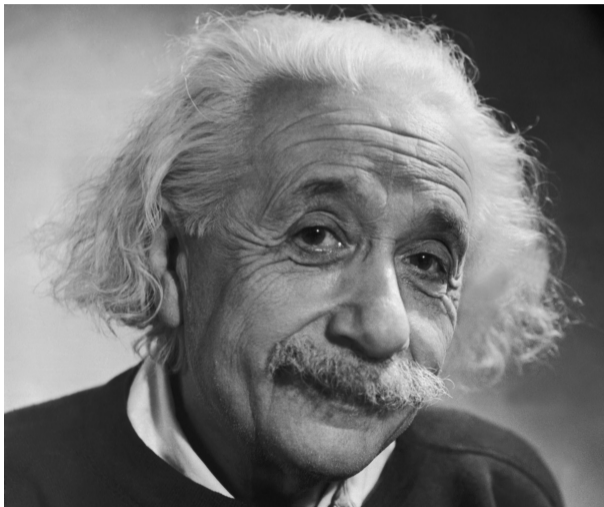


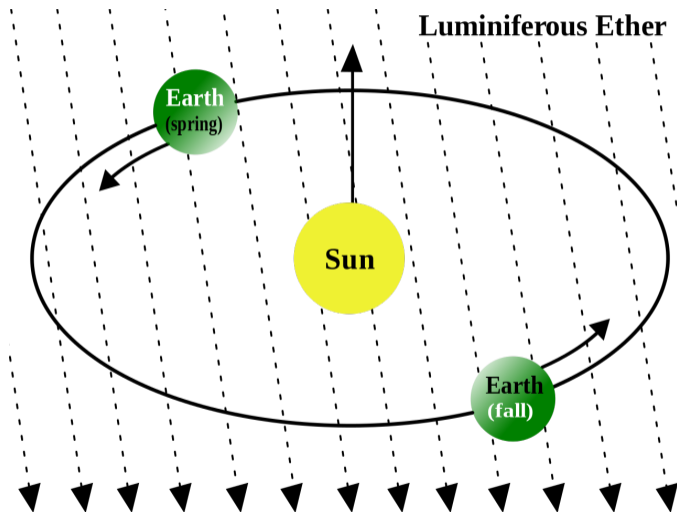
# Spéculation et la physique théorique

LSC1120A  
séance 8

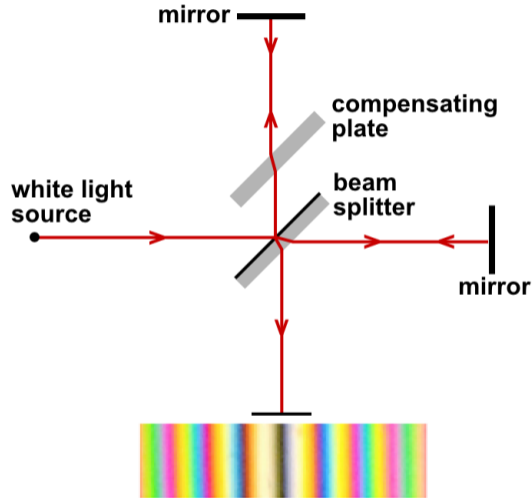
## Albert Einstein (1879-1955)



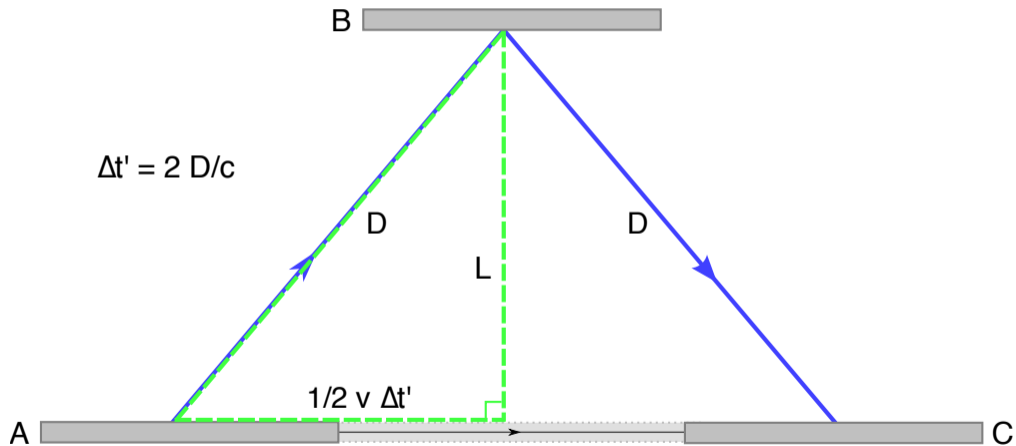
# L'éther



# L'expérience Michelson-Morley



# Dilatation du temps



## Parabole (ou paradoxe) des jumeaux

Sally et Sam décident de tester la théorie d'Einstein. Sally monte à bord d'un vaisseau spatial en 2001, et file à une vitesse équivalente à 99 % de la vitesse de la lumière vers une étoile voisine située à dix années-lumière. Sam, lui, reste à la maison. Dès qu'elle atteint sa destination, Sally fait immédiatement demi-tour. La voici qui fait route vers chez elle (toujours à la même vitesse)...

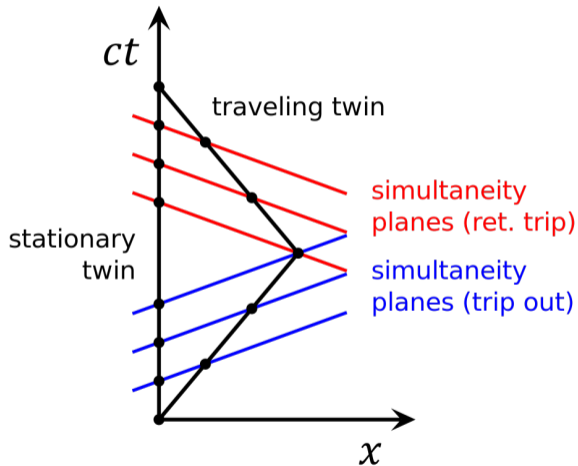


## Parabole (ou paradoxe) des jumeaux

**Pour Sam, la durée du voyage de sa sœur s'est étalée sur vingt années terrestres. Pour Sally, le temps s'est écoulé différemment et le voyage a duré moins de trois ans.** Pourtant, elle arrive sur Terre en l'an 2021 et Sam a dix-sept ans de plus qu'elle. Conclusion, Sally et Sam ne sont plus des jumeaux du même âge ! En effet, **Sally a été transportée dix-sept ans en avant dans le futur de Sam.** (Davies, 20)



# Parabole (ou paradoxe) des jumeaux





## Parabole des jumeaux

Beaucoup de gens voient en cette histoire des jumeaux un paradoxe, car, du point de vue de Sally, elle est au repos dans le vaisseau spatial tandis que la Terre s'éloigne à toute vitesse. **Pourtant, il n'y a pas de paradoxe, la situation de Sally et celle de Sam n'étant pas symétriques.** Sally s'éloigne de sa planète en accélérant grâce aux moteurs de sa navette, manœuvre autour de l'étoile puis décélère au moment d'atterrir, de retour chez elle. Ces modifications de mouvements font de Sally celle qui vieillit le moins vite des deux. (Davies, 21-22)

# L'espace chez Einstein

Le théoricien est de plus en plus contraint de se laisser guider par des considérations purement mathématiques et formelles dans sa recherche d'une théorie, **car l'expérience physique de l'expérimentateur ne peut pas le conduire jusqu'aux régions d'abstraction les plus élevées.** (Einstein, 1934)



# Le temps et la mesure du temps

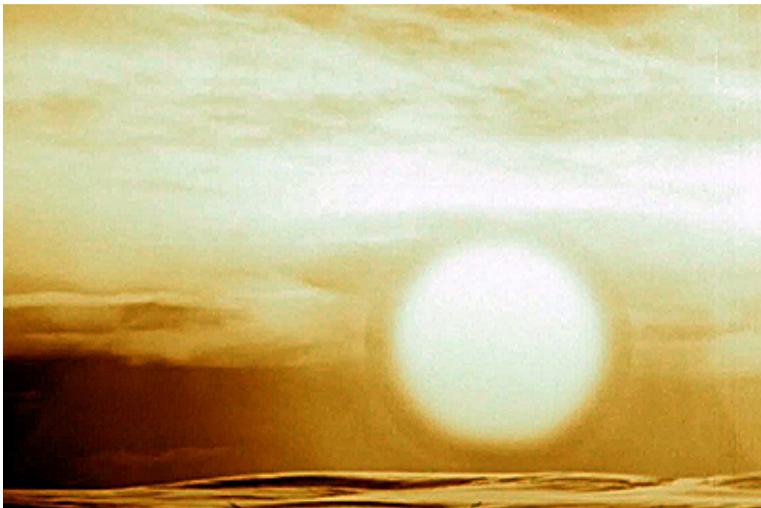
Si toutes les horloges – y compris celle du cerveau humain, qui gouverne notre perception personnelle du temps – sont ralenties de manière identique, alors **il est correct de dire que le temps lui-même est ralenti**, puisqu'il n'y a pas de durées de temps autres que celles pouvant être mesurées par n'importe quelle horloge. (Davies, 26)



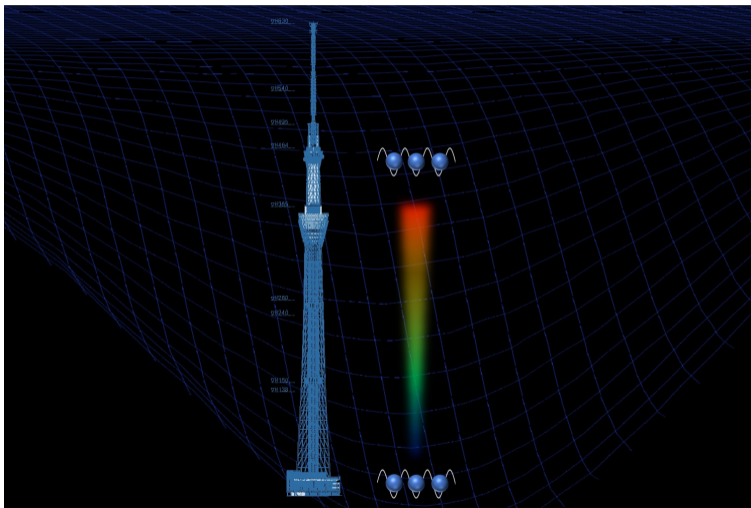
# Theorizing

Là encore, le fait observé est sans doute l'arbitre suprême ; mais il ne peut prononcer de sentence **tant que le large fossé qui sépare les axiomes de leurs conséquences vérifiables n'a pas été comblé par une réflexion intense et acharnée.** Le théoricien doit s'atteler à cette tâche herculéenne en étant pleinement conscient que ses efforts peuvent n'être destinés qu'à préparer le coup de grâce à sa théorie. Le théoricien qui entreprend un tel travail ne doit pas être taxé de « fantaisiste » ; au contraire, il doit avoir le droit de donner libre cours à sa fantaisie, car il n'y a pas d'autre moyen d'atteindre le but. (Einstein, 1934)

# Équivalence de la masse et l'énergie



# Dilatation du temps



# Voyager vers le futur

Ainsi, le futur est ailleurs. Il peut être visité. En définitive, tout ce dont nous avons besoin pour disposer d'une machine à explorer le temps efficace, c'est d'un vaisseau capable de se déplacer à des vitesses proches de celle de la lumière ou de résister aux conditions létales qui entourent les étoiles à neutrons. (Davis, 34)



# Le paradoxe du grand-père

Si vous voyagez au passé, et vous tuez votre grand-père, qu'est-ce qui se passe ? Vous n'aurez jamais existé, mais quand même c'est vous qui l'a tué...





## Voyager vers le passé

Persuadés par de telles objections, les physiciens ont traditionnellement invoqué un principe de chronologie qui, par fiat, **exclut tout voyage dans le passé.** (Deutsch and Lockwood, 51)



## Voyager vers le passé



## Voyager vers le passé

Supposons que l'espace-temps soit tellement déformé que certaines lignes d'univers forment des boucles fermées. Ces lignes d'univers seraient courbes de temps sur toute leur longueur. Localement, elles se conformeraient à toutes les propriétés familières de l'espace et du temps, tout en étant des couloirs vers le passé. Si nous essayions de suivre exactement une telle courbe de temps fermée (ou CTC, *closed timelike curve*), nous nous heurterions à notre ancien moi et serions mis à l'écart.

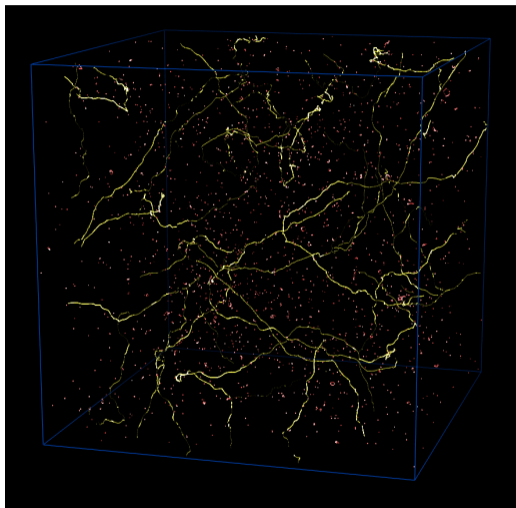


## Voyager vers le passé

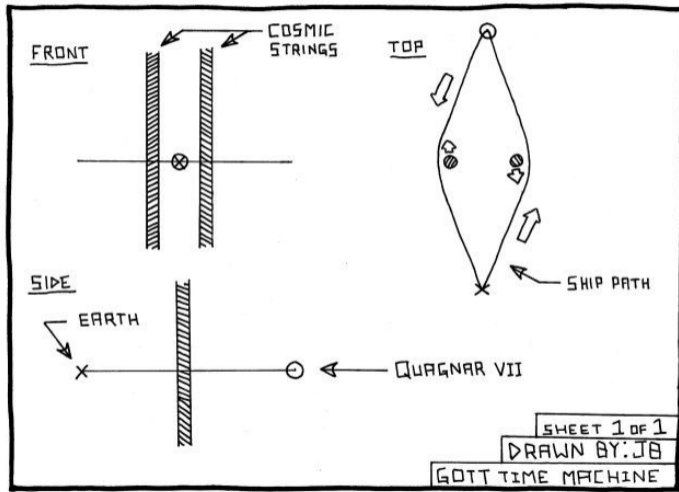
Pour [voyager dans le passé], nous devrions soit exploiter des CTC naturelles, soit créer des CTC en déformant et en déchirant le tissu de l'espace-temps. Ainsi, une machine à voyager dans le temps, plutôt que d'être un véhicule spécial, fournirait **une route vers le passé**, le long de laquelle un véhicule ordinaire, tel qu'un vaisseau spatial, pourrait voyager. (Deutsch and Lockwood, 52)



# Cordes cosmiques



# Les CTCs de Gott



## Les CTCs de Gott

Ceci répond à la célèbre question de Stephen Hawking : « Pourquoi n'avons-nous pas été envahis par des touristes venus du futur ? » C'est tout simplement **parce que personne n'a encore construit de machine à voyager dans le temps.** En termes simples, si une machine à voyager dans le temps était construite en l'an 3000, une voyageuse temporelle pourrait peut-être l'utiliser pour aller de l'an 3002 à l'an 3001, mais elle ne pourrait pas l'utiliser pour revenir à l'an 2001, car c'était avant la construction de la machine à voyager dans le temps. (Gott, 109)



# La théorie du multivers

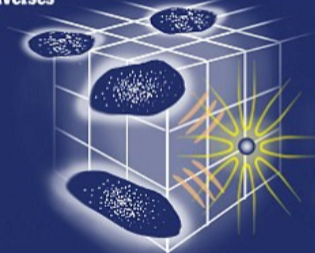




# La théorie du multivers

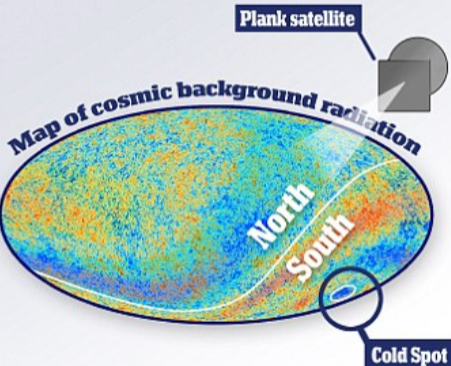
## Multiverse: The evidence

Anomalies in cosmic background radiation could be the first hard evidence for other universes



**1** Other universes exerted a 'pull' on our universe as it formed - leaving an imprint in the cosmic background radiation

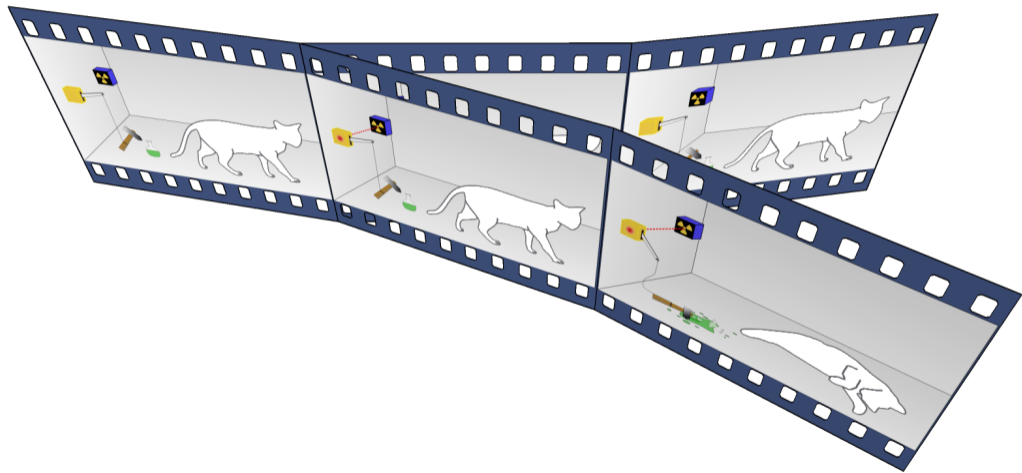
© daily mail / european space agency



**2** Cosmic microwave radiation should be evenly spread out but it is stronger in southern half of the sky

**3** A large 'cold spot' is also inexplicable under conventional physics

# La théorie d'Everett des mondes multiples



**Mais, par contre...**

# Defend the integrity of physics

Attempts to exempt speculative theories of the Universe from experimental verification undermine science, argue **George Ellis** and **Joe Silk**.

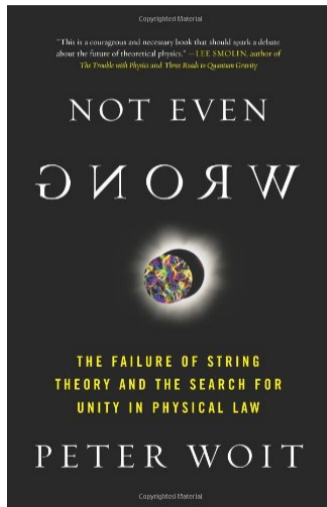


## Contre la théorie des cordes

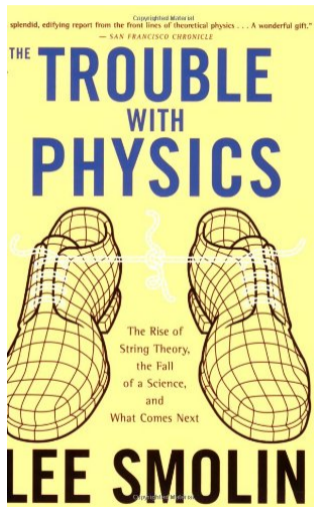
Bon nombre des derniers défenseurs de cette idée sont désormais bien ancrés et affirment clairement que leur politique consiste à « ne rien lâcher », même si cela implique d'abandonner tout espoir de comprendre cet univers et de croire en l'existence des autres.  
(Peter Woit, 2010)



# Contre la théorie des cordes



# Contre la théorie des cordes



# Science et politique

Cette bataille pour le cœur et l'âme de la physique s'ouvre à un moment où les résultats scientifiques - dans des domaines allant du changement climatique à la théorie de l'évolution - sont remis en question par certains hommes politiques et fundamentalistes religieux. Les dommages potentiels à la confiance du public dans la science et à la nature de la physique fondamentale doivent être contenus par un dialogue plus approfondi entre les scientifiques et les philosophes. (Ellis and Silk)



## Les expériences de pensée

Au cœur de la discussion se trouve un défi épistémologique relativement simple qui est présenté de manière particulièrement puissante par de nombreuses expériences de pensée que l'histoire des sciences a à offrir. Elles suggèrent que nous pouvons apprendre des choses sur le monde réel en pensant simplement à des scénarios imaginaires. **Mais comment pouvons-nous connaître la réalité (si tant est que nous le puissions), simplement en pensant ?** Existe-t-il vraiment des expériences de pensée qui nous permettent d'acquérir de nouvelles connaissances sur la nature sans nouvelles données empiriques ? (Brown and Fehige)



# Les expériences de pensée

Ces expériences peuvent s'appuyer sur :

- ① Nos **intuitions** par rapport aux cas en sciences nous fournissent de la nouvelle connaissance lorsqu'on réfléchit là-dessus
- ② Des **arguments** que nous créons avec toute expérience de pensée : si les lois de la physique sont comme ça, alors les conséquences seront comme ça
- ③ Des véritables **expériences** que nous faisons avec les images dans nos têtes plutôt qu'avec des objets physiques
- ④ Des **modèles scientifiques mentaux** d'un type donné qu'on façonne et manipule plutôt que le monde réel

