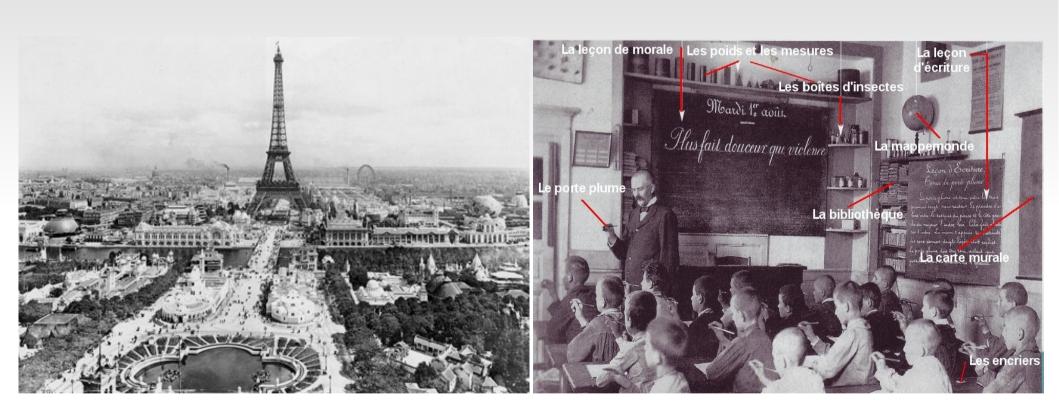
Mécanique Quantique, une introduction

Philippe Ribière ribierep@gmail.com

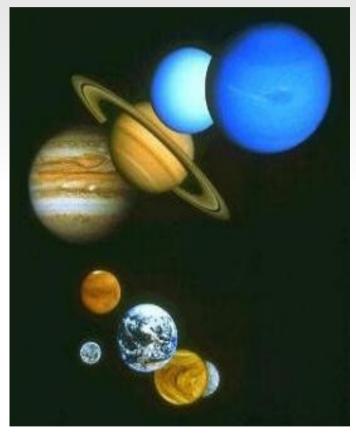
Lycée Marceau 15 Octobre 2013

1. Au début du XXe siècle...



Mécanique, mouvement des planètes et autres objets stellaires, est bien connue





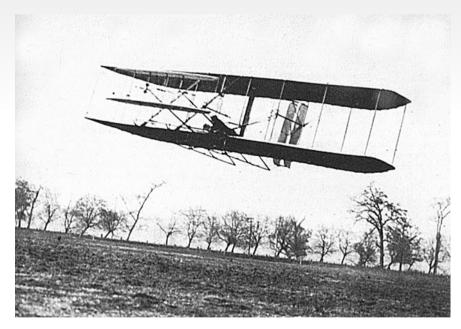
Révolution industrielle



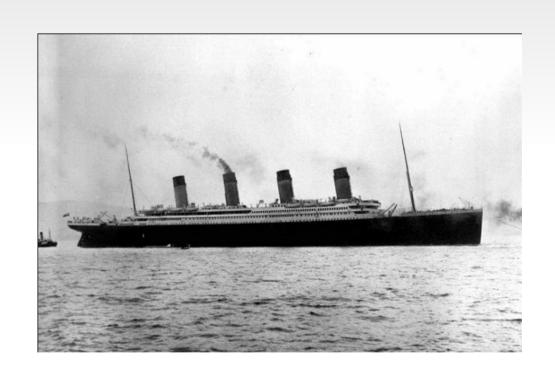


Révolution industrielle





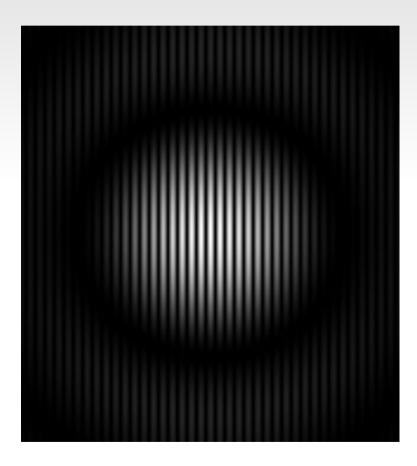
Révolution industrielle



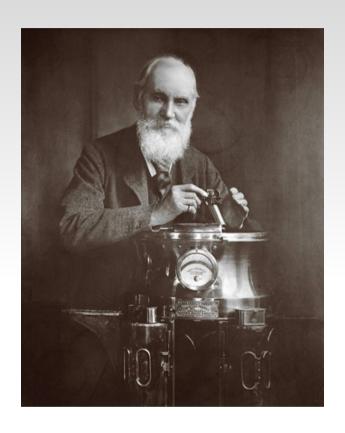


Théorie cohérente pour la lumière (onde électromagnétique)







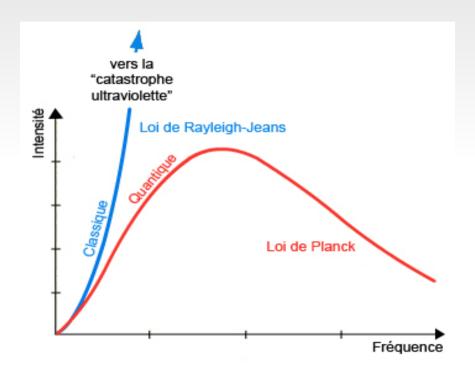


" A part une petite difficulté dans le rayonnement, la Physique est terminée. "

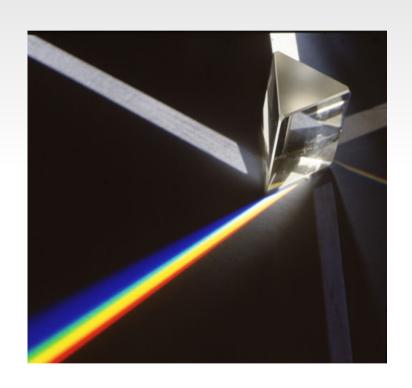
Lord Kelvin

Quelques difficultés:

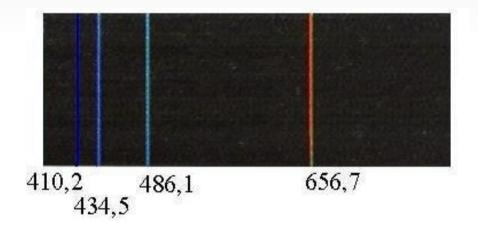




Quelques difficultés:

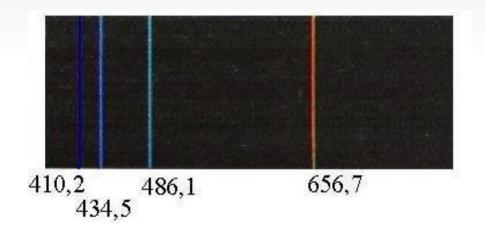


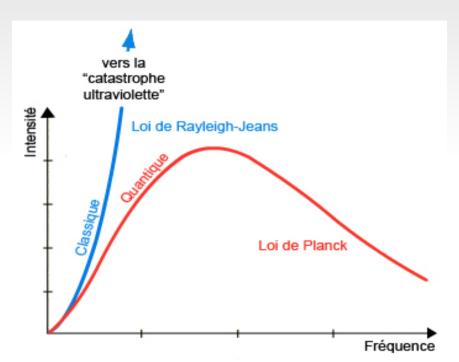
Spectre discret de H:



Quelques difficultés:

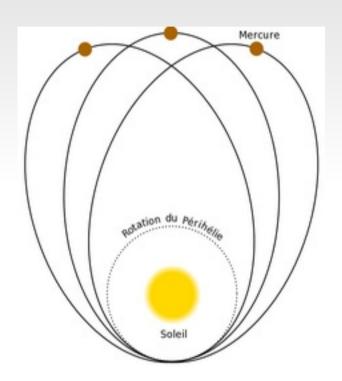






Naissance de la mécanique quantique

Quelques difficultés:

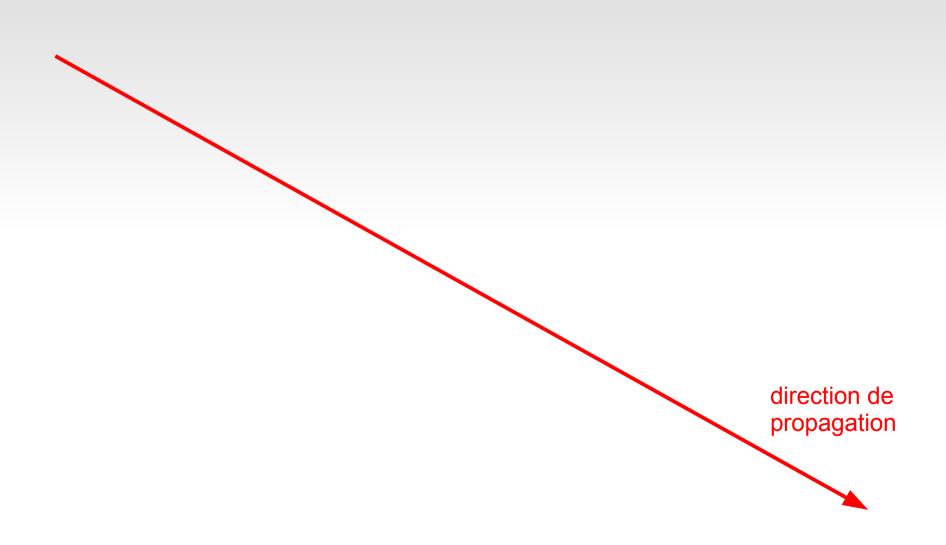


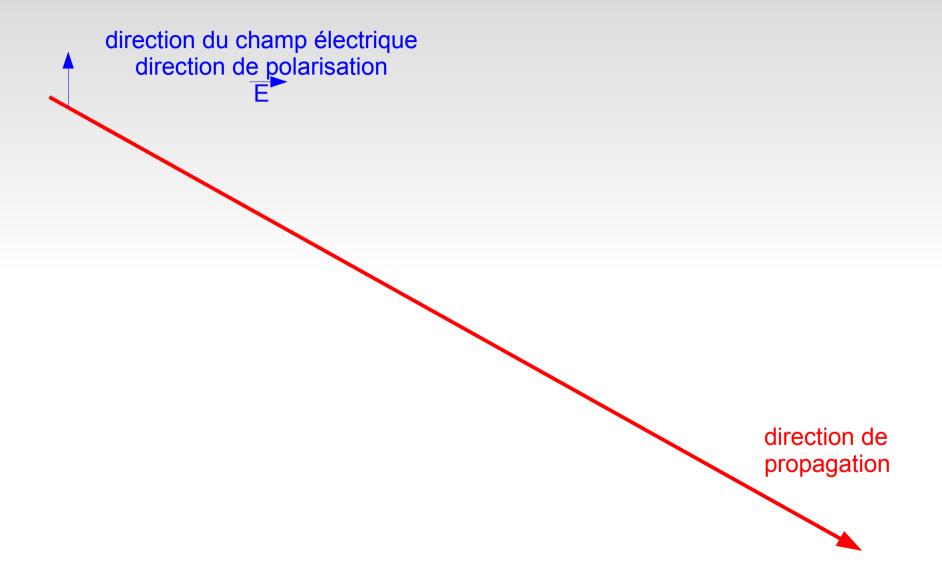


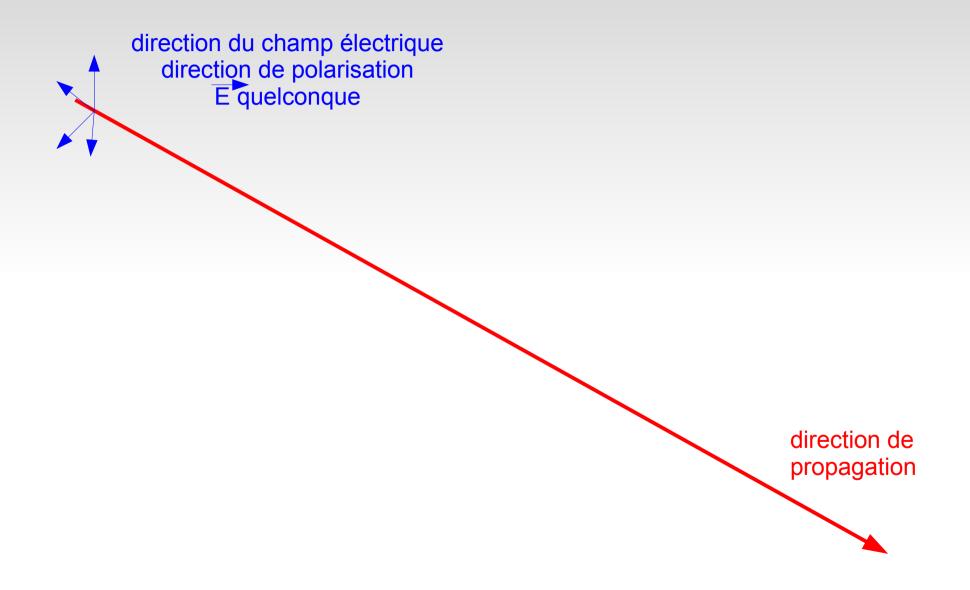
Naissance de la mécanique relativiste

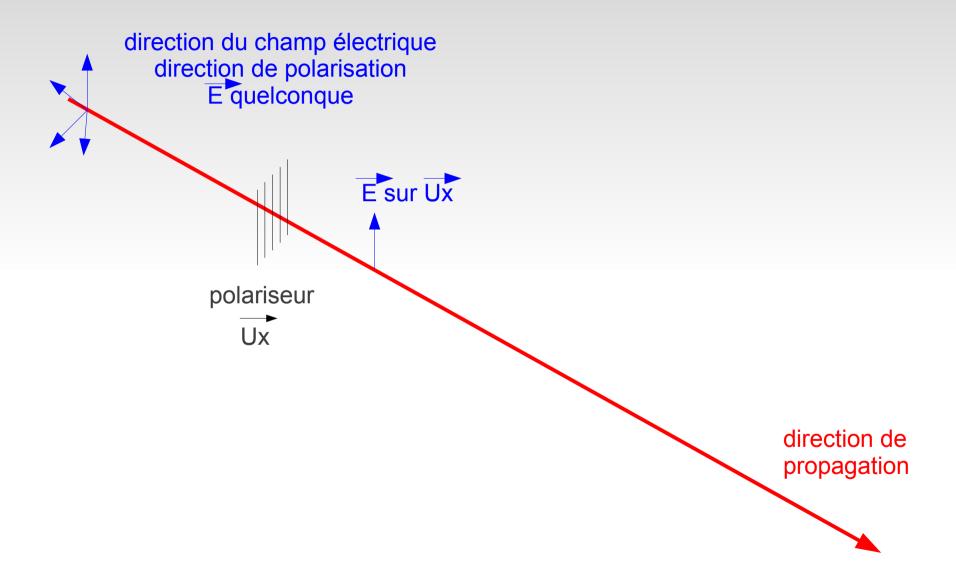
2. Introduction à la mécanique quantique

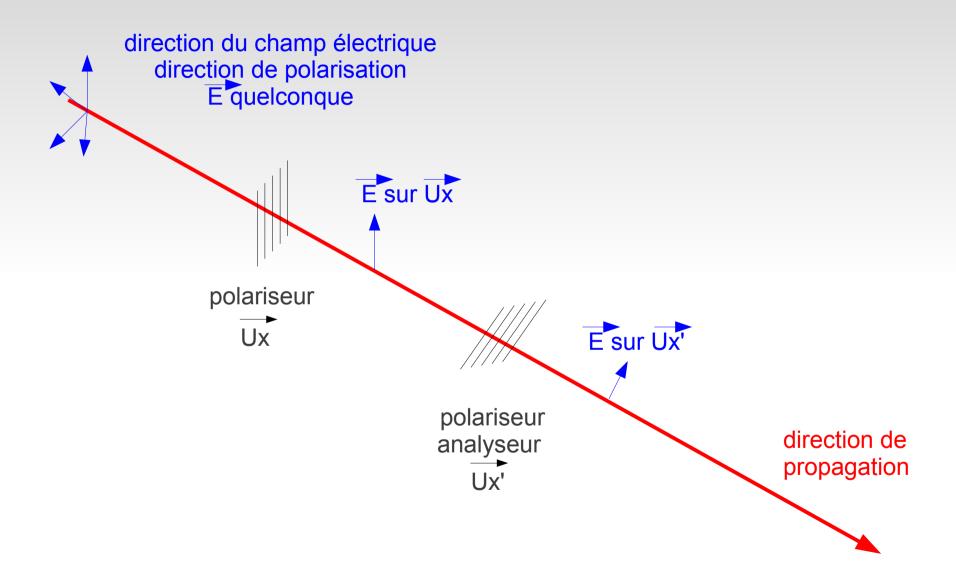
- 2. Introduction à la mécanique quantique
- 2.1. Approche classique de la polarisation

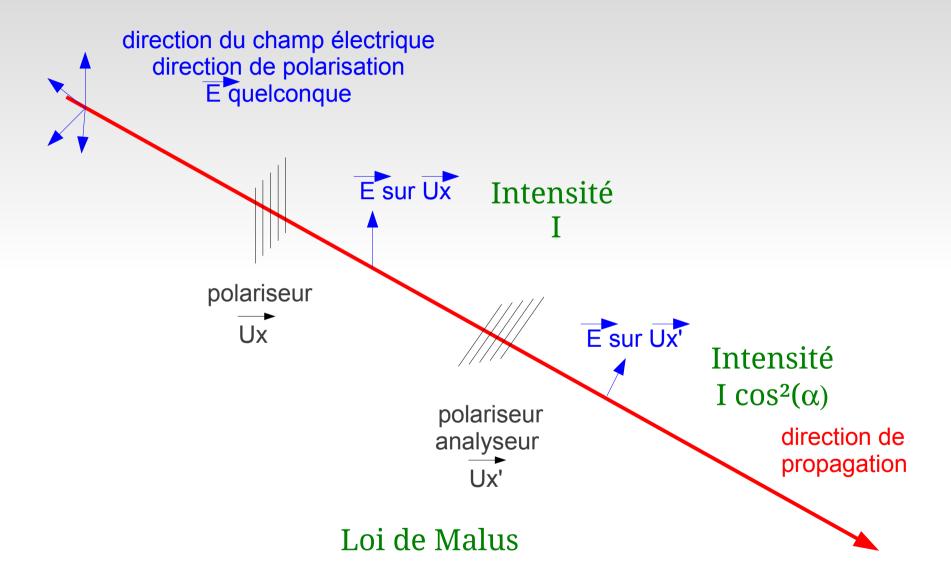


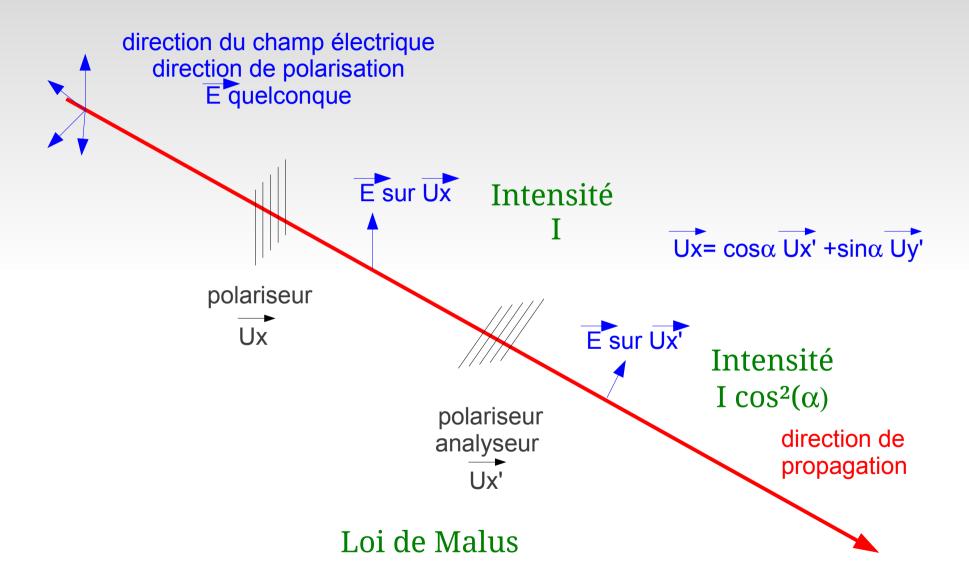


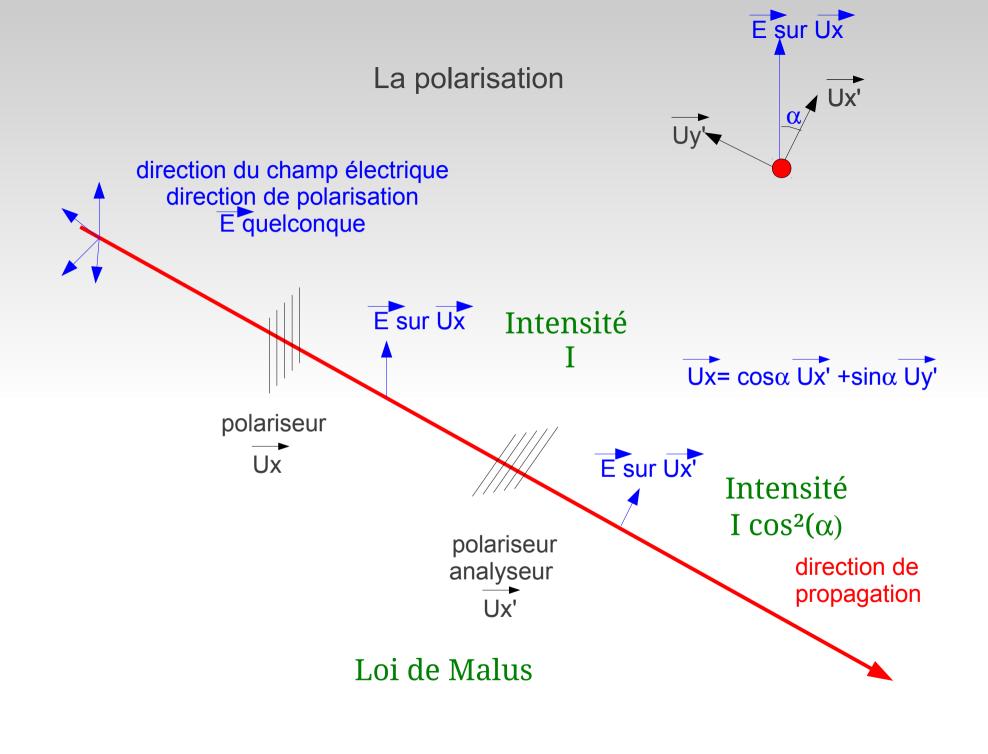


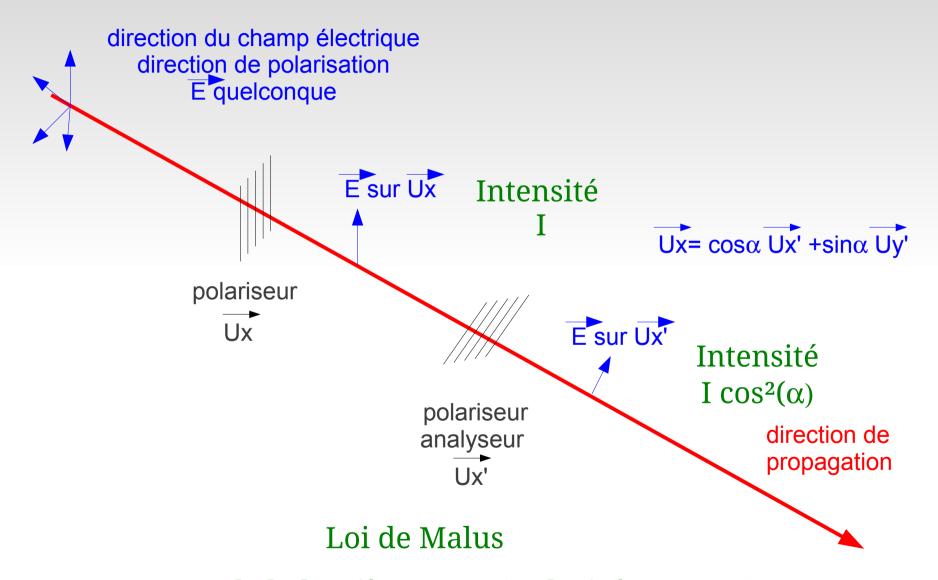






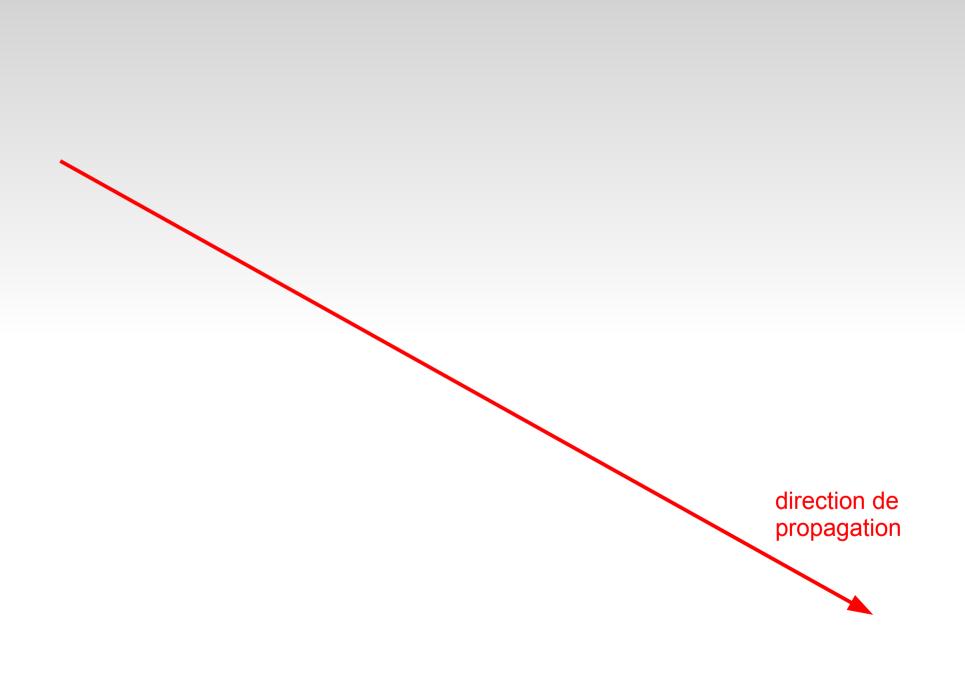


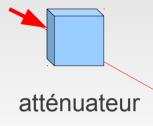




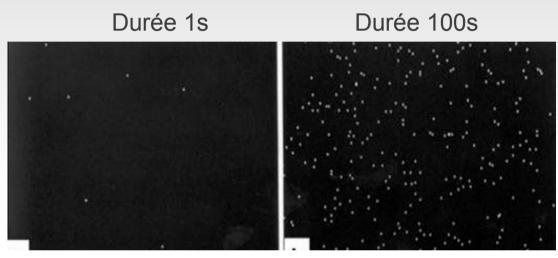
α=45°, 50% de la lumière passe (polarisée sur Ux') 50% de la lumière est réfléchie (polarisée sur Uy')

- 2. Introduction à la mécanique quantique
- 2.2. Approche quantique de la polarisation

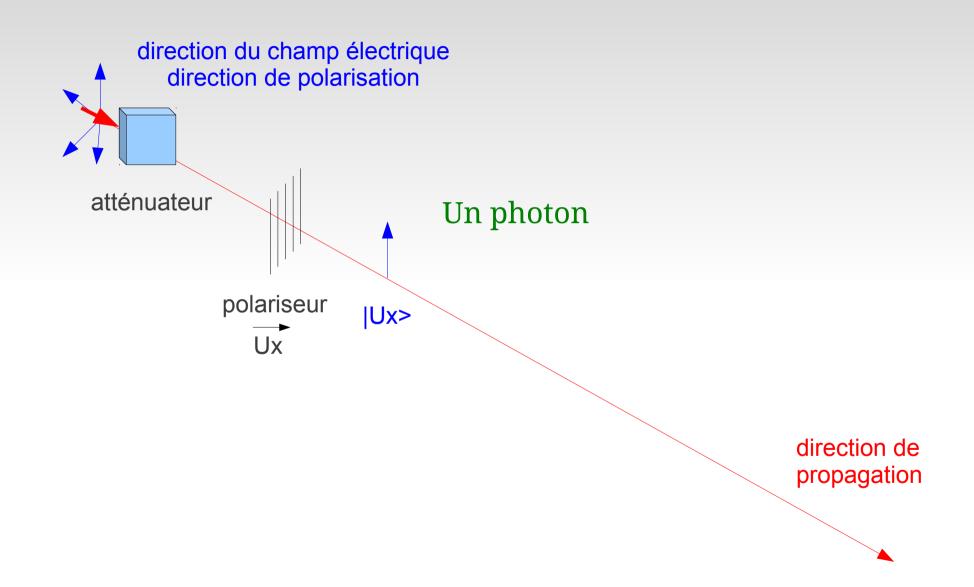


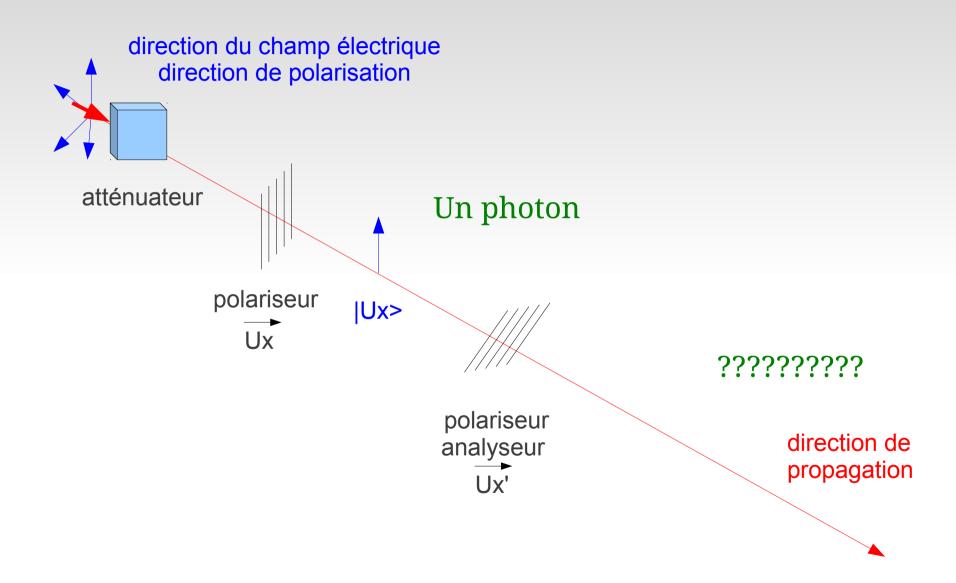


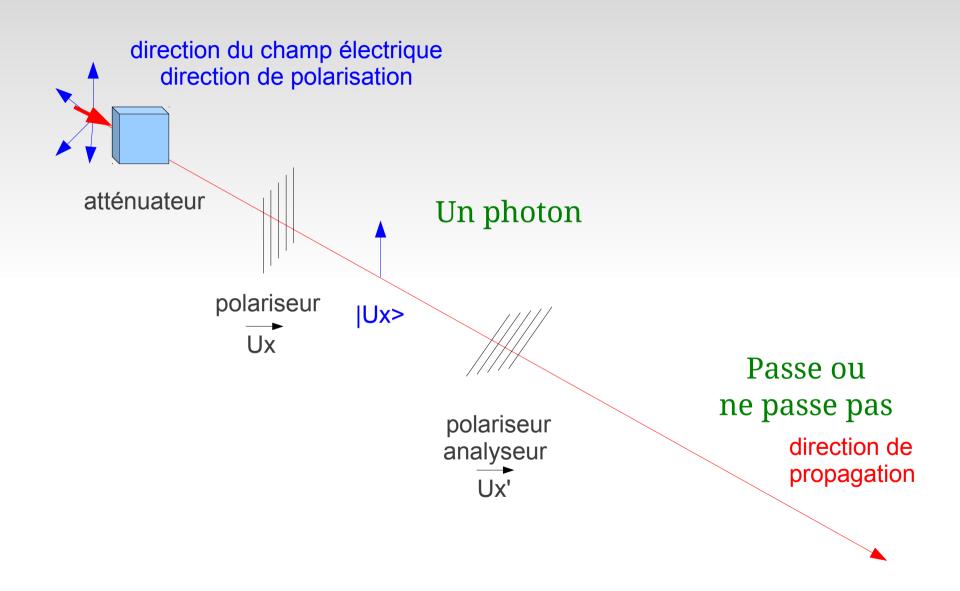
direction de propagation

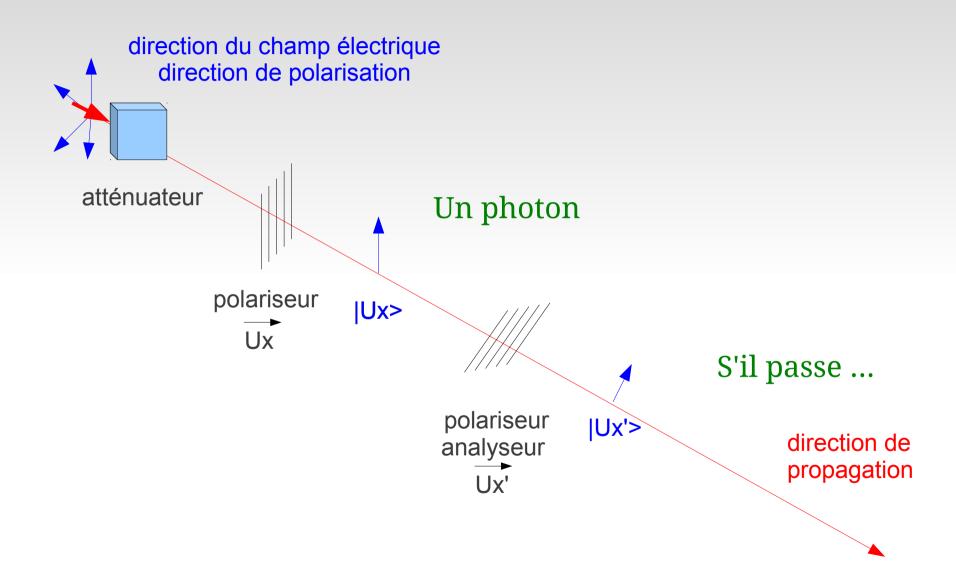


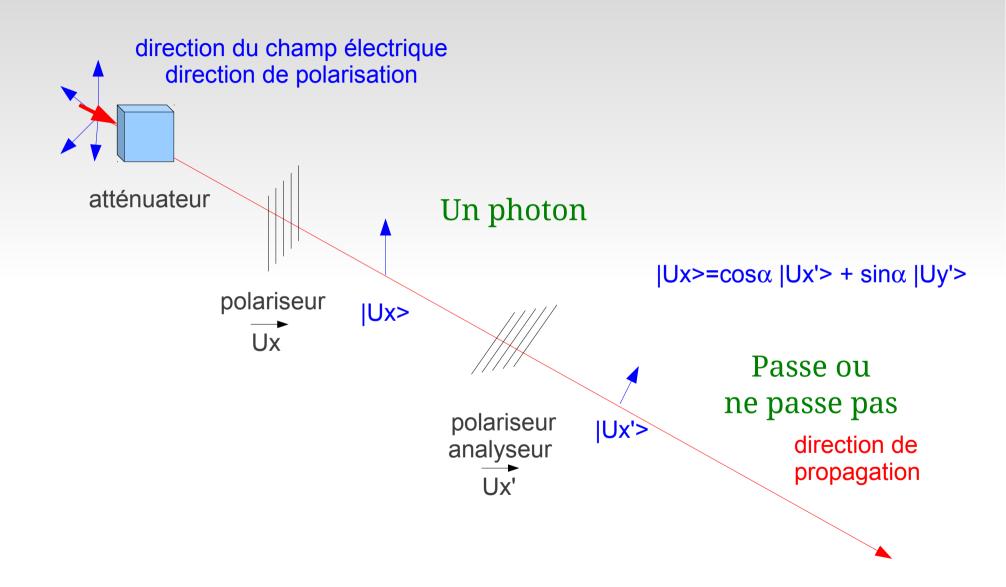
Les quanta de lumière: les photons

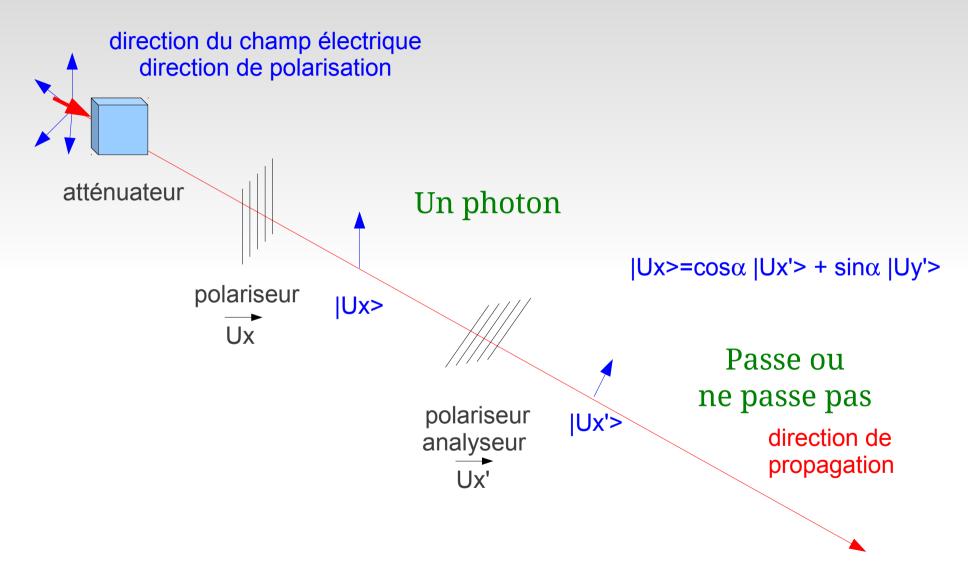












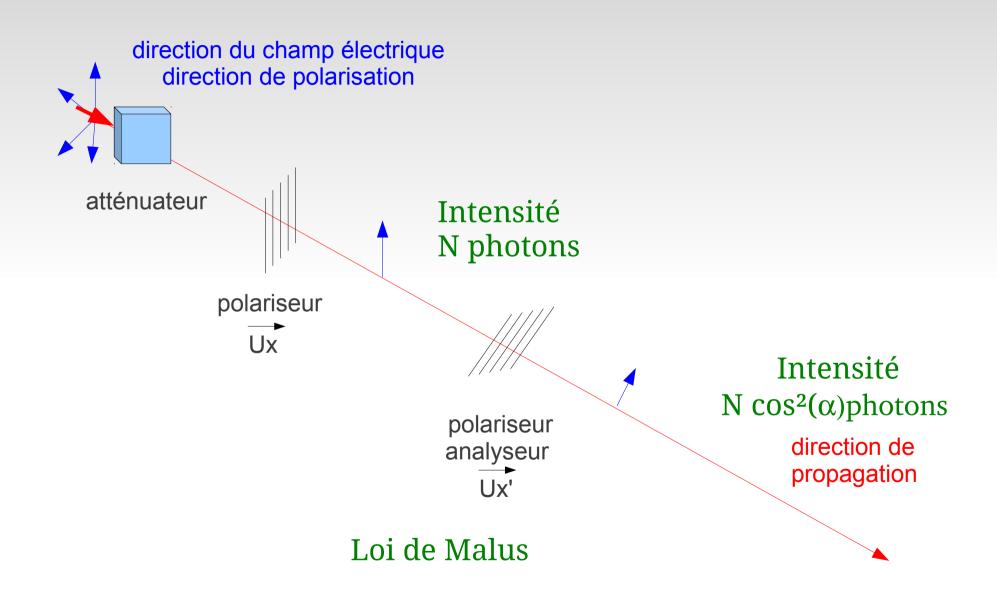
la probabilité de passer est de $\cos^2\alpha$ α =45°, $\cos^2\alpha$ =50%

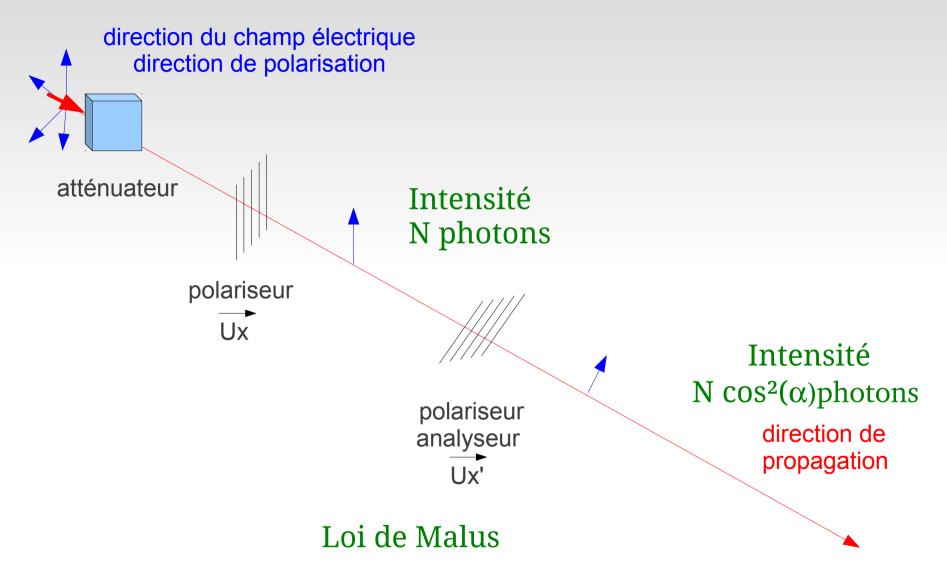
Postulats fondamentaux de la mécanique quantique:

- 1. L'état du système quantique est défini par un vecteur appelé "ket" |Ux>, |Ux'>
- 2. Une quantité mesurable est décrite par une matrice appelée "observable" matrice = Px' un projecteur sur la direction de polarisation Px'|Ux'>=1.|Ux'> et Px'|Uy'>=0 Px'= (1 0) (0 0)
- 3. La mesure d'une grandeur physique ne donne que les valeurs propres de l'observable les valeurs propres du projecteur sont 0 (ne passe pas) et 1 (passe)
- 4. Lors d'une mesure, la <u>probabilité</u> de trouver la valeur propre est le carré du produit scalaire du ket et du vecteur propre

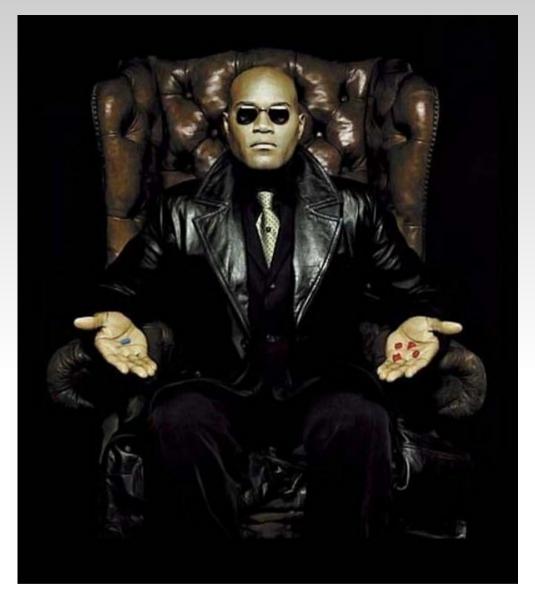
$$<$$
Ux' $|$ Ux $>$ ² $=$ cos² α

- 5. Après la mesure, l'état du système devient le vecteur propre associé à la mesure. Si le photon est passé, son état est alors |Ux'> (réduction du paquet d'onde)
- 6. L'évolution de l'état propre est décrite par l'équation de Schrödinger





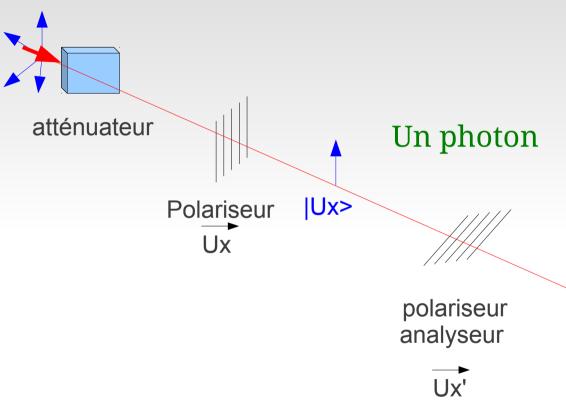
α=45°, 50% des photons passent, 50% sont réfléchis Compatible avec les expériences classiques

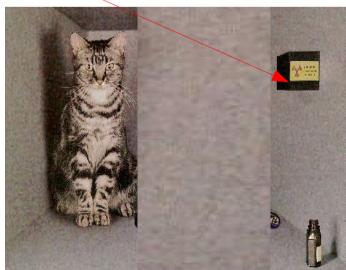


Welcome to the quantum world

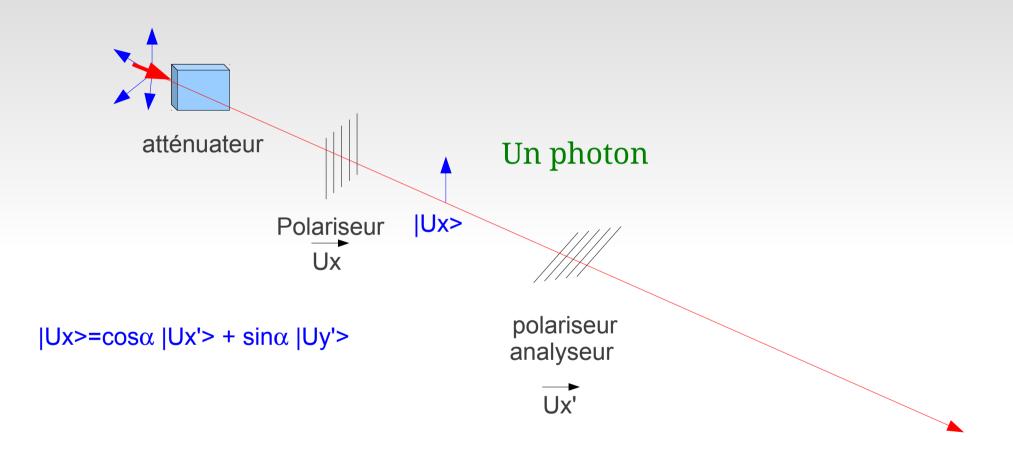


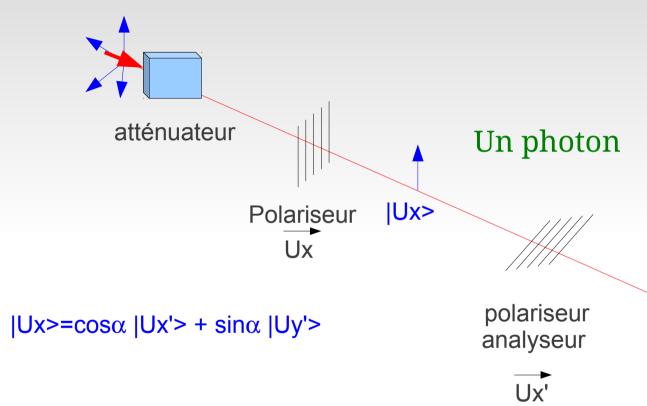
3. Les "paradoxes" de la mécanique quantique3.1. Le Chat de Schrödinger

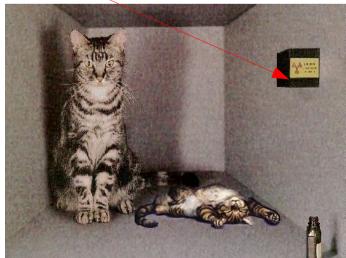


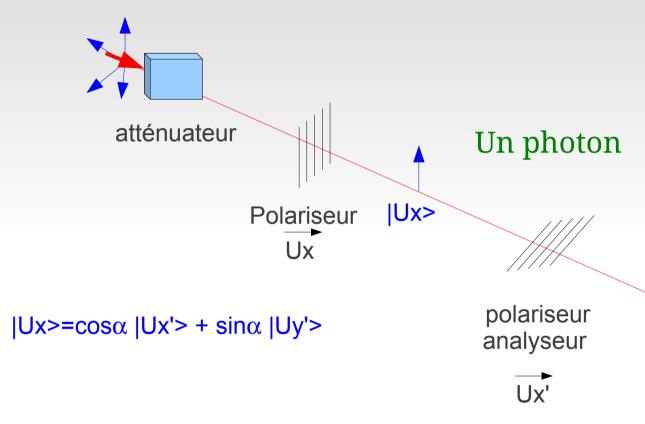


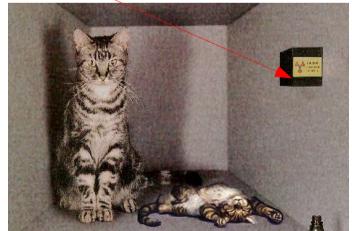








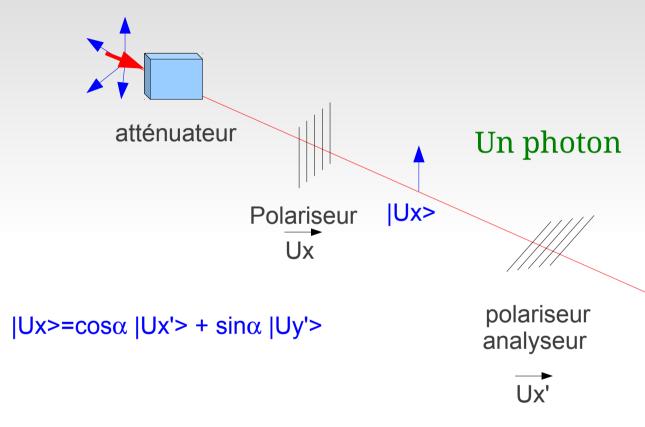


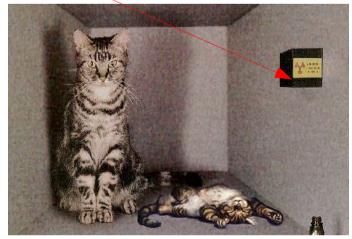


|Chat>= $\cos\alpha$ |Mort> + $\sin\alpha$ |Vivant>

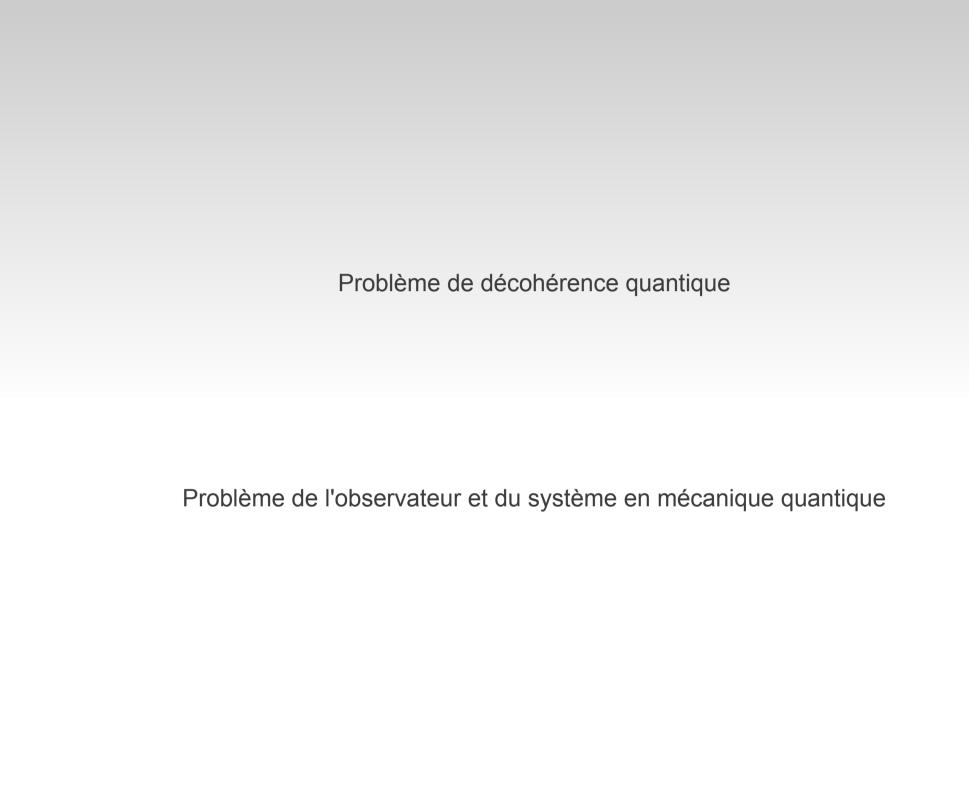




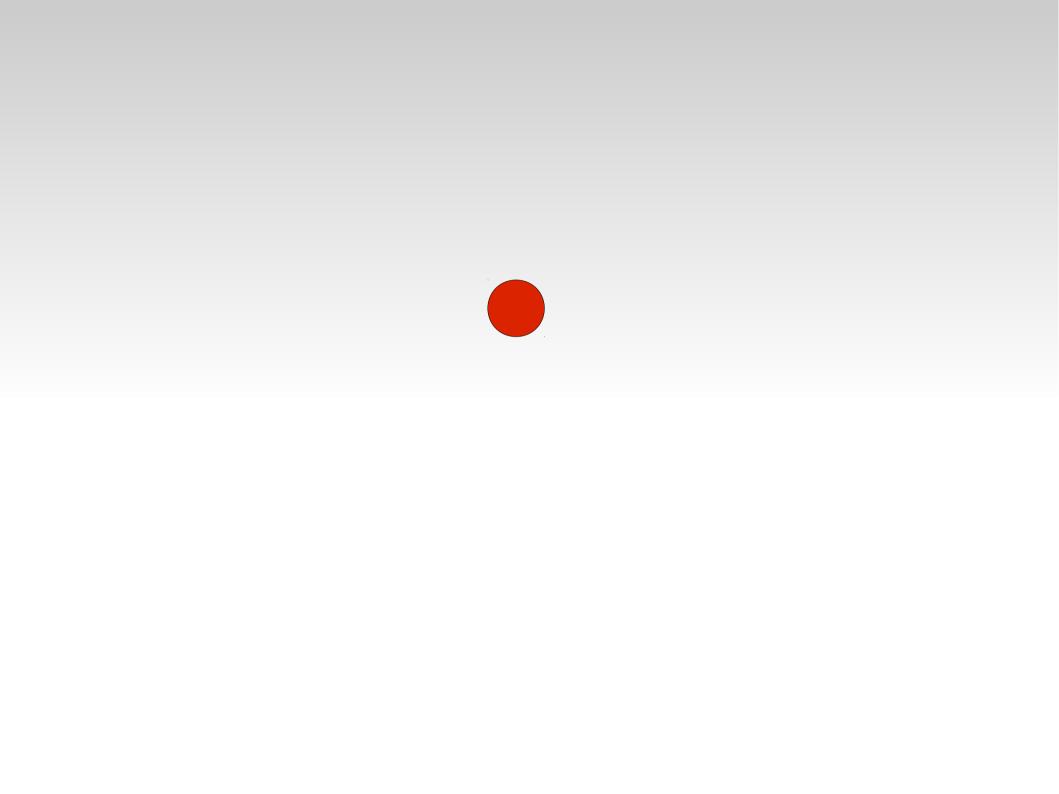




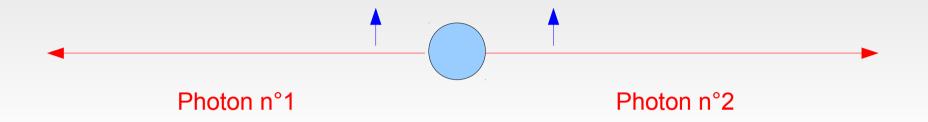
|Chat>= $\cos\alpha$ |Mort> + $\sin\alpha$ |Vivant>



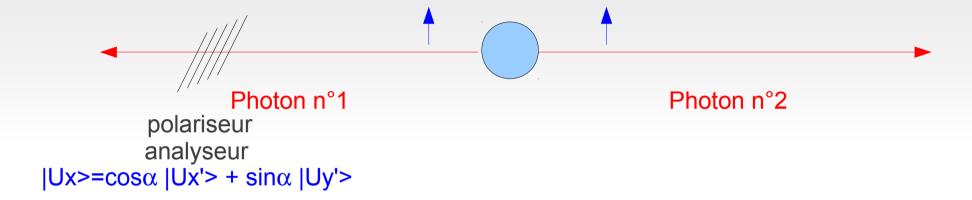
3. Les "paradoxes" de la mécanique quantique 3.2. Le paradoxe EPR



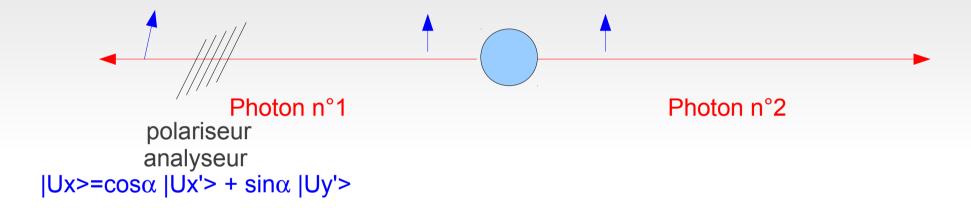
Photon n°1 Photon n°2



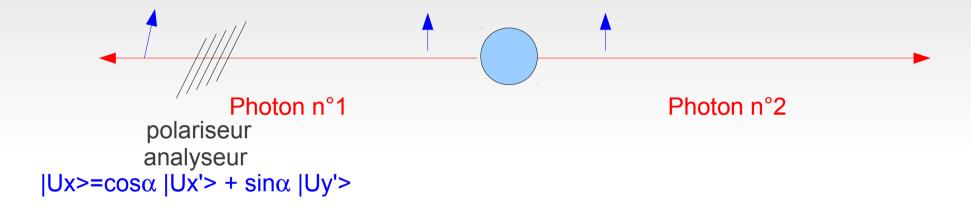
Les deux photons sont décrits par une et une seule fonction d'onde |Ux>



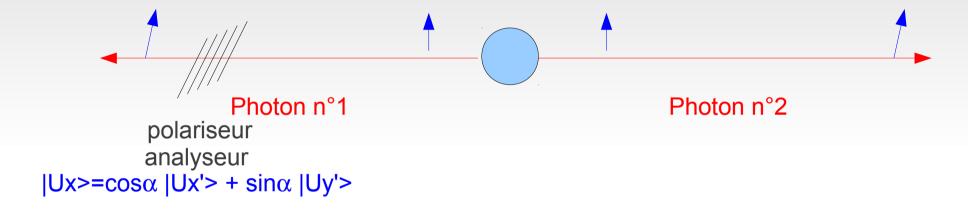
Les deux photons sont décrits par une et une seule fonction d'onde |Ux>



Les deux photons sont décrits par une et une seule fonction d'onde |Ux>

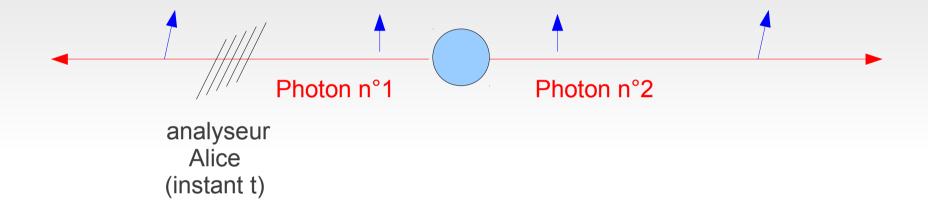


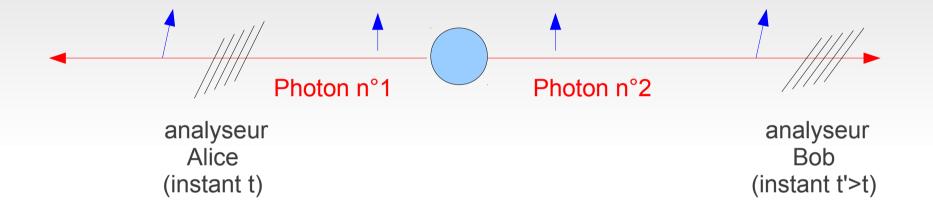
Les deux photons sont décrits par une et une seule fonction d'onde Avant la mesure |Ux> Après la mesure |Ux'> (pour les deux photons)

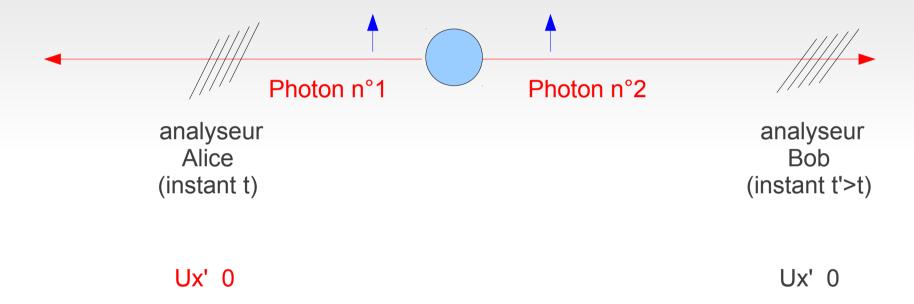


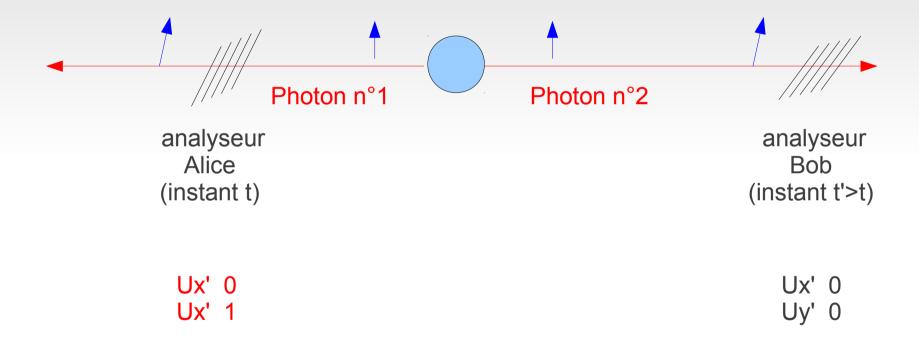
Les deux photons sont décrits par une et une seule fonction d'onde Avant la mesure |Ux> Après la mesure |Ux'> (pour les deux photons)

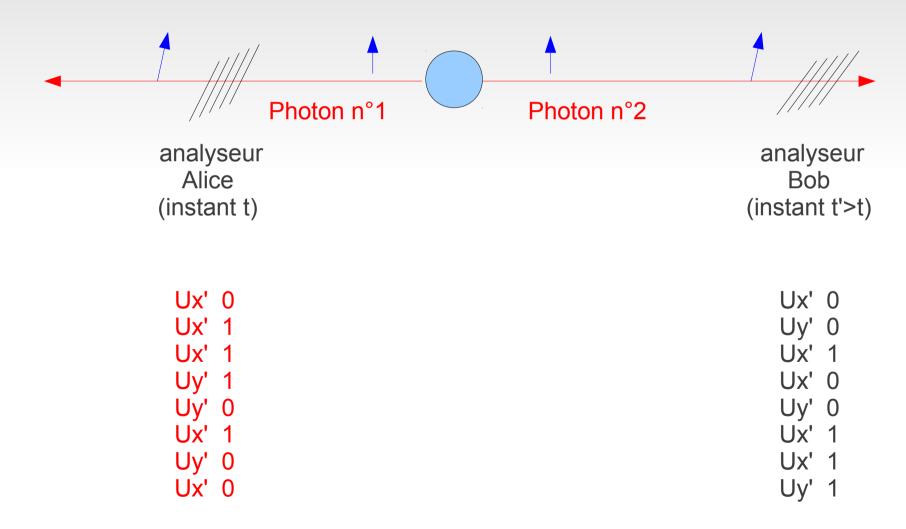
4. La cryptographie quantique

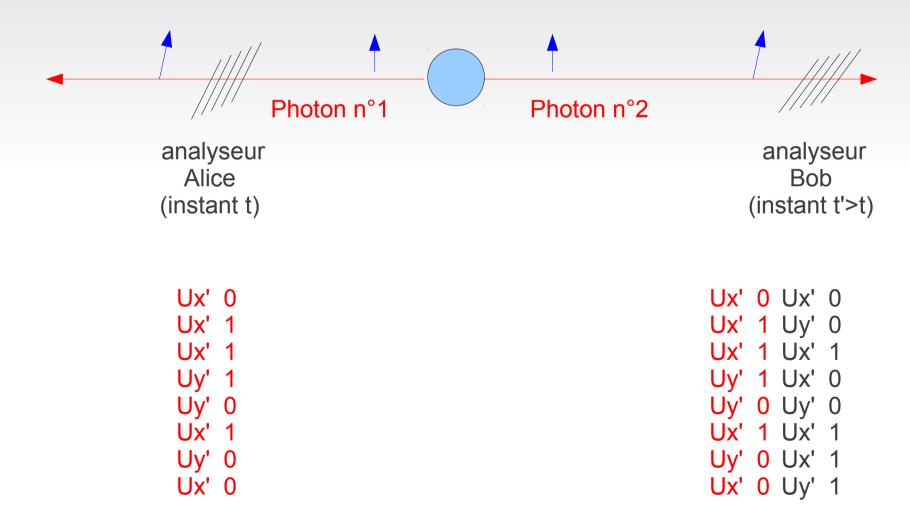


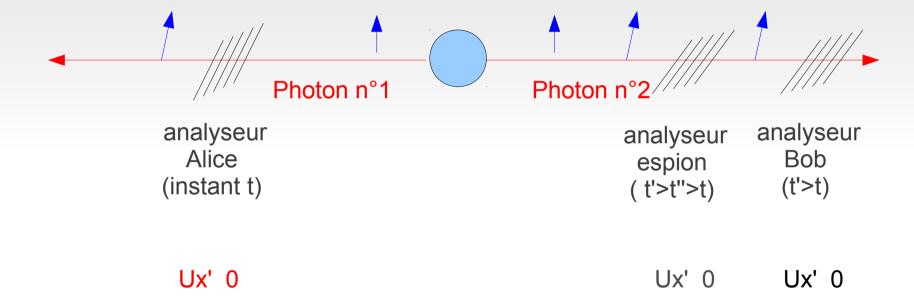


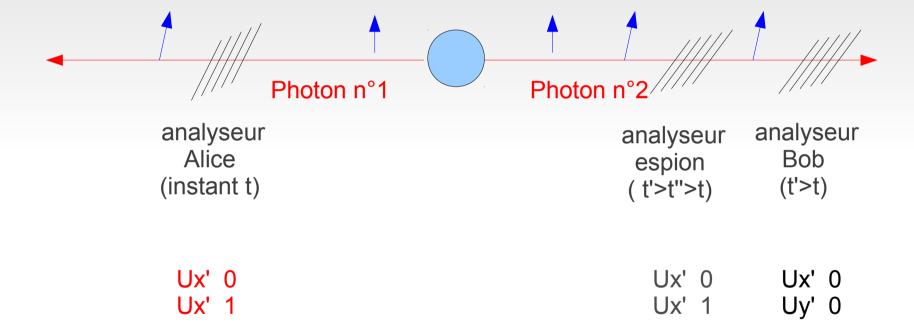


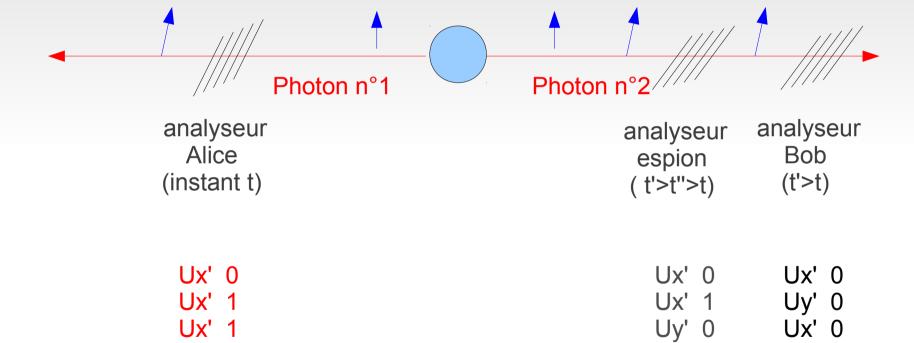


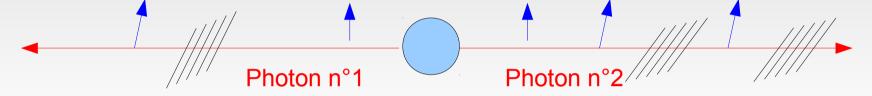










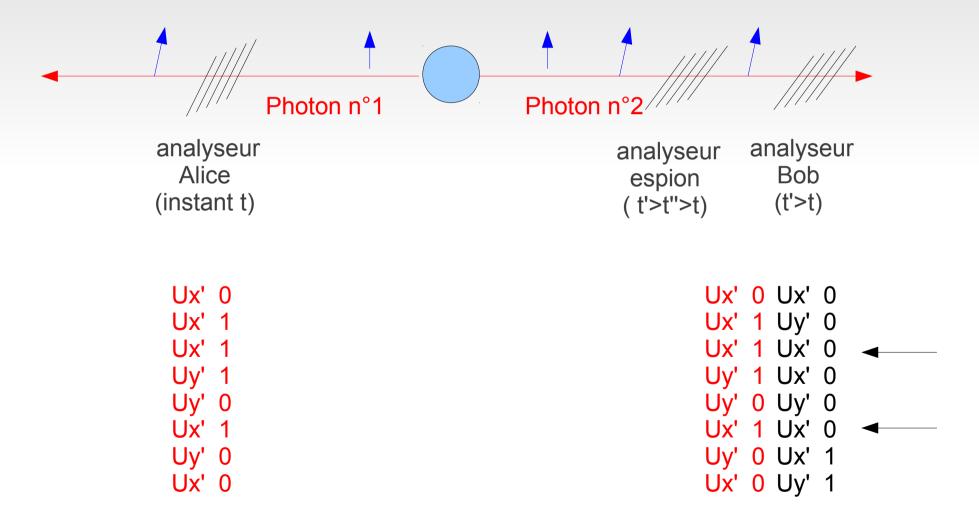


analyseur Alice (instant t)

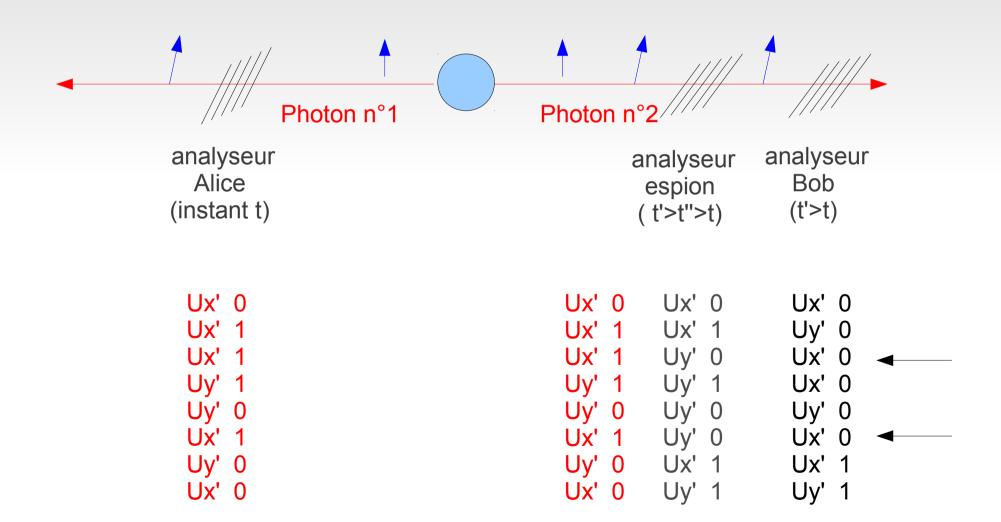
Ux' 0
Ux' 1
Ux' 1
Uy' 1
Uy' 0
Ux' 1
Uy' 0
Ux' 0
Ux' 0

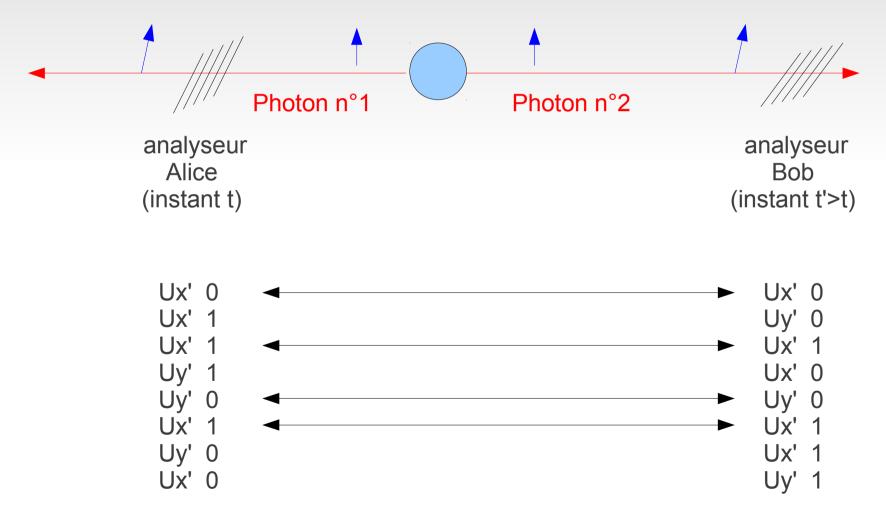
analyseur analyseur espion Bob (t'>t">t)

Ux' 0 Ux' 0 Ux' 1 Uy' 0 Ux' 0 Uy' 0 Uy' 1 Ux' 0 Uy' 0 Uy' 0 Uy' 0 Ux' 0 Ux' 1 Ux' 1 Uy' 1 Uy' 1



L'espion est détecté





Clef de chiffrage secrète: 0101...

