

## Voilà pourquoi, une évolution de notre conception de l'espace-temps, est devenue nécessaire...

•

[#452](#)

Message par [Philippe de Bellescize](#) » 21 sept. 2024, 10:04

Bonjour,

**La géométrie de Minkowski ne permet pas de traiter le "paradoxe des jumeaux", d'une manière adéquate, même si on n'utilise pas de diagramme d'espace-temps. C'est la manière dont raisonne mach3 qui me permet de le dire.**

Cette discussion est importante et intéressante, où mach3 explique, en montrant sa compétence sur le sujet, que l'on peut traiter le « paradoxe des jumeaux » sans se servir de référentiel ni aborder les questions de simultanéité. Elle me permet de poursuivre ma démonstration.

**Tout d'abord:**

Je tiens à signaler que cela n'invalide pas les conclusions, que j'ai pu tirer de mon [objection de la navette et du missile](#), car il s'agit de deux problèmes différents. C'est peut-être d'ailleurs, l'origine de notre incompréhension par le passé avec mach3, car nous ne parlons pas de la même chose.

**Par contre quand il dit :**

*[mach3](#) a écrit : ↑19 sept. 2024, 15:06 Je n'ai pas dessiné de cône de lumière... et quand bien même il n'implique ni éther, ni simultanéité...*

je lui réponds [ceci](#) car c'est faux.

**Ensuite :**

*[mach3](#) a écrit : ↑20 sept. 2024, 16:38*

*[externo](#) a écrit : ↑20 sept. 2024, 10:28 Si on ne considère que l'espace, il y a un objet qui s'éloigne d'un autre et qui revient. On ne peut pas dire qu'il y a un espace absolu car celui qui s'éloigne et qui revient peut affirmer qu'il ne bouge pas et que c'est l'autre qui bouge, il peut même dire que ce sont tous les objets de l'univers qui bougent et non lui.*

Je n'ai jamais considéré d'espace dans la démonstration. C'est aussi utile que de savoir quelle droite est horizontale pour démontrer quelque chose en géométrie euclidienne.

Dans le contexte, la question ne se pose pas en terme d'espace ou de qui bouge ou

ne bouge pas, parce que ça c'est déjà faire des constructions supplémentaires arbitraires dans la géométrie de Minkowski. Le voyageur mesure une accélération propre alors que le sédentaire n'en mesure pas. C'est une différence intrinsèque entre les deux en terme d'observables. Une différence au niveau des observables qui se retrouve au niveau des propriétés géométriques : il y a une ligne d'univers qui est droite au sens de la géométrie (dérivée covariante du vecteur tangent dans la direction du vecteur tangent nulle, et chemin extrémal) et une ligne qui n'est pas droite au sens de la géométrie (dérivée covariante non nulle, dont la norme est l'accélération propre, et chemin non extrémal). Et si on veut qu'un segment droit de genre temps et un segment non droit de genre temps possèdent les mêmes extrémités, alors le segment droit est plus long, la géométrie l'impose, et ça se retrouve dans les observables en terme de durée plus longue pour celui qui n'a pas mesuré d'accélération propre.

C'est en-dehors de toutes considérations sur l'espace (physique ou réel, en tout cas par opposition au concept mathématique d'espace), les référentiels ou la simultanité. On s'occupe des relations entre observables, qu'on modélise grâce à l'ensemble des événements qui obéit à la géométrie de Minkowski. Cet ensemble, qui est un espace affine (espace au sens mathématique ici) souvent nommé "espace-temps" est a priori totalement abstrait, il n'a pas vocation à décrire le réel, mais l'observable. Si dans le réel il y a un espace, un éther ou une simultanité, ou à l'inverse s'il y a un univers-bloc, on n'en a que faire à ce niveau car ce n'est pas observable.

(....)

La relativité restreinte dans sa formulation la plus minimaliste se limite à poser l'hypothèse que l'ensemble des événements est un espace affine 4D muni d'une forme quadratique de signature 1,3 (de laquelle dérive le tenseur métrique dit de Minkowski) et qu'il y a une correspondance entre grandeurs géométriques (longueurs au sens large et angles au sens large) dans cet espace abstrait et observables (durées mesurées par des horloges et accélérations propres mesurées par des accéléromètres à minima, d'autres observables pouvant être construites ensuite) dans le monde "physique"/"réel". Rien d'autre. On ne peut inférer de cela ni l'univers-bloc, ni l'éther, ils ne sont que compatibles avec (et encore il faut qu'il ne soit pas n'importe comment, par exemple il faut que ce soit l'éther de Lorentz, pas l'éther d'avant Michelson et Morley, et postuler l'invariance de Lorentz en même temps, sinon on ne retrouve pas la géométrie de Minkowski, donc on ne retrouve pas les bonnes relations entre observables).

Et cette formulation minimaliste (qu'on l'appelle "géométrie de Minkowski" ou pas, ça n'a pas d'importance en fait), prédit bien que le voyageur (celui qui a une accélération propre non nulle, accéléromètre faisant foi) vieillit moins que le sédentaire (celui qui a une accélération propre nulle, accéléromètre faisant foi).

[mach3](#) a écrit : ↑18 sept. 2024, 00:07 On note que nulle part ici n'interviennent les notions de référentiel, de coordonnées, d'éther, de vitesse de la lumière ou de simultanéité, il s'agit uniquement de la mise en relation de grandeurs mesurables directement par le sédentaire et/ou le voyageur (horloges embarquées pour le temps propre, observation de l'horloge de l'autre pour la rapidité via l'effet Doppler qui est l'exponentielle de la rapidité, accéléromètre embarqué pour l'accélération propre) via leur association aux grandeurs géométriques intervenant dans la géométrie de Minkowski.

Pour ce qui concerne l'effet Doppler, cela n'a aucun effet sur le rythme des horloges, cela peut seulement avoir un effet sur la manière, dont l'un des observateurs perçoit le rythme de l'horloge de l'autre observateur.

[mach3](#) a écrit : ↑18 sept. 2024, 00:07 La durée représentée par le segment [AF] est plus grande que la somme des durées représentées par les segments [AB], [BC], [CD], [DE] et [EF]

(...)

Quelque soit les durées et les intensités des phases d'accélération du voyageur, pourvu qu'à la fin il rejoint le sédentaire, la durée qu'il va mesurer entre A et F sera plus courte que celle que mesurera le sédentaire entre A et F. On pourra éventuellement faire du quantitatif, c'est-à-dire déterminer l'équation reliant les durées pour le voyageur et le sédentaire aux durées et intensités des accélérations ultérieurement (nous n'avons déterminé que des inéquations ici, donc du qualitatif), mais il n'est pas utile d'aller plus loin si déjà il y a désaccord ou incompréhension de ce qui précède (qui par ailleurs n'est peut-être pas exempt de coquilles).

On note que nulle part ici n'interviennent les notions de référentiel, de coordonnées, d'éther, de vitesse de la lumière ou de simultanéité, il s'agit uniquement de la mise en relation de grandeurs mesurables directement par le sédentaire et/ou le voyageur (horloges embarquées pour le temps propre, observation de l'horloge de l'autre pour la rapidité via l'effet Doppler qui est l'exponentielle de la rapidité, accéléromètre embarqué pour l'accélération propre) via leur association aux grandeurs géométriques intervenant dans la géométrie de Minkowski.

Les conclusions de mach3, à travers son raisonnement mathématique qui montre sa compétence, sont les mêmes que dans cette vidéo, sauf qu'il n'utilise pas pour y parvenir de diagramme d'espace-temps :

[Philippe de Bellescize](#) a écrit : ↑18 sept. 2024, 16:33  
[Le paradoxe des jumeaux dans le diagramme de Minkowski](#)

Pour autant la manière de procéder de mach3, bien que très intéressante, ne l'empêche pas de tomber dans la même erreur. D'une part la différence d'âge des jumeaux, est liée à la différence de longueur du parcours effectué par les deux jumeaux, ce qui sur un diagramme

d'espace-temps est lié à la relativité de la simultanéité. Mach3, en reprenant La géométrie de Minkowski, doit a-priori sans s'en apercevoir tomber dans le même problème ([par la longueur et l'orientation des segments](#)). D'autre part, le fait d'avoir « un accéléromètre embarqué pour l'accélération propre » est insuffisante pour qualifier réellement l'accélération. Car comme il ne traite pas du mouvement, par rapport à ce qui constitue l'espace-temps - « corps » jouant le rôle d'éther et permettant à l'espace-temps d'exister - la solution qu'il donne n'est pas plus physique que celle des diagrammes d'espace-temps. Du coup, à partir cette approche, l'évaluation de la différence d'âge des jumeaux sera, dans certains cas de figure, forcément fausse.

**D'où l'importance de voir l'aspect conceptuel qui est impliqué, le raisonnement mathématique ne permettant pas toujours, à lui seul, de discerner.** Je remercie mach3, pour tous ces développements, car cela me permet de continuer d'avancer sur mon sujet.

Cordialement  
Philippe de Bellescize