

# *Echappées vers le futur*

*A la mémoire de mon ami Robert Brout*



# Le passé

**Galileo Galilei**  
(1564-1642)



*Isaac Newton (1643-1727)*

*James Clerk Maxwell (1831-1879)*

*Albert Einstein (1879 - 1955)*

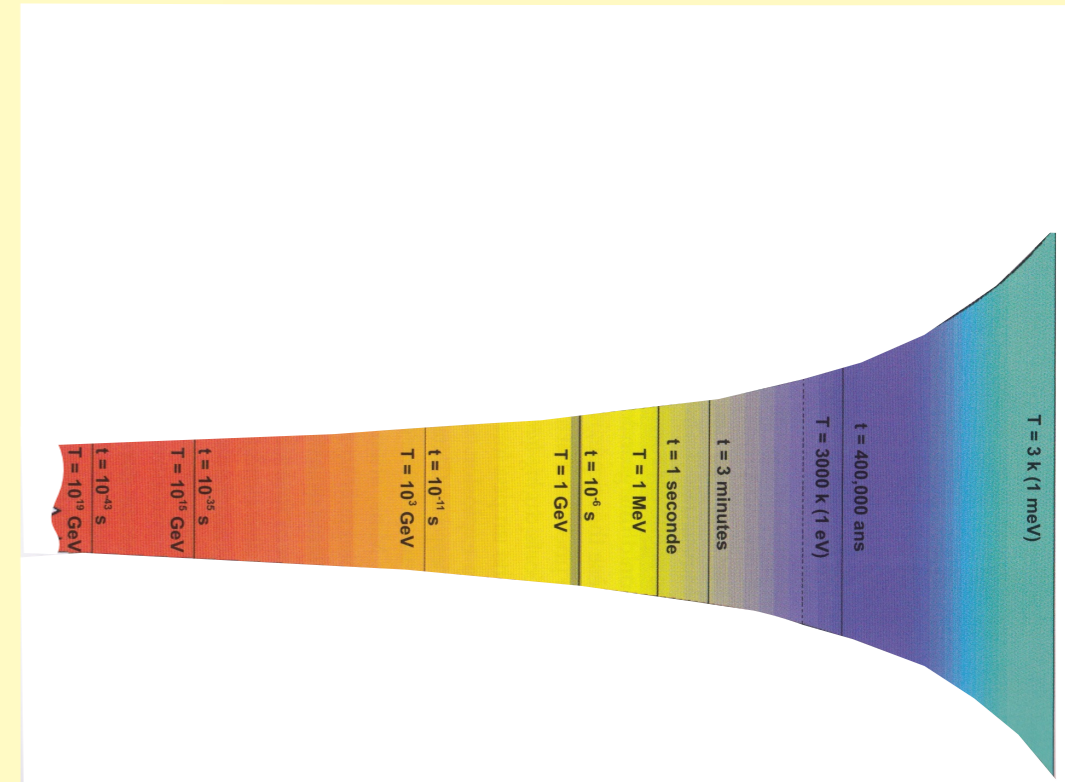
*Le mécanisme de Brout-Englert-Higgs (1964-2012)*

## Cosmologie

*Alexander Friedmann*  
*Expansion (1922)*

*Georges Lemaître*  
*Expansion; Big Bang (1927)*

*Penzias-Wilson*  
*Cosmic radiation (1965)*



# *L'Inconnu*

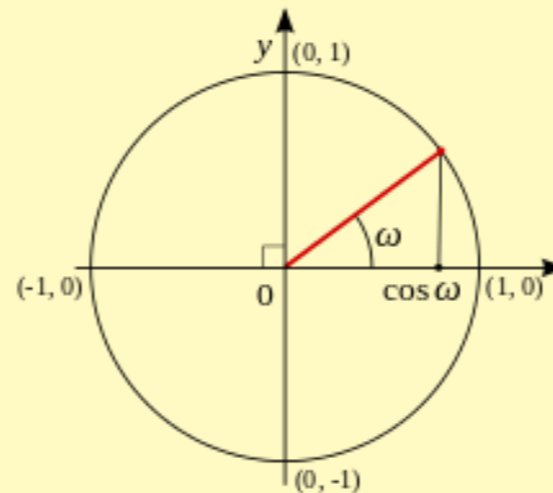
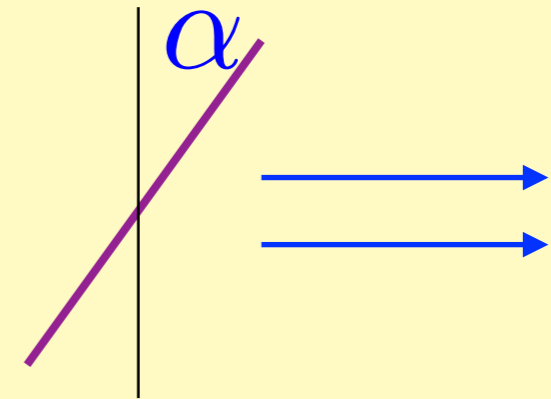
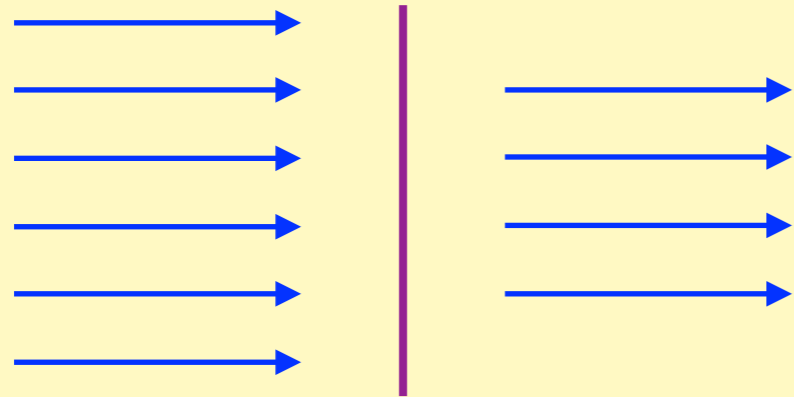
*Au delà du modèle Standard*

*Matière noire (25%), Energie Noire (70%)*

*La complexité    La quantification de la gravitation    La physique quantique*

# La physique quantique

## Probabilités



$$P_+ = \cos^2 \alpha$$

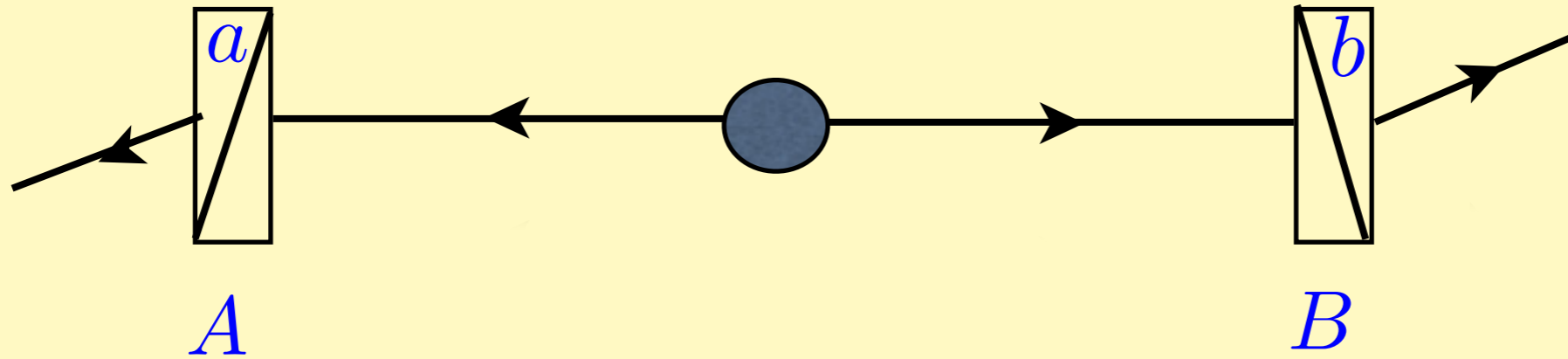
$$P_- = \sin^2 \alpha$$

*la physique quantique repose sur des probabilités*

*les lois (mécanique, électromagnétisme) de la physique classique sont déterministes*

*Peut - on résoudre l'indétermination irréductible quantique en la complétant par sous-monde déterministe (variables cachées) ?*

## *Etat "intriqué" à deux photons*



$$P_{+++} = P_{---} = \frac{1}{2} \cos^2(a b) \quad P_{+-} = P_{-+} = \frac{1}{2} \sin^2(a b)$$

$$E(a b) \equiv P(a b) = P_{++} + P_{--} - P_{+-} - P_{-+}$$

$$P(a b) = \cos 2(a b)$$

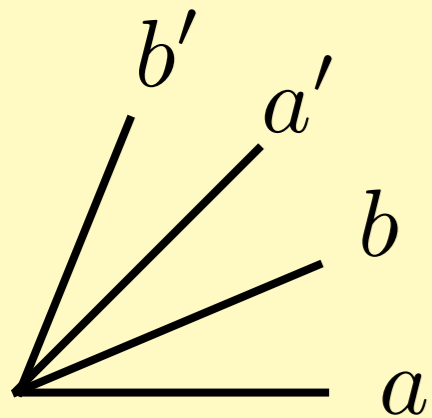
# Variables Cachées

## *Théorème de Bell*

*Hypothèses de Bell : localité, indépendance de la mesure*

$$P(ab) = E(ab) = \int d\lambda \rho(\lambda) A(a, \lambda) B(b, \lambda)$$

$$S \equiv E(ab) + E(a'b) + E(a'b') - E(ab') \leq |2|$$



$(a\ b) = 22^\circ 5'$

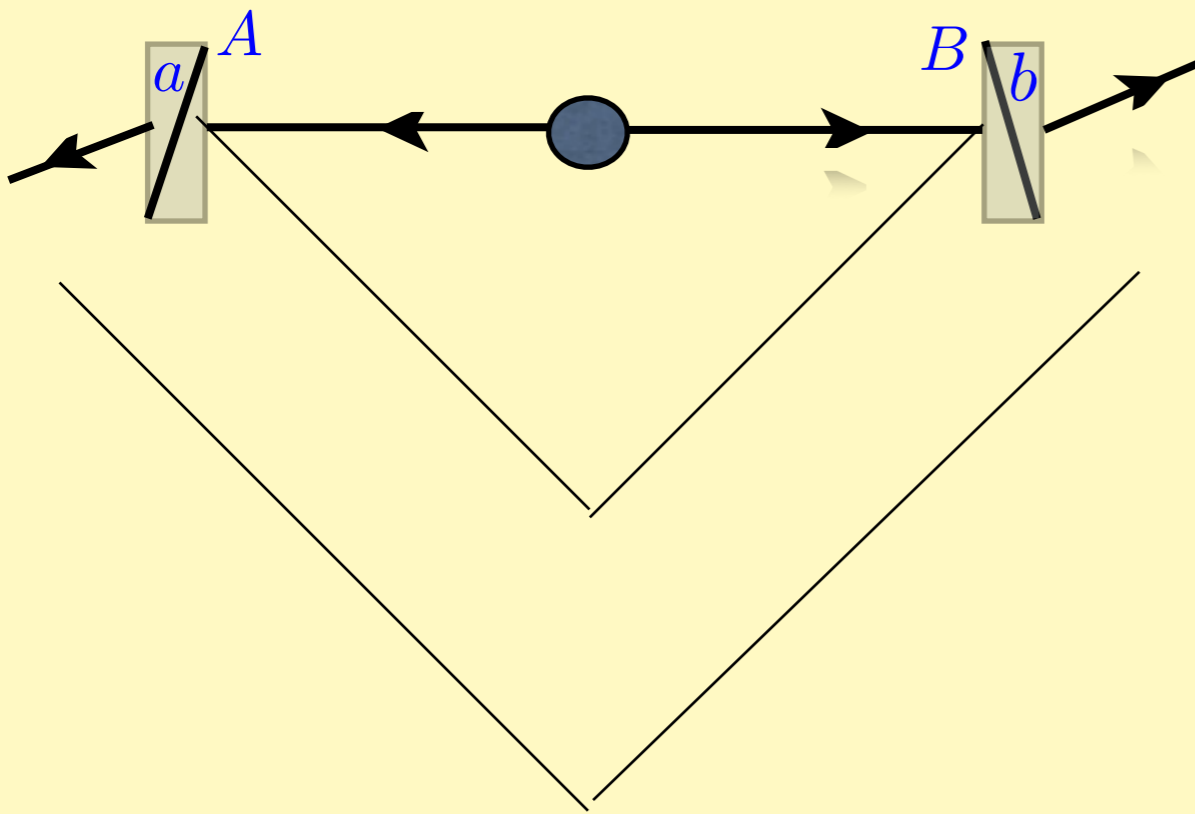
$$\longrightarrow S_{\text{Q.M}} = 2\sqrt{2} > S_{\text{classical}}$$



*Il est impossible de résoudre l'indéterminisme irréductible de la physique quantique par des variables cachées classiques !!!*

# Indépendance des mesures et le libre arbitre

La *localité* est conservée. L'*indépendance des mesures* est en fait due à l'hypothèse cachée du **libre arbitre** de Bob et Alice, ce que je rejette. Le réglage des polariseurs peut être vu comme statistique pour rendre la complexité du réel



$$\lambda_i \rightarrow \lambda'_i, \mathcal{A}_i, \mathcal{B}_i$$



$\rho(\lambda, a, b) \rightarrow$  la localité est préservée

$$P_{\text{classical}}(a b) = P_{Q.M.}(a b)$$

On peut concevoir la physique quantique et par conséquent toute la physique comme (super) **déterministe** Il faut remonter le passé jusqu'à sa naissance (big-bang ou autre) qui serait alors l'origine d'un monde déterministe