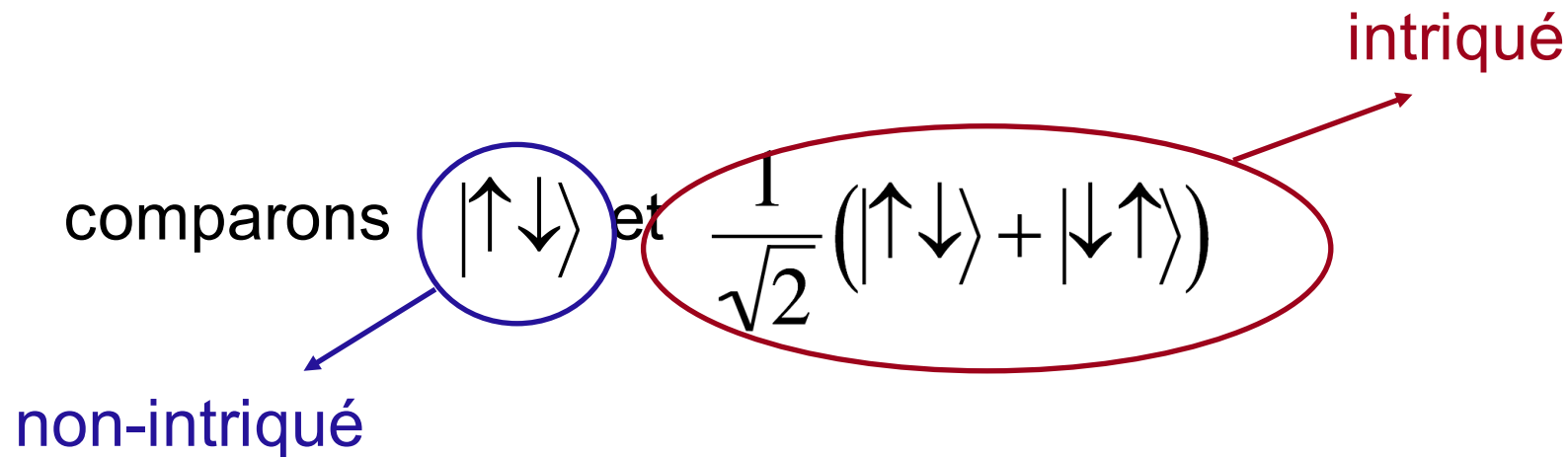
Le Verschränkung\*\*  
est l'essence même  
de la physique quantique!!



\*Une action fantastasmagorique à distance!!

\*\* intrication en allemand.

## Pourquoi l'intrication intrigue?



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

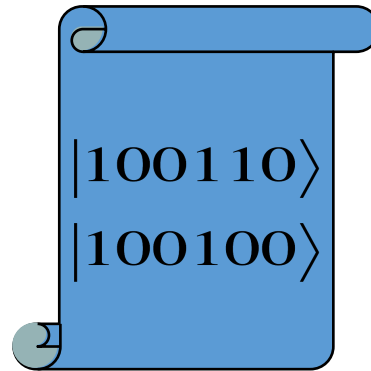
Etat intriqué: mesurer un spin est aussi mesurer l'autre (la « spooky action at distance » d'Einstein).

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 précieuse, ou l'argent...*).

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



Bob

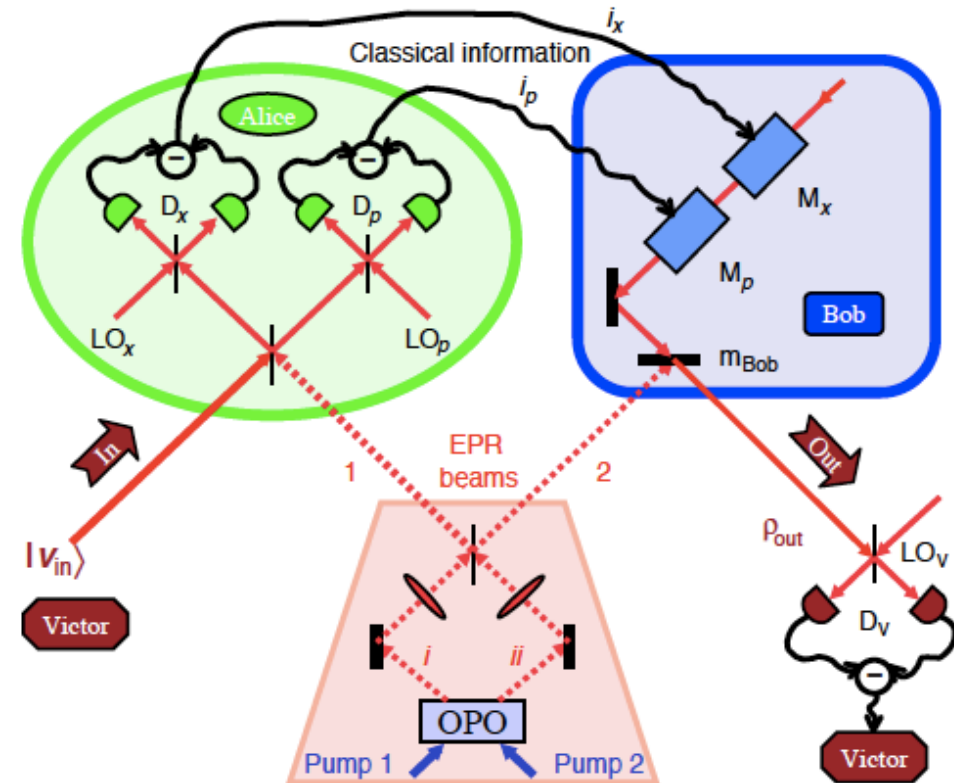
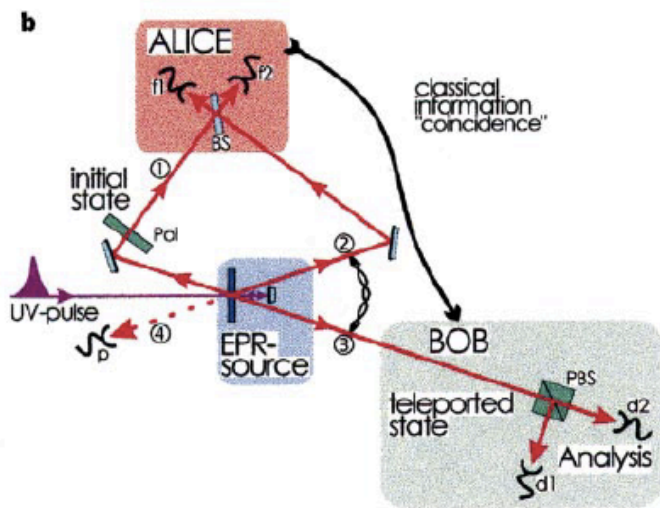
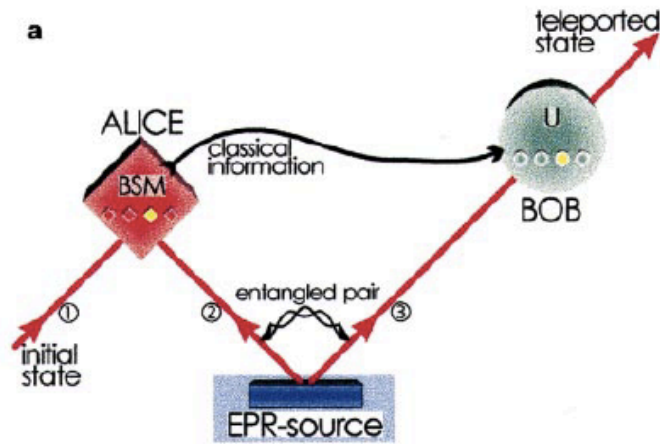


Alice

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.

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.)