

suivante: les deux visions peuvent être valables, mais pas en même temps. Si vous êtes un observateur lointain, alors l'information est à l'extérieur. Vous n'avez pas besoin de décrire l'intérieur du trou noir, parce que vous ne pouvez jamais y accéder par principe; en fait, pour éviter le clonage de l'information, vous devez vous représenter l'espace-temps comme inexistant à l'intérieur. Par ailleurs, si vous êtes l'observateur qui tombe dans le trou noir, alors vous n'avez accès qu'à l'intérieur, et il contient le livre et son information.

Cette représentation n'est envisageable qu'en acceptant de ne pas tenir compte du rayonnement de Hawking émis par le trou noir; mais cette liberté vous est permise parce que vous avez vous-même traversé l'horizon des événements du trou noir et que vous êtes donc piégé dedans, coupé du rayonnement émis de l'horizon vers l'extérieur. Il n'y a pas d'incohérence entre ces deux points de vue; c'est uniquement si vous essayez de «recoller» artificiellement les deux, ce qui n'est jamais possible physiquement (car vous ne pouvez pas être à la fois l'observateur éloigné et celui qui tombe), que surgit l'incohérence apparente du clonage de l'information.

HORIZONS COSMOLOGIQUES

Quel est le lien entre la situation du trou noir et l'univers en expansion éternelle et les multivers? Il existe dans le cas de l'univers une frontière qui présente d'importantes similarités avec l'horizon des événements du trou noir: l'horizon cosmologique, la limite de l'univers observable (la région d'espace-temps dont nous pouvons recevoir des signaux). En effet, l'espace étant en expansion exponentielle, les régions situées au-delà de l'horizon cosmologique s'éloignent plus vite que la vitesse de la lumière. Conséquence: aucun message qui émane de ces régions ne pourra jamais parvenir jusqu'à nous. Cette situation est par conséquent apparentée à celle du trou noir vu par un observateur lointain.

Ainsi, si l'on applique au multivers le raisonnement suivi pour le trou noir, la physique quantique impose que, pour un observateur situé à l'intérieur de l'horizon cosmologique, l'espace-temps à l'extérieur de l'horizon cosmologique est simplement non existant. Si nous essayons de tenir compte de cet espace-temps au-delà de la limite, nous avons des problèmes d'information comptée en trop. Dès lors, toute description de l'état quantique de l'univers ne devrait inclure que la région en deçà de l'horizon – en particulier il ne peut pas y avoir d'espace infini dans une description cohérente et unique du cosmos.

Mais, dans ce cas, où sont les multivers et les univers-bulles s'ils ne sont pas dans un espace infini? La réponse réside dans la façon dont les univers-bulles sont créés. Un univers-bulle se

forme là où l'inflation s'arrête de façon aléatoire. Le processus est donc probabiliste, comme n'importe quel autre processus en physique quantique. De la même façon qu'une mesure quantique engendre divers résultats avec leurs probabilités de survenue, l'inflation produit de nombreux univers différents, avec chacun une certaine probabilité de voir le jour. En d'autres termes, l'état quantique représentant un espace en perpétuelle expansion est une superposition



Au-delà de l'horizon cosmologique, les régions s'éloignent plus vite que la vitesse de la lumière



de mondes correspondant à des univers différents. On commence à entrevoir le rapprochement avec l'interprétation des mondes multiples de la physique quantique.

Mais peut-on calculer des probabilités dans ce scénario? Rappelons qu'une des critiques principales vis-à-vis de l'inflation éternelle est que chaque événement se produit une infinité de fois et que cette description n'a aucune efficacité prédictive. Avec notre nouvelle façon d'interpréter le multivers, le problème de la prédictivité trouve une solution. Les univers-bulles ont une taille finie, limités par l'horizon cosmologique. Ils évitent l'écueil de l'espace infini qui contient l'infinité de toutes les réalisations possibles. En outre, ils n'existent pas tous simultanément dans l'espace réel, ils ne font que cohabiter dans «l'espace des probabilités», c'est-à-dire en tant que résultats possibles d'observations faites par des personnes vivant à l'intérieur d'un des mondes. Ainsi, chaque univers conserve une probabilité spécifique d'advenir.

Cette représentation unifierait le multivers issu de l'inflation éternelle de la cosmologie et les mondes multiples d'Everett. L'histoire cosmique se déroule alors comme suit: le multivers démarre d'un certain état initial et évolue en une superposition de nombreux univers-bulles. À mesure que le temps passe, les états représentant chacune de ces bulles se ramifient en un nombre croissant de superpositions d'états représentant les divers résultats possibles d'observations effectuées au sein de ces univers. Finalement, l'état représentant le multivers ➤