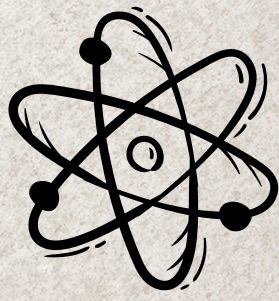


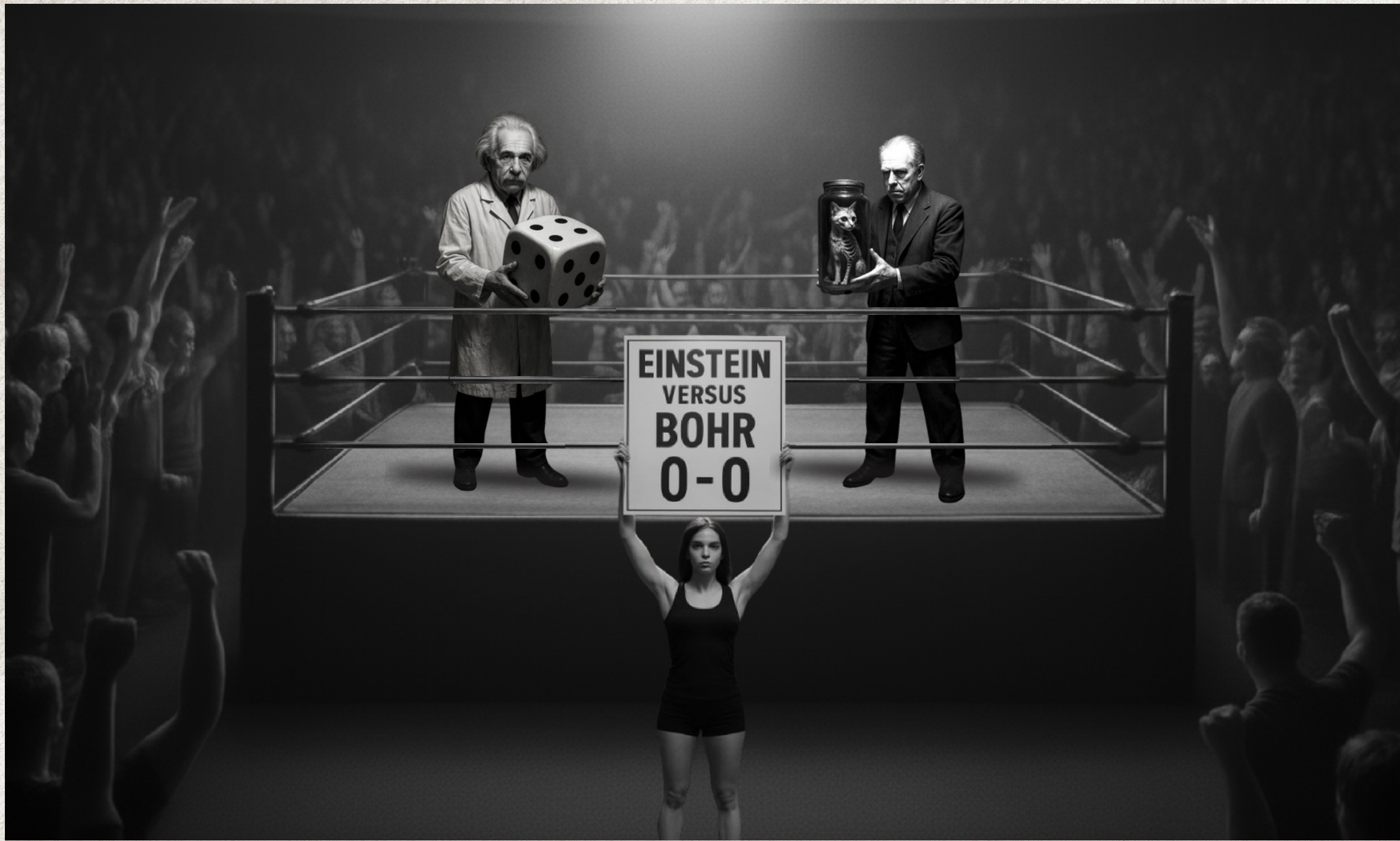
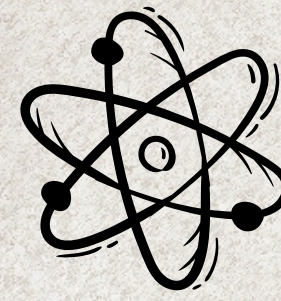
EINSTEIN



BOHR



LE DUEL QUANTIQUE



Source de l'image : générée avec l'intelligence artificielle ChatGPT

EINSTEIN LE RÉALISTE

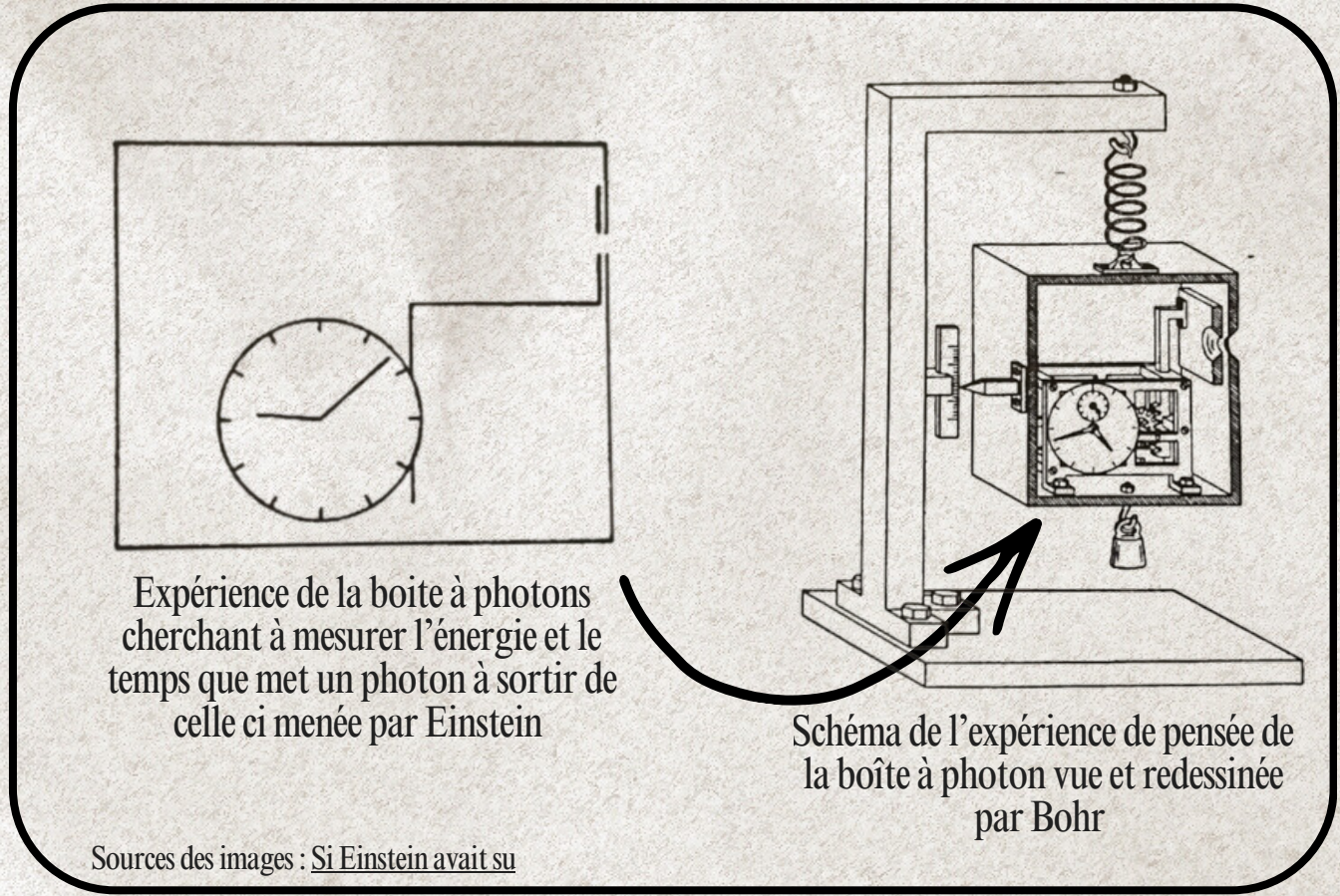
VS BOHR LE DÉFENSEUR QUANTIQUE

Einstein refuse l'idée d'un monde gouverné par le hasard. Pour lui, la réalité existe indépendamment de l'observation, et la mécanique quantique est incomplète. Il propose des expériences de pensée pour défier Bohr et prouver qu'une explication plus profonde doit exister. Sa célèbre phrase « Dieu ne joue pas aux dés » résume son rejet du caractère aléatoire de la physique quantique. Einstein réalise donc des expériences de pensées pour contester la physique quantique.

Bohr affirme que la mécanique quantique décrit correctement la nature, même si elle va à l'encontre de l'intuition classique. Selon lui, on ne peut pas parler de propriétés physiques indépendantes de la mesure. Une grandeur physique n'existe réellement qu'au moment où elle est observée, il résume sa position par la phrase : « Le réel n'existe qu'à travers l'observation. » Pour Bohr, chaque objection d'Einstein confirme au contraire la solidité de la théorie quantique ; ses réponses servent à la défendre.

ROUND 1 EINSTEIN DÉFIE LE PRINCIPE D'INCERTITUDE

0 - 1 POUR BOHR

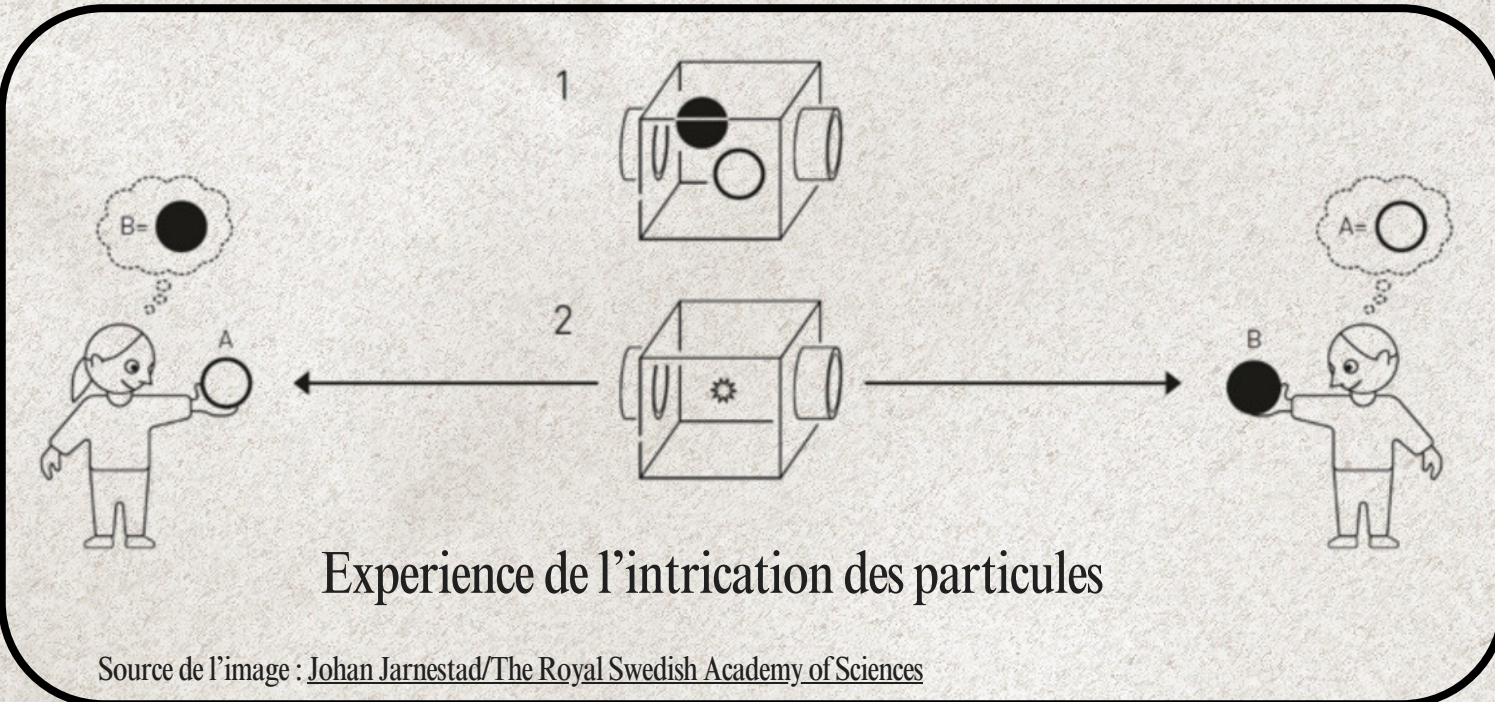


Dans sa première expérience de pensée, Einstein conteste la validité des indéterminations de Heisenberg. Il pense qu'il est possible de mesurer les deux grandeurs qui sont le temps t et l'énergie E de manière très précise. Il cherche ainsi à démontrer qu'il est possible de mesurer avec précision à la fois l'instant exact d'émission d'un photon et son énergie. Il veut montrer cette possibilité à travers l'expérience de sa boîte à photon, il mesure le poids de la boîte après que le photon soit parti et le temps d'ouverture et obtient deux valeurs précises pour l'énergie et le temps avec la célèbre équation $E = mc^2$.

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{1}{2} \hbar$$

Bohr montre alors que Einstein a tort car il n'a pas pris en compte les principes d'incertitude liés à la pesée et à la relativité générale des horloges et leurs champs de gravitation. On retombe alors sur les indéterminations de Heisenberg.

ROUND 2 CROCHET D'EINSTEIN AVEC L'EPR



Dans sa seconde expérience de pensée, Einstein réfute l'intrication en mettant en avant l'EPR. L'intrication est une théorie selon laquelle on trouve deux particules toutes deux dans des états d'intrication, cette théorie affirme qu'en connaissant à un instant t l'état d'une particule, on peut déterminer l'état de l'autre au même moment peu importe la distance séparant les deux particules. Einstein au côté de deux autres scientifiques : Podolsky et Rosen, mènent une expérience nommée après eux, le célèbre EPR. Cette expérience de pensée cherchait alors à causer tort à la théorie de l'intrication des physiciens quantiques. En effet elle est fondée sur le principe d'incertitude qui affirme qu'il n'est pas possible de connaître les propriétés physiques d'une particule simultanément.

LA RÉOLUTION DU DÉBAT, LES INÉGALITÉS DE BELL

Pour départager Einstein et Bohr et trancher le débat sur l'intrication et l'expérience EPR, le physicien John Bell propose en 1964 un test, appelé l'inégalité de Bell. Il montre que si le monde fonctionnait comme le pensait Einstein, avec des propriétés déterminées à l'avance, alors certains résultats seraient impossibles à observer.

$$| P(a,b) - P(a,c) | \leq 1 + P(b,c)$$

Des expériences réalisées plus tard, notamment par Alain Aspect, montrent au contraire que ces résultats existent vraiment. Cela signifie que le comportement des particules n'est pas fixé avant la mesure. Le hasard fait donc partie de la nature, comme le prévoit la mécanique quantique. Le débat est ainsi tranché en faveur de Bohr, comme l'explique Alain Aspect dans son livre Si Einstein avait su pour lequel il a remporté un prix Nobel.

VICTOIRE DE BOHR PAR KO



Source de l'image : générée avec l'intelligence artificielle ChatGPT