

MÉCANIQUE QUANTIQUE 2-ÈME PARTIE

PHI 6346

Séance 10

Jonathan Simon

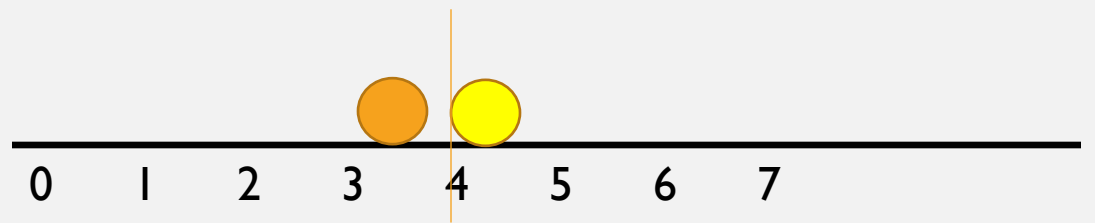
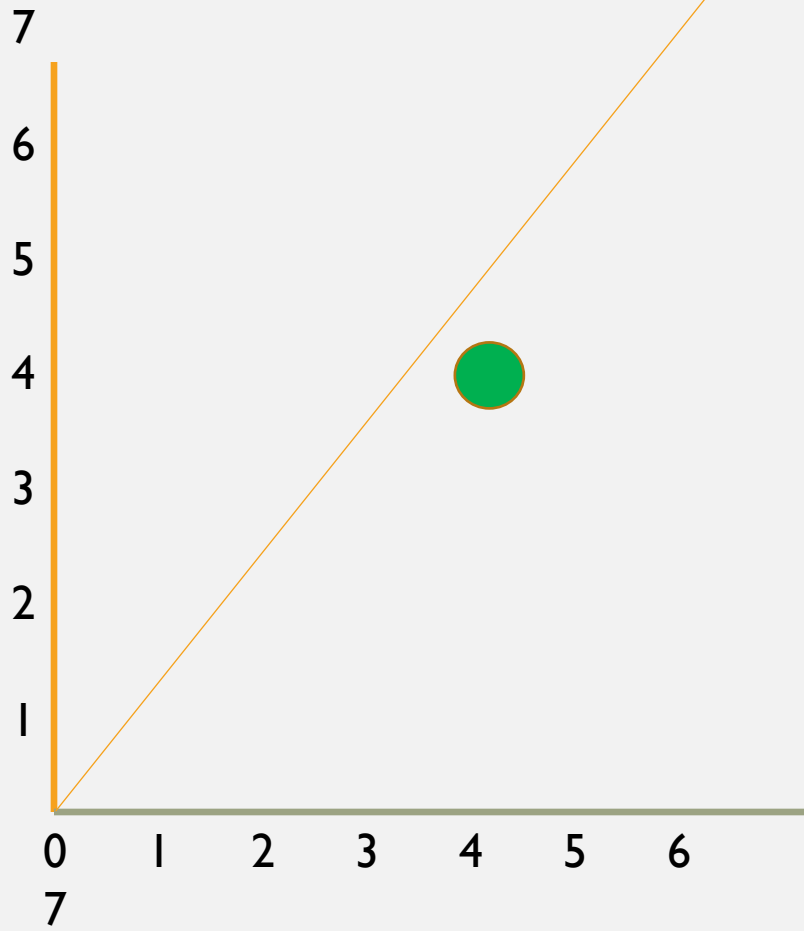
PROGRAMME

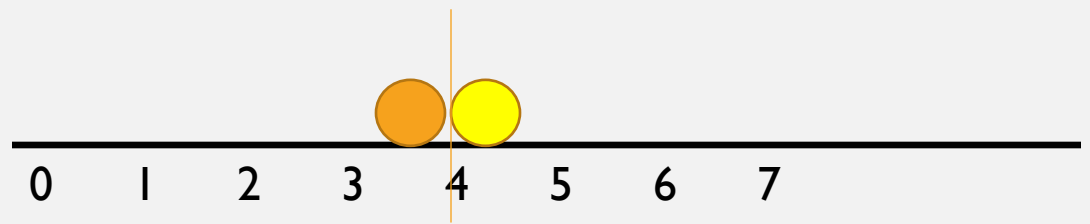
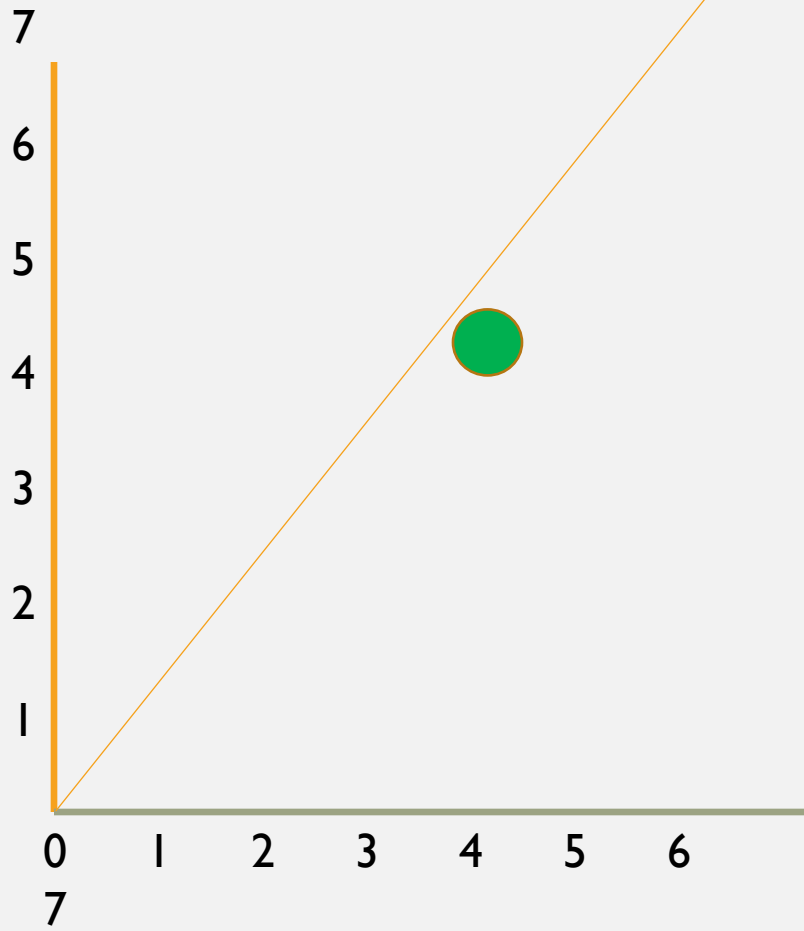
- 1) Réalisme de la fonction d'onde (Réalisme de l'espace de configuration) :
qu'est-ce que c'est ?
- 2) Trouver le monde (3D) dans la fonction d'onde
- 3) Séparabilité, localité, Hume et Einstein
- 4) Autres options (réalistes)
- 5) Le problème des probabilités (revisité)

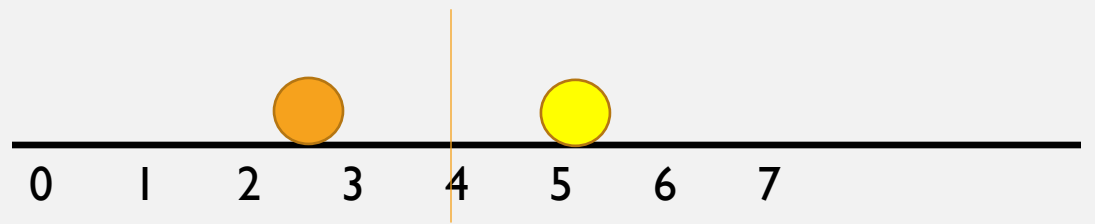
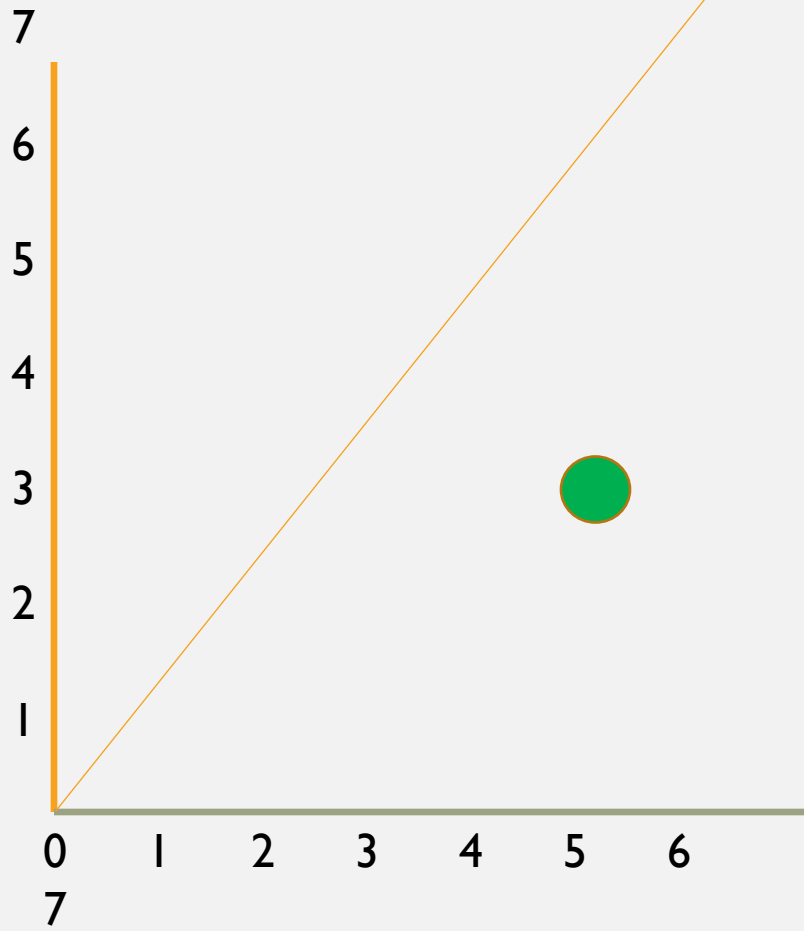
RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

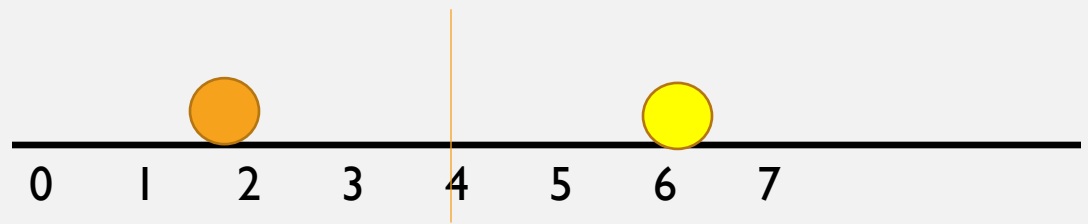
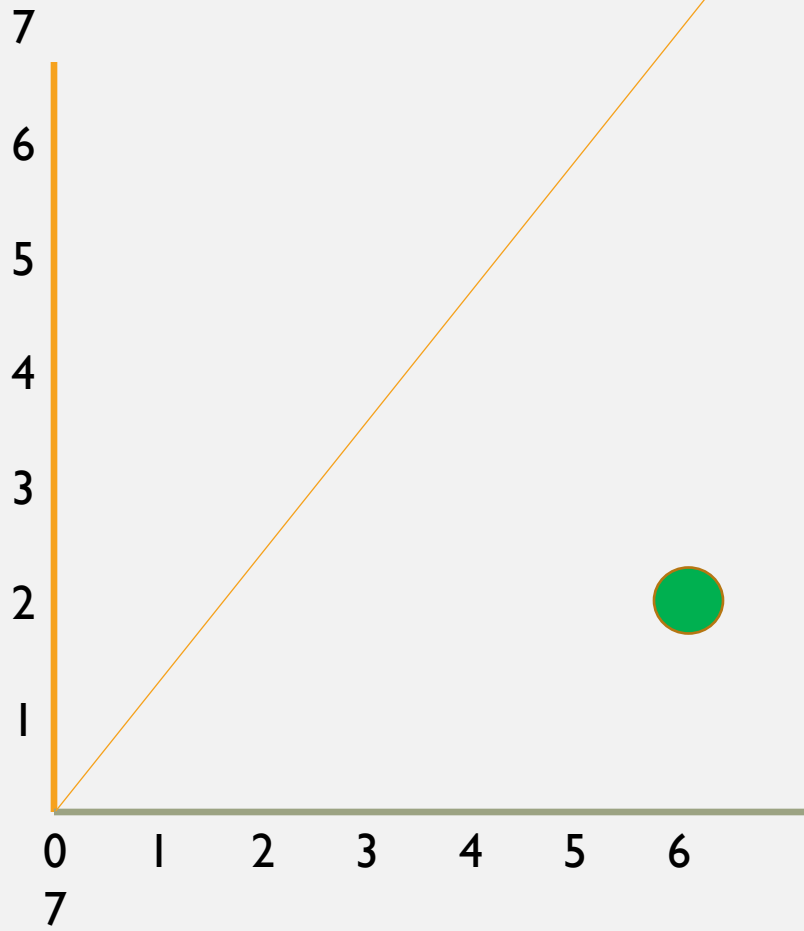
RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

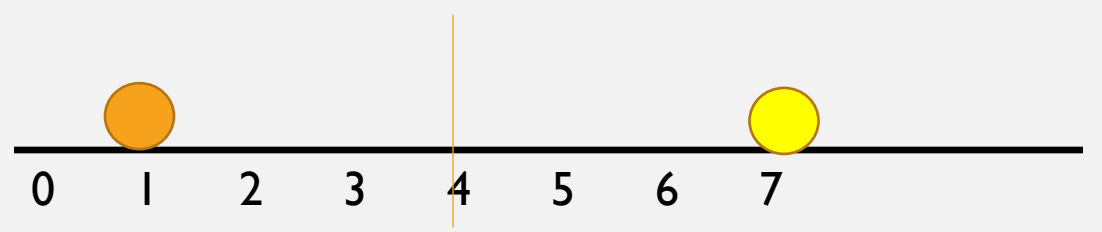
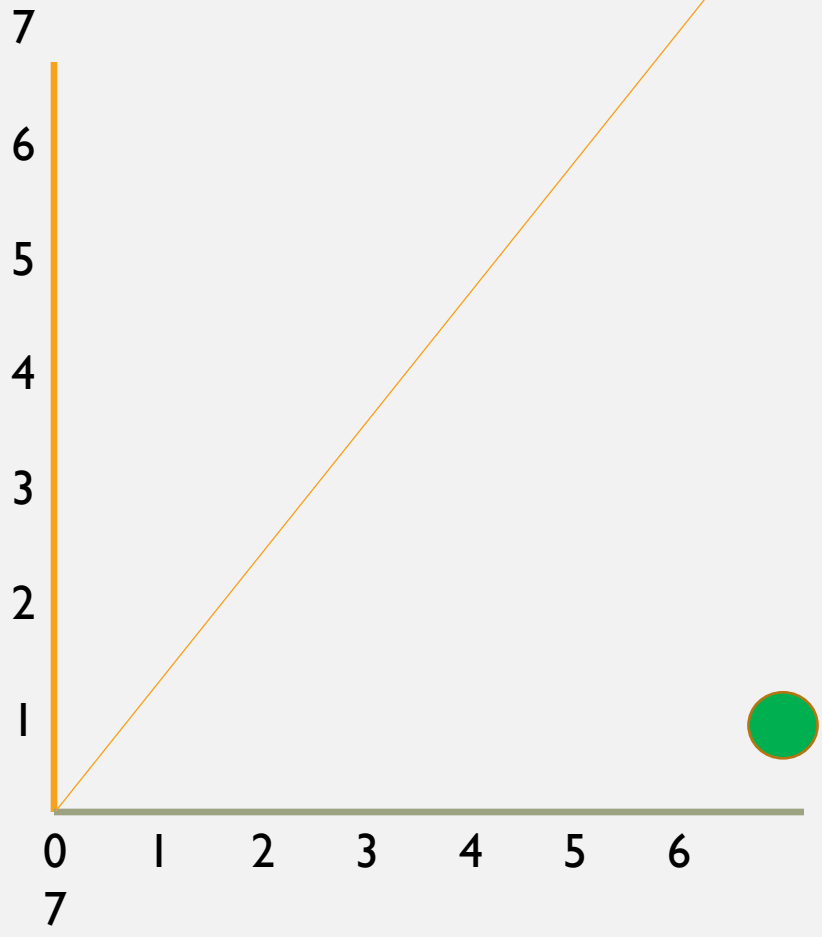
- Qu'est-ce que c'est?

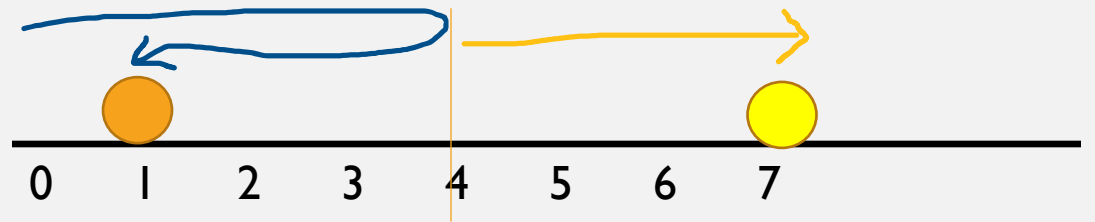
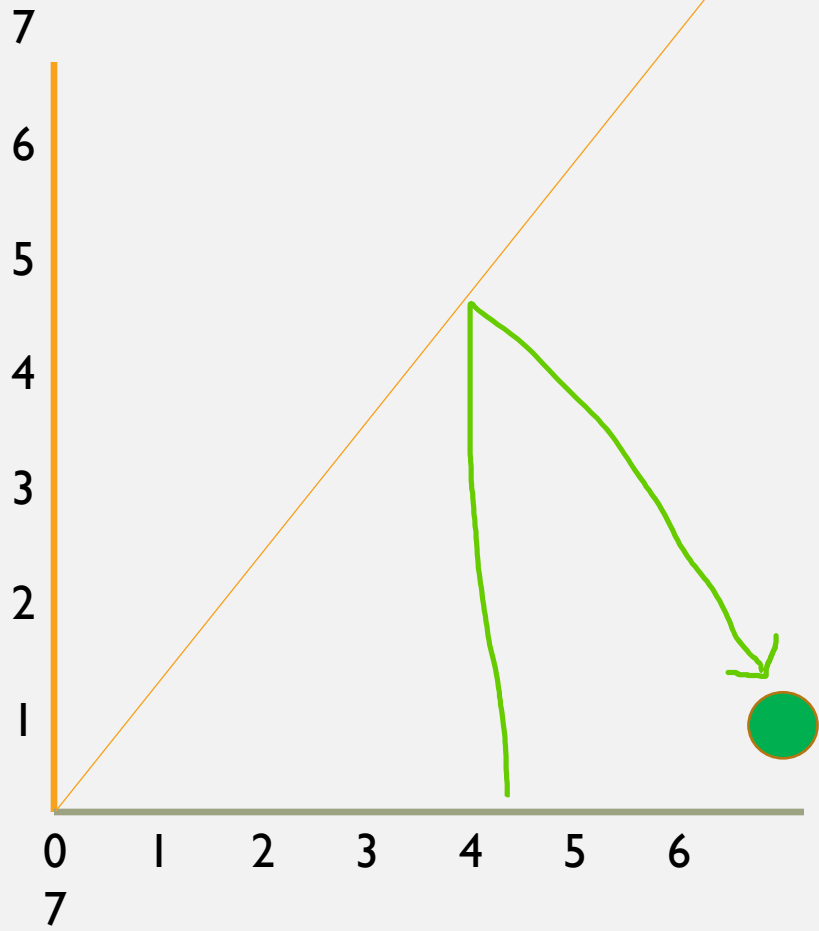












RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

- En mécanique classique, une particule dans l'espace de configuration est juste une représentation de n particules dans l'espace physique - l'espace de configuration est l'espace d'état du système, l'espace de tous les états possibles.
- En mécanique quantique, il faut un espace de configuration classique pour représenter un seul état du système (l'espace d'état d'un système quantique est un espace encore plus grand - l'espace de Hilbert).

RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

- En mécanique quantique (non relativiste), un état quantique (de position et de quantité de mouvement) est donné par un champ défini sur un espace de configuration classique (ou de toute façon, un espace avec le même nombre de dimensions).
- (notez que l'espace de Hilbert, l'espace d'état, pour un tel système, serait de dimension infinie, avec une dimension pour chaque POINT dans l'espace de configuration à 3-N dimensions... ainsi, un état quantique est un vecteur soumis à certaines contraintes...)

RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

- Pourquoi?
- Intrication / Entanglement

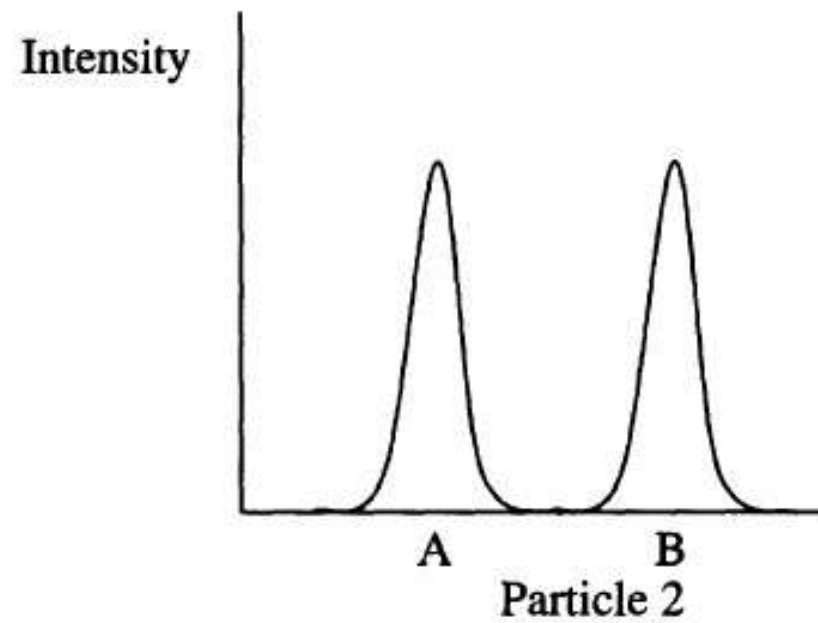
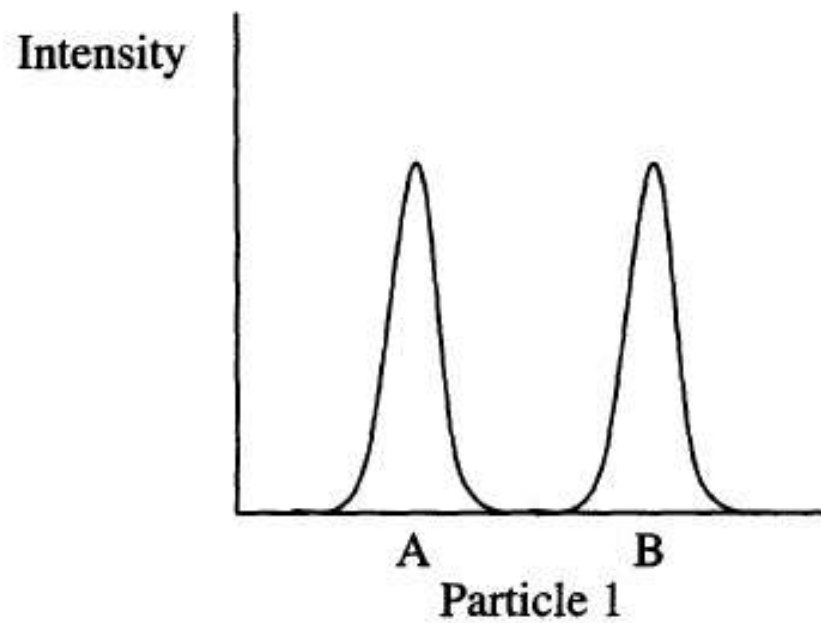


Figure 1. Wave function intensity for two particles.

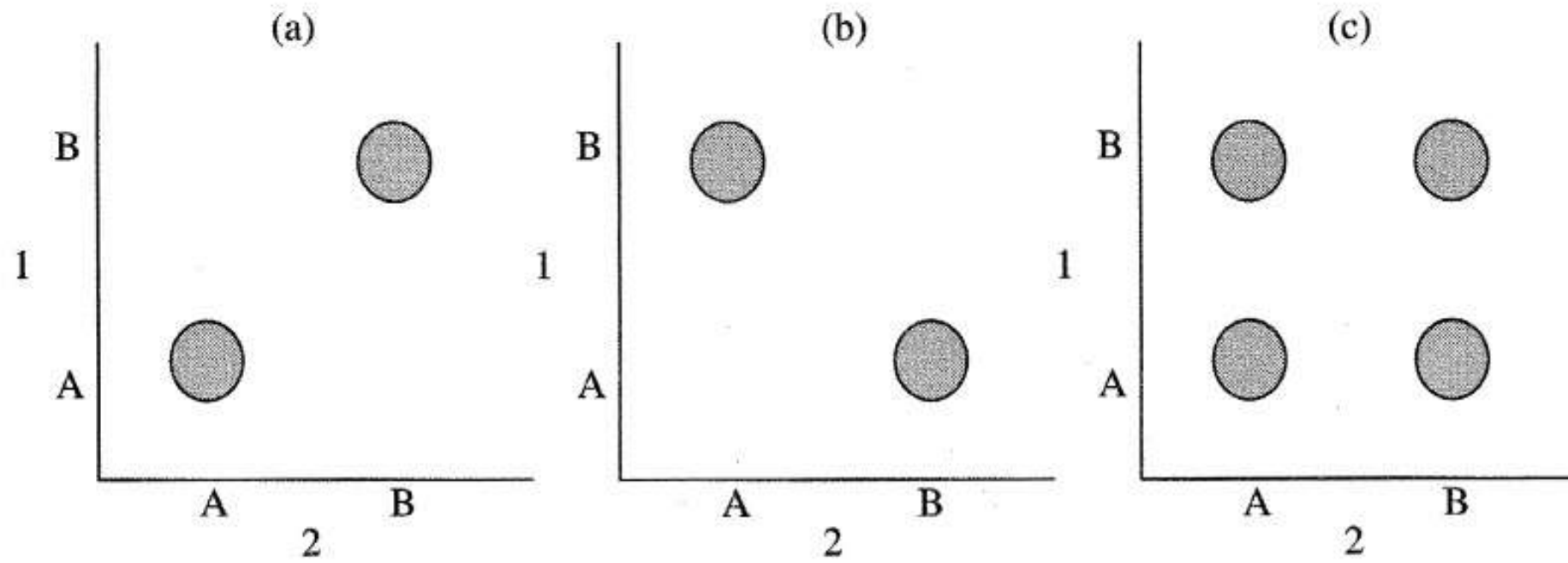


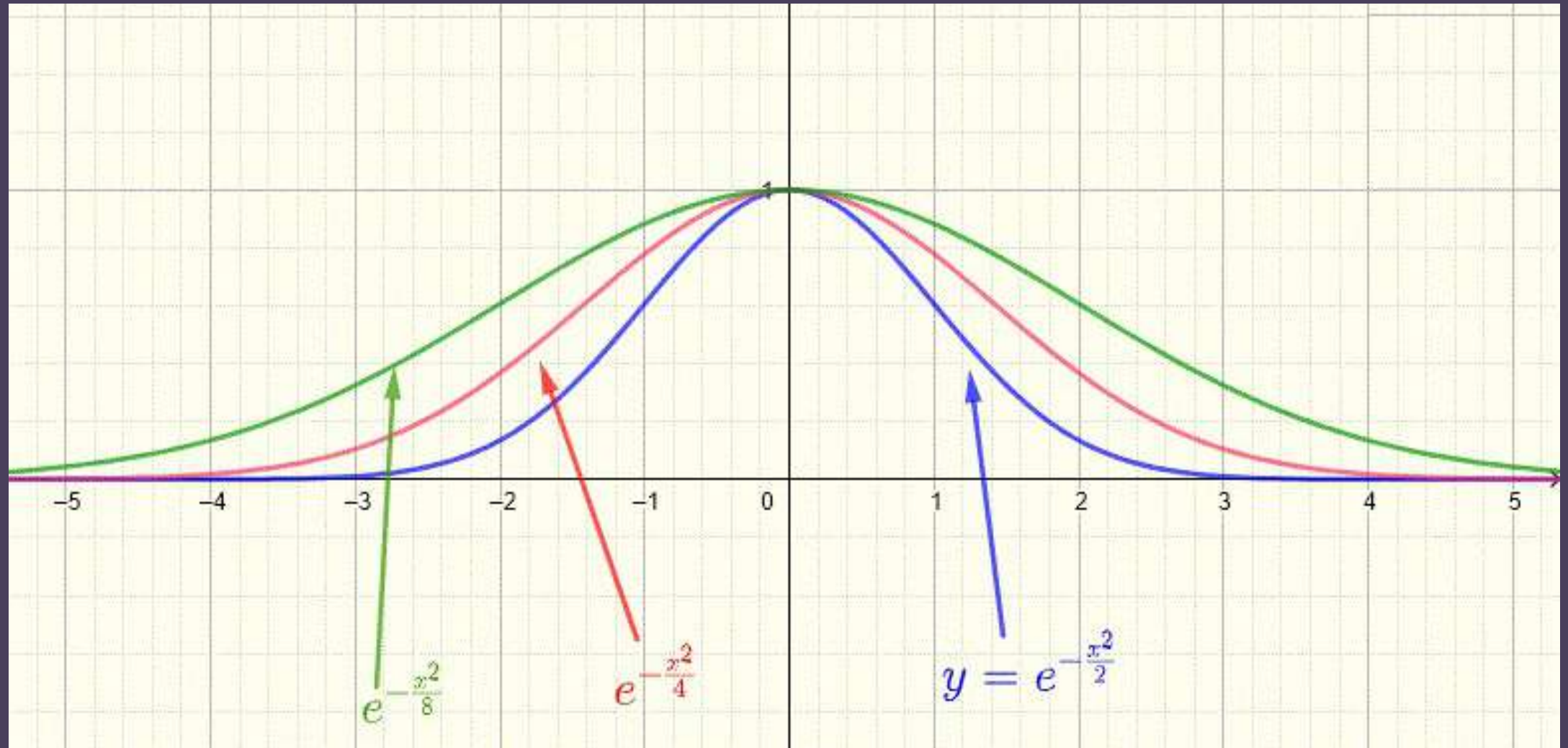
Figure 2. Three possible configuration space diagrams.

RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

- Le réalisme de la configuration dit simplement : voici ce qu'il y a réellement (ou ce qu'il y aurait, si la modélisation quantique non relativiste était correcte) : un champ unique défini sur un espace unique de 3ND, changeant au fil du temps comme contraint par son état initial et l'équation de Schrodinger...

RÉALISME DE L'ESPACE DE CONFIGURATION

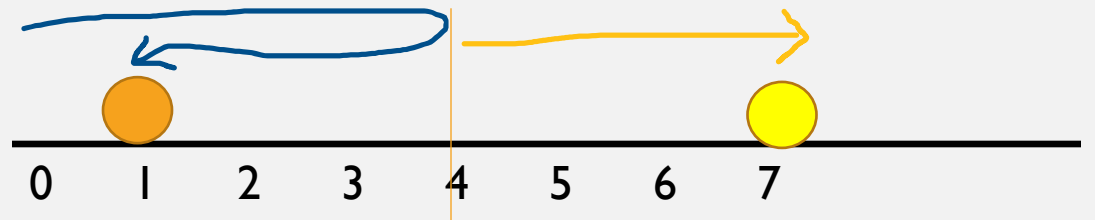
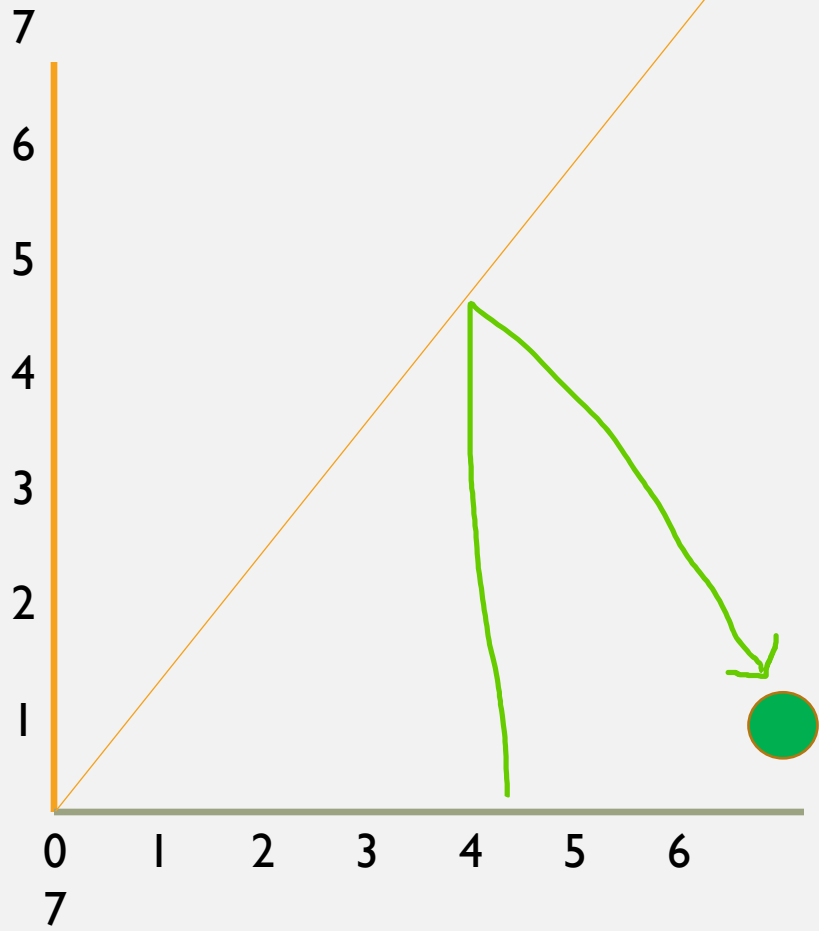
- Notez cependant que les théoriciens des variables cachées et les théoriciens de l'effondrement peuvent également adopter ce cadre. Les bohmiens ajoutent une seule "particule" privilégiée se déplaçant dans cet espace, guidée par l'onde. Les théoriciens de l'effondrement ajoutent que certains changements du champ sont des contractions, représentant des événements d'effondrement (notez que ceux-ci auront des queues...).

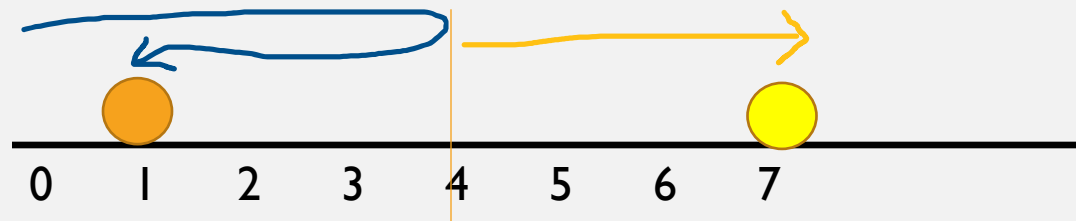
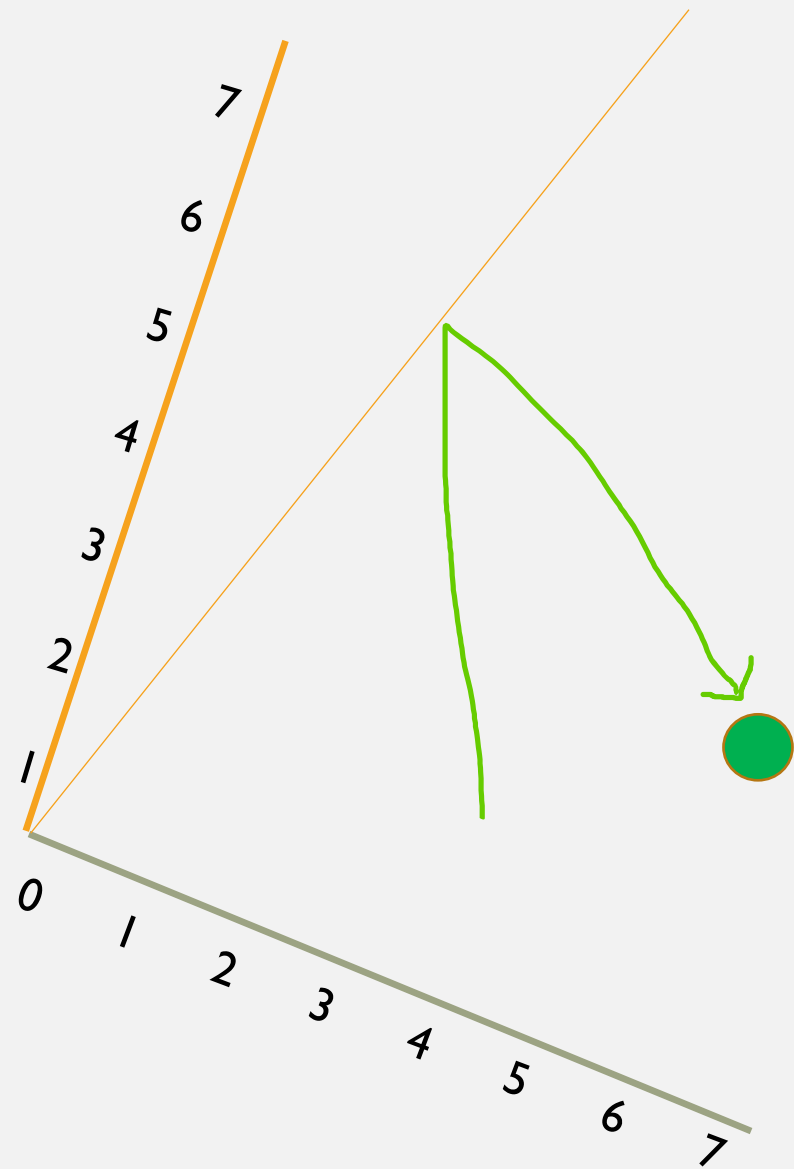


OÙ EST LE MONDE?

OÙ EST LE MONDE?

- La plus grande tâche des réalistes de la fonction d'onde : expliquer pourquoi le monde a une apparence et un comportement tridimensionnels.
 - A) expliquer pourquoi il nous semble que c'est le cas
 - B) expliquer pourquoi ses lois sont en fait ainsi





OÙ EST LE MONDE?

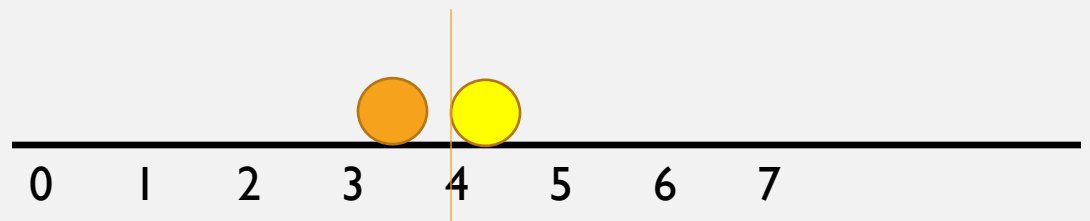
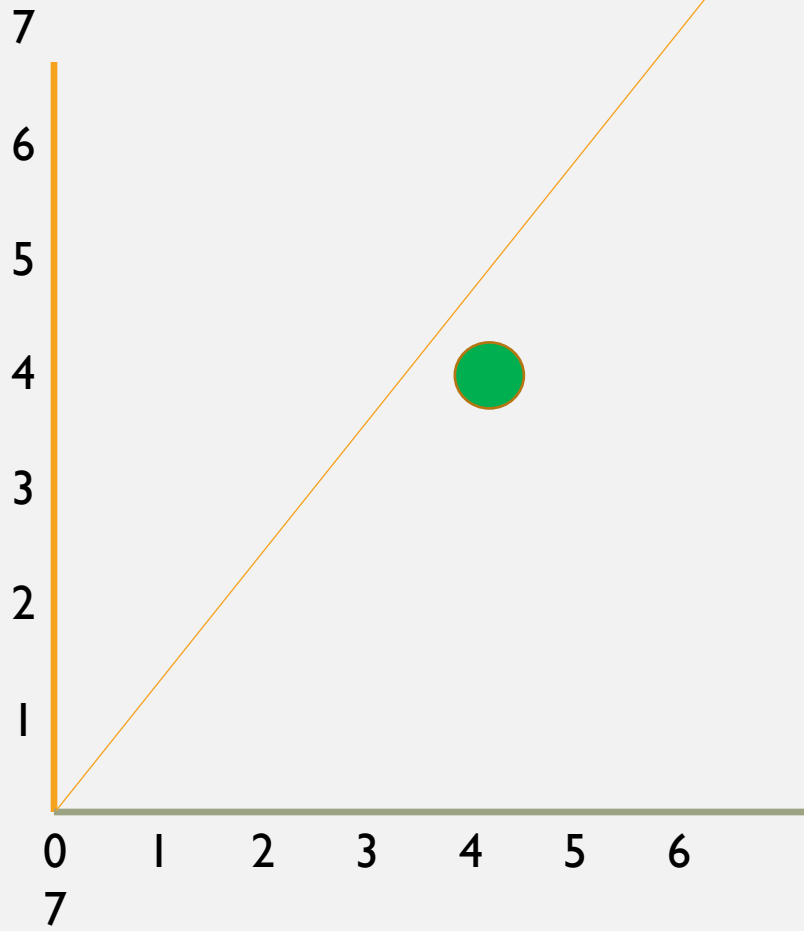
- Nous appelons cet espace un espace de configuration, mais la théorie quantique ne lui donne pas cette structure : il s'agit simplement d'un espace à $3N$ dimensions.
- Pourquoi privilégier une interprétation à 3 dimensions plutôt qu'une interprétation à 2 dimensions ou à 6 dimensions ?

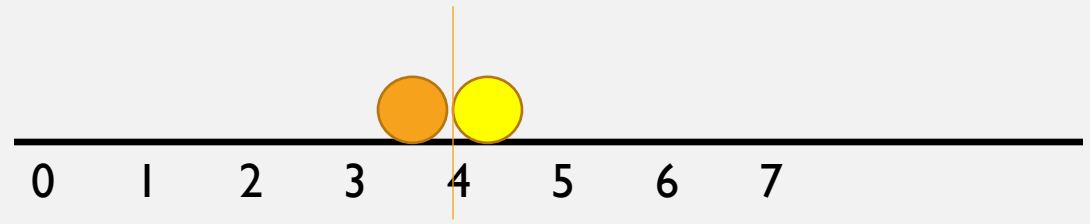
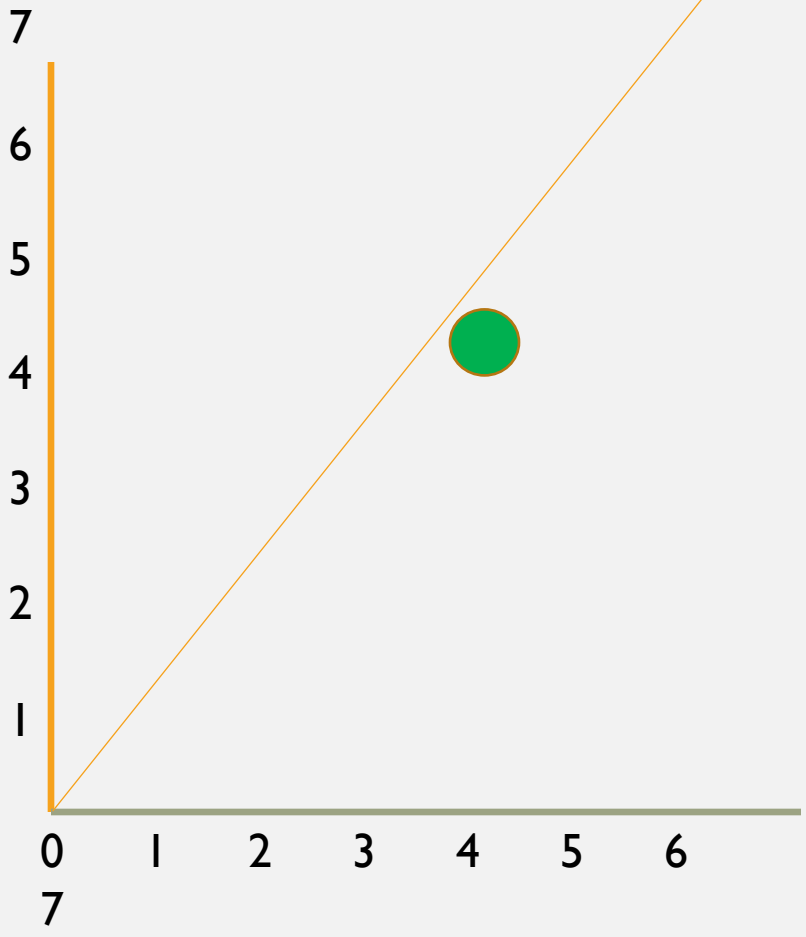
OÙ EST LE MONDE?

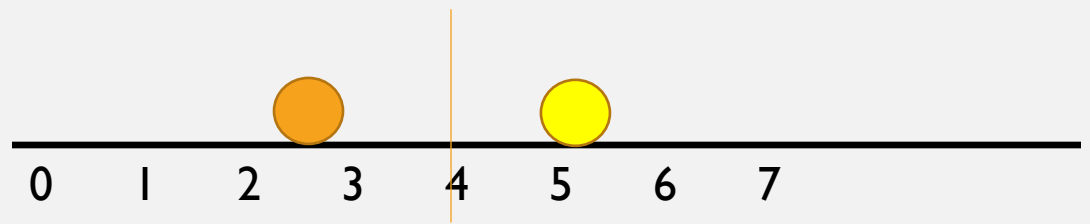
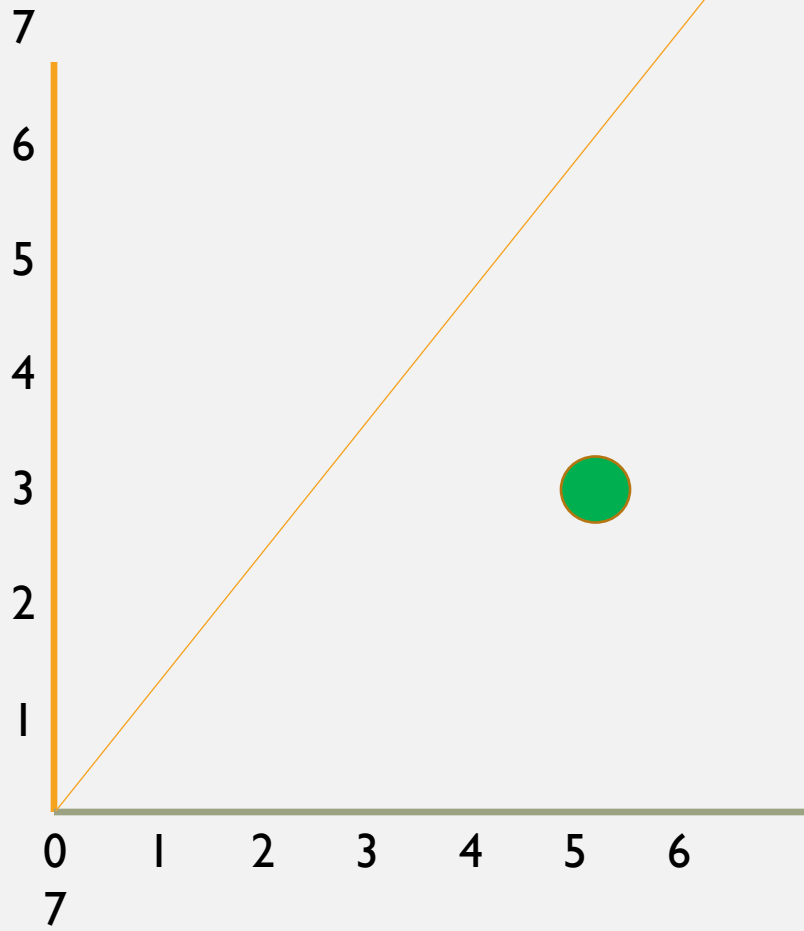
- Notez que cela reste un problème même si l'on privilégie un point unique, ou multiple par gaussiennes...

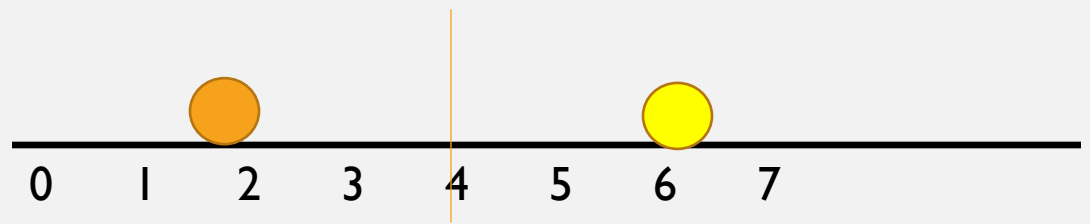
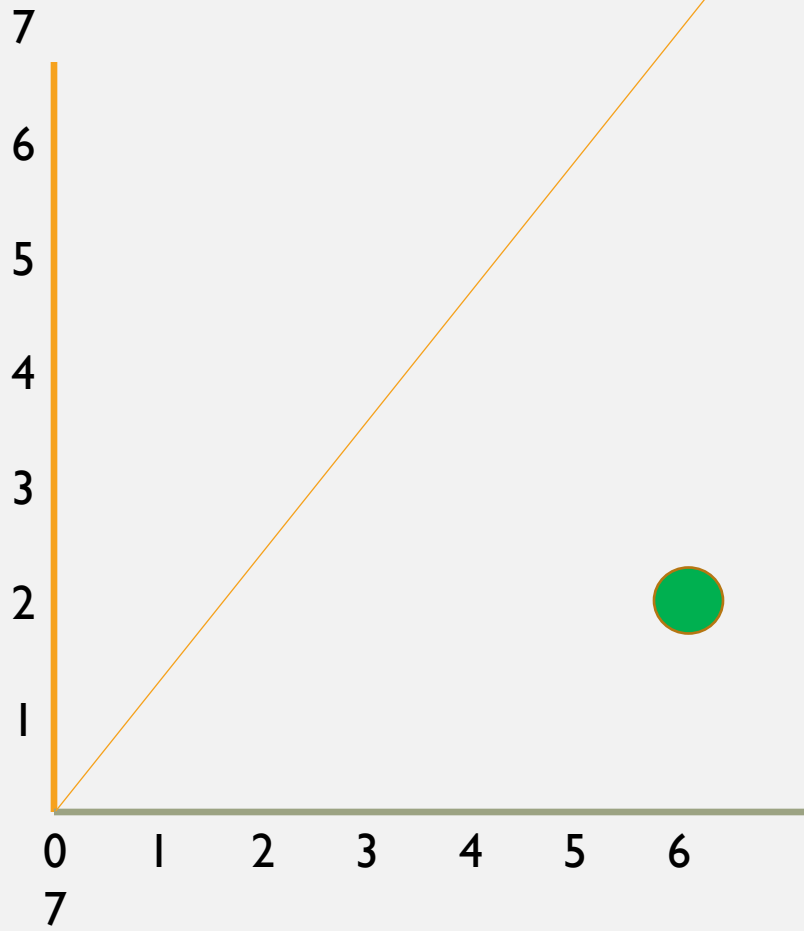
OÙ EST LE MONDE?

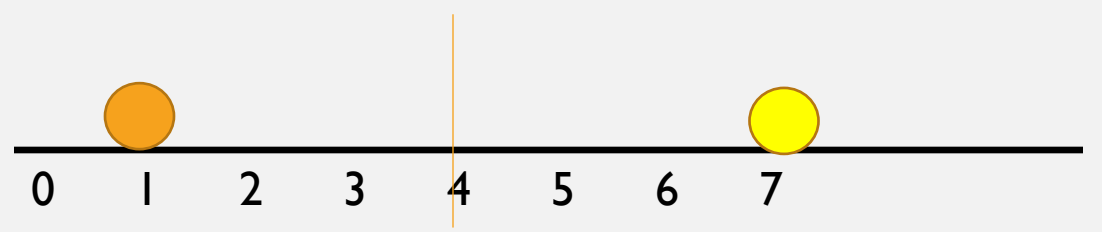
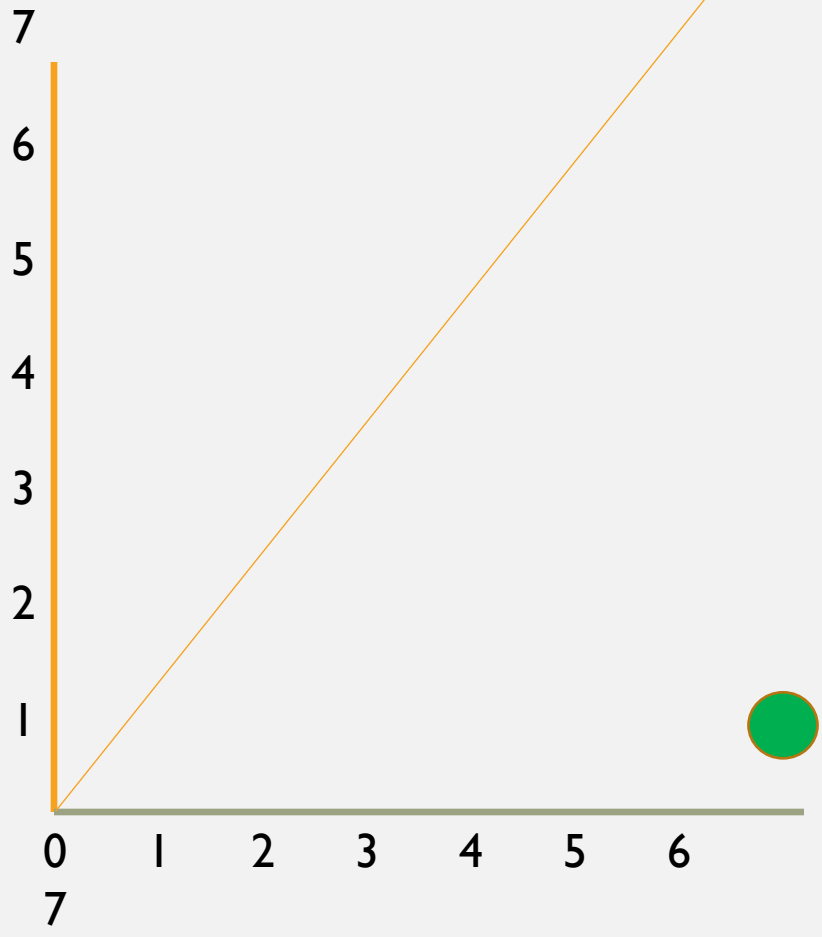
- La réponse principale (de David Albert) :
- c'est la dynamique du système, son hamiltonien (donné par l'équation de Schrodinger).
- En effet, la dynamique porte une attention particulière à "3" en appariant des triplets de coordonnées. de telle sorte que lorsqu'ils se rapprochent les uns des autres (dans les trois coordonnées), ils s'accélèrent de manière particulière (ex : énergie potentielle : attraction due à la gravité, répulsion due à la charge électrique...).

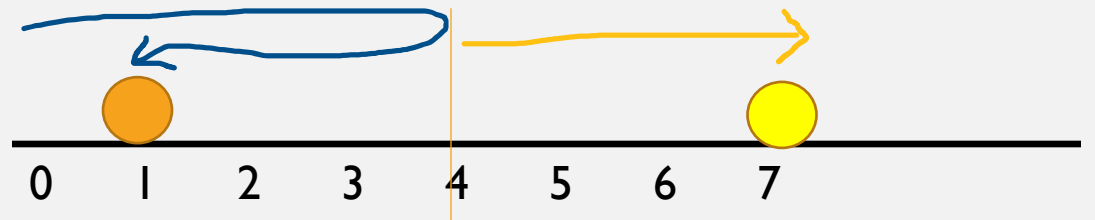
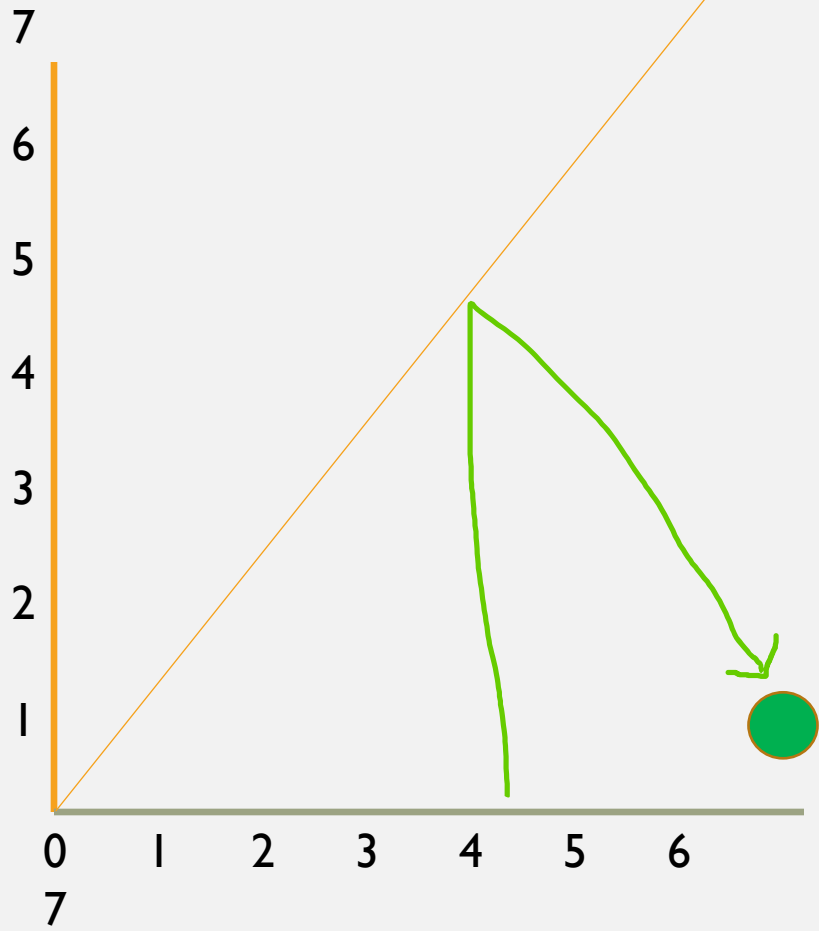












OÙ EST LE MONDE?

... Cela montre bien pourquoi une interprétation en 3D est privilégiée.

Cela explique-t-il pourquoi nous faisons l'expérience du monde de cette façon ?

Est-ce qu'elle explique pourquoi les lois seraient de cette façon ?

OÙ EST LE MONDE?

Cela explique-t-il pourquoi nous faisons l'expérience du monde de cette façon ?

- Pourquoi même penser qu'il y a des gens ou des esprits ? Cf. la version bohémienne. C'est juste un point ! Qui se soucie de la façon dont il rebondit. Il n'y a pas de personnes à l'intérieur...

OÙ EST LE MONDE?

Est-ce qu'elle explique pourquoi les lois seraient de cette façon ?

- L'histoire que nous racontons est que les lois du mouvement pour le système se trouvent être de la forme "comportez-vous comme si vous représentiez un groupe de particules 3D". Mais c'est sûrement un mauvais endroit pour que l'explication s'arrête. Pourquoi les lois favorisent-elles un tel comportement si le théâtre de la réalité n'est pas en fait un espace 3D ?

OÙ EST LE MONDE?

Peter Lewis:

Peut-être que c'est les deux ! Que voulons-nous dire lorsque nous affirmons que l'espace est fondamentalement 3D ? Peut-être pouvons-nous dire que dans un sens il est fondamentalement 3D, dans un autre, qu'il est fondamentalement 3ND...

OÙ EST LE MONDE?

... Mais cela semble impliquer une certaine forme d'opérationnalisme concernant la notion sous-jacente de structure spatiale.

... De plus, si la description de la 3ND est complète, il n'est pas clair comment cela aide à répondre à nos deux questions...

SÉPARABILITÉ, LOCALITÉ, HUME ET EINSTEIN

SÉPARABILITÉ, LOCALITÉ, HUME ET EINSTEIN

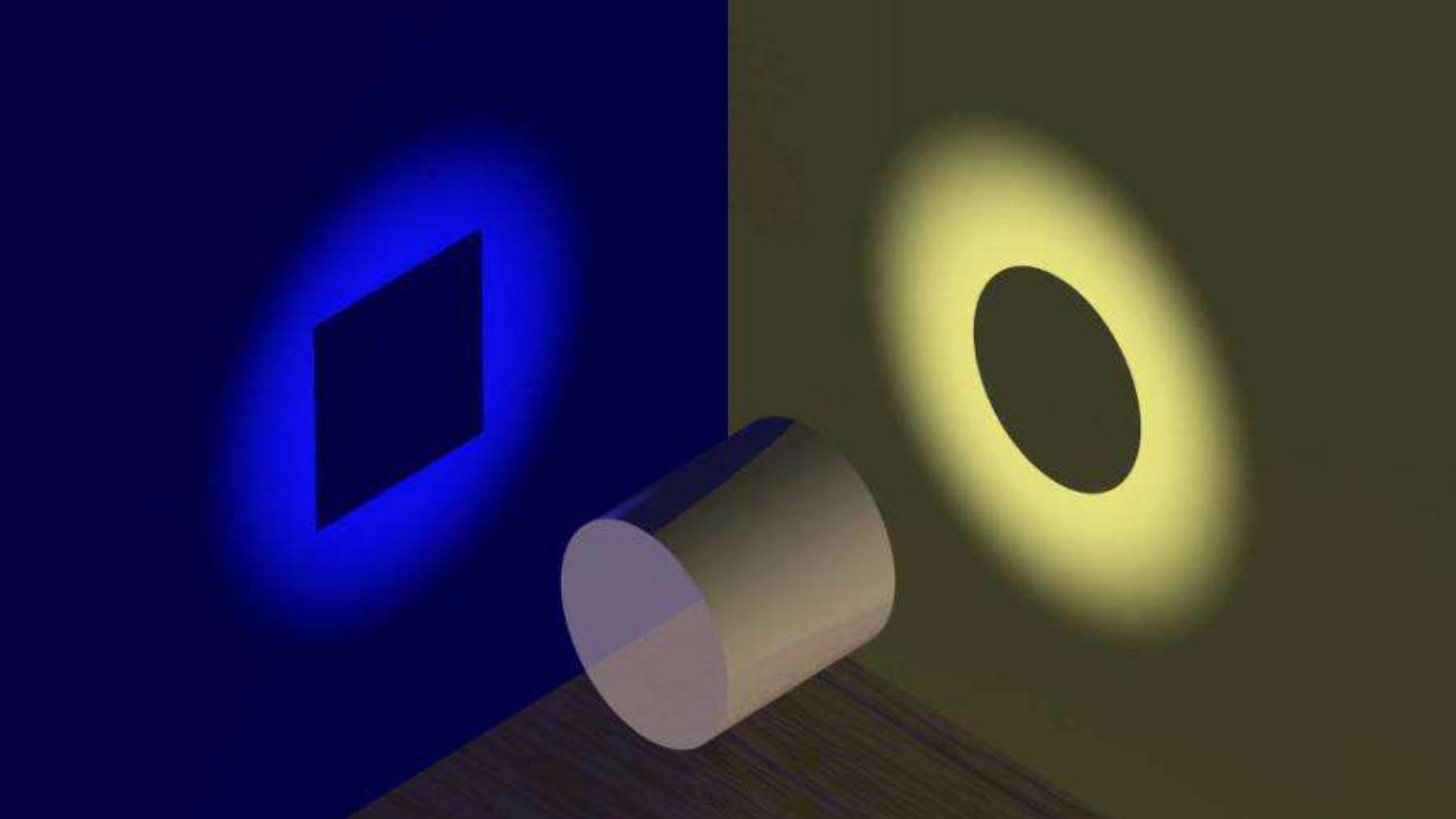
- Pourquoi adopter ce point de vue ?
 - a) Cela semble être la manière la plus simple ou la plus naturelle de lire la structure du monde à partir de la structure de notre meilleure théorie du monde.
 - b) elle respecte la séparabilité et la localité

SÉPARABILITÉ, LOCALITÉ, HUME ET EINSTEIN

- Separability:
- supervénience locale (Hume) : l'état du tout est métaphysiquement déterminé par l'état de ses parties.
- *(c'est-à-dire, étant donné une région spatiale $R1$ et $R2$ (avec $R1$ et $R2$ disjoints) ... tout ce qui est réel à propos de $R1+R2$ est métaphysiquement fixé (fondé) dans ce qui se passe à $R1$, et ce qui se passe à $R2$...*

SÉPARABILITÉ, LOCALITÉ, HUME ET EINSTEIN

- Locality:
- Pas d'action à distance (Einstein) : Pour tout effet E, il y aura une chaîne de causes suffisantes, arbitrairement plus proche de E au fur et à mesure que l'on se rapproche du moment de E. (une séquence causale qui mène à E, spatialement et temporellement).





SÉPARABILITÉ, LOCALITÉ, HUME ET EINSTEIN

- Locality vs Superluminalité :
- *Notez que ce n'est pas tout à fait la même chose. Notre préoccupation principale ici est la notion philosophique plus générale (dans n'importe quel espace s'avère être fondamentale)*

SÉPARABILITÉ, LOCALITÉ, HUME ET EINSTEIN

- Locality vs Superluminalité :
- Le jeu consiste ici à trouver une métaphysique pour donner un sens à la mécanique quantique non relativiste, où les observations caractérisent les particules dans l'espace euclidien. (le passage à l'espace de Minkowski est compliqué, comme nous le verrons la semaine prochaine...)

AUTRES OPTIONS

AUTRES OPTIONS

- Il y en a beaucoup. Premièrement, vous pouvez considérer la fonction d'onde comme une sorte de loi, plutôt que comme un objet (de nombreux bohmiens favorisent cette approche).
- Si c'est un objet, vous pouvez y penser comme suit :

AUTRES OPTIONS

- Un multi-champ sur l'espace 3D:
- une fonction qui est définie, non pas sur des points, mais sur N-tuples de points (pour chaque N-tuple, elle vous donne une amplitude que le système de particules est exactement là)
- (comparez avec le holisme relationnel de Teller)

AUTRES OPTIONS

- Réalisme de l'état de l'espace-temps :
- Pour chaque région de l'espace-temps, une propriété holistique compliquée donne son état quantique (mixte).

- Réalisme de l'espace de Hilbert:
- L'espace de Hilbert de dimension infinie est l'espace fondamental.

AUTRES OPTIONS

- Ensemble des mondes / Ensemble des esprits :
- L'univers est un faisceau de mondes ou d'esprits dont la métaphysique est précisée dans d'autres termes...
- Une ontologie sui generis :
- la fonction d'onde est la fonction d'onde, nous ne spécifions pas du tout sa nature en d'autres termes...

LE PROBLÈME DES PROBABILITÉS (REVISITÉ)

LE PROBLÈME DES PROBABILITÉS (REVISITÉ)

- Rappelez-vous la solution de Deutsch-Wallace au problème de probabilité :
- le poids de la branche est la seule mesure invariante ou objective, vous devez donc l'utiliser

LE PROBLÈME DES PROBABILITÉS (REVISITÉ)

- Mais si la dynamique du système choisit une façon privilégiée de paramétrer l'espace comme étant tridimensionnel, cela ne nous donnera-t-il pas une autre façon de mesurer les branches, simplement par le volume comparatif de l'espace sous-jacent qu'elles occupent ?