Uwe Franz
4/2/2016

Introduction au Théorème PBR (2011)

PBR = Pusey, Barrett, Rudolph : "On the reality of the quantum state"

"Qu'est-ce que le ψ de la m.q.?" 2 possibilités :

[ψ-ontique] "psiontology" - ψ est une onde réelle (ex : expérience à 2 fentes, interférence)

[ψ-épistémique] - ψ exprime juste notre connaissance sur le système mécanique

(= artifice de calcul

= comme en statistique, info extraite de l'étude d'une pop.)

Einstein, Bohr : $\psi_1 + \psi_2$: l'enfant à naître, c'est garçon + fille

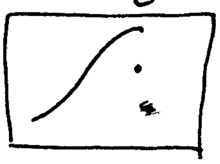
Est-ce que c'est, ou est-ce déjà un g. ou une f.,

sauf qu'on ne le sait pas encore.

Pb du "collaps", de l'effondrement, de la réduction du paquet d'onde.

Ici : réel = actuel et pas potentiel ! Car si réel = potentiel, la 2^e^ possibilité devient réelle.

Harrigan et Spekkens



espace des phases.

point - version ontique (x,p)

distrib. de probabilité : version épistémique

$\mu(x,p)$.

Pb de la paramétrisation à la base de l'équidistribution

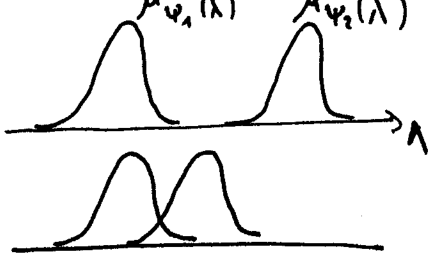
Espace des phases : on a (x,p) et pas (x,v).

N.B. : un point est une proba : un δ de Dirac.

Un ensemble de configurations du système qui a une réalité : Λ (qu'on ne connaît pas)

Nous, on ne représente l'état du système que par une f^n^ d'onde ψ.

Inversement, donné $|\psi\rangle$, il y a une distribution $\mu_{|\psi\rangle}(\lambda)$ sur les configurations



ψ-ontique : les distributions ne se chevauchent pas

ψ-épistémique : il existe ψ_1, ψ_2 dont les distributions se chevauchent.

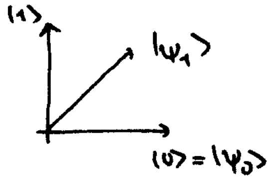
Théorème PBR (no-go theorem, théorème d'impossibilité)

L'hypothèse ψ-épistémique est contradictoire*. μ_{ψ_1} et μ_{ψ_2} ne peuvent se chevaucher.

* par rapport aux prédictions de la m.q., sous qq hypothèses.

Supposons l'existence de deux f^{ns} d'onde ψ_0, ψ_1 telle que $|\langle \psi_0, \psi_1 \rangle| = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (cela marche avec n'importe quel réel entre 0 et 1) ; on considère

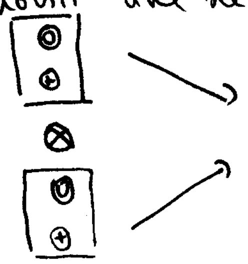
$$|0\rangle = |\psi_0\rangle \quad \text{et} \quad |\psi_1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle) = |+\rangle$$



hypothèse d'indépendance : on suppose donnés deux appareils qui peuvent préparer $|\psi_0\rangle$ et $|\psi_1\rangle$.

Donc $|0\rangle \otimes |0\rangle$, $|0\rangle \otimes |+\rangle$, $|+\rangle \otimes |0\rangle$, $|+\rangle \otimes |+\rangle$.

On choisit une de ces quatre possibilités. Peut-on par la fonction d'onde constater laquelle?



On va supposer que $\mu_{\psi_1}(\lambda)$ et $\mu_{\psi_2}(\lambda)$ se chevauchent : il existe Δ tel que

$\mu_{\psi_0}(\Delta) \geq q > 0$

$\mu_{\psi_1}(\Delta) \geq q > 0$

Définissons $|-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle)$,

$$|\xi_1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle \otimes |1\rangle + |1\rangle \otimes |0\rangle)$$
$$|\xi_2\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle \otimes |-\rangle + |1\rangle \otimes |0\rangle)$$
$$|\xi_3\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|+\rangle \otimes |1\rangle + |-\rangle \otimes |0\rangle)$$
$$|\xi_4\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|+\rangle \otimes |-\rangle + |-\rangle \otimes |+\rangle)$$

Alors $\langle \xi_1, |0\rangle \otimes |0\rangle \rangle = 0$

Je peux par des expériences de m.q. exclure que chacun des $|0\rangle \otimes |0\rangle$, ... ~~est impossible~~ n'est pas le cas, alors qu'a priori il est possible.

Q: fait-on une pétition de principe? Part-on de l'expérience ontique.

Il y a un argument de De Broglie pour séparer les deux positions? C'est à la 2^e mesure que commence

Si on connait les chemins, on somme les amplitudes et pas les probabilités.

Que veut dire mettre deux Stern-Gerlach ensemble ?

Comment passer d'un seul système à un produit tensoriel ?

Pb : on a supposé l'hypothèse ontique au début :

$\Lambda \longrightarrow \psi$ injectif ?

Pour un ψ donné, y a-t-il une seule configuration λ ?

Q : avec une seule mesure, on ne peut pas...
à partir de la deuxième mesure, on peut faire apparaître la spécificité de la m.q.

hasard ontologique $\longleftrightarrow$ connaissance épistémique

variables cachées $\longleftrightarrow$ connaissance ontique.

→ contradiction avec Kochen-Specker. Eux prétendent que qu'on ne peut distinguer les $|0\rangle \otimes |0\rangle, \dots, |+\rangle \otimes |+\rangle$.
Or ici, les $|\xi_i\rangle$ le permettent.