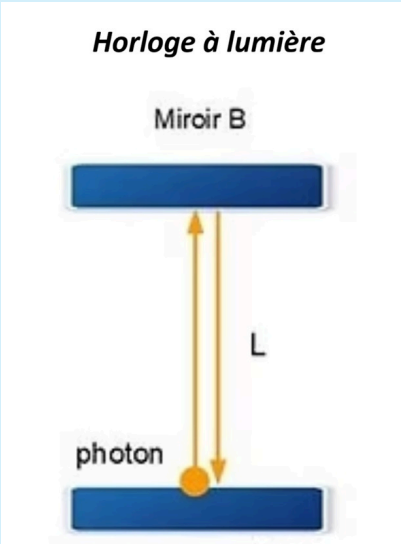
25
9/09/2026

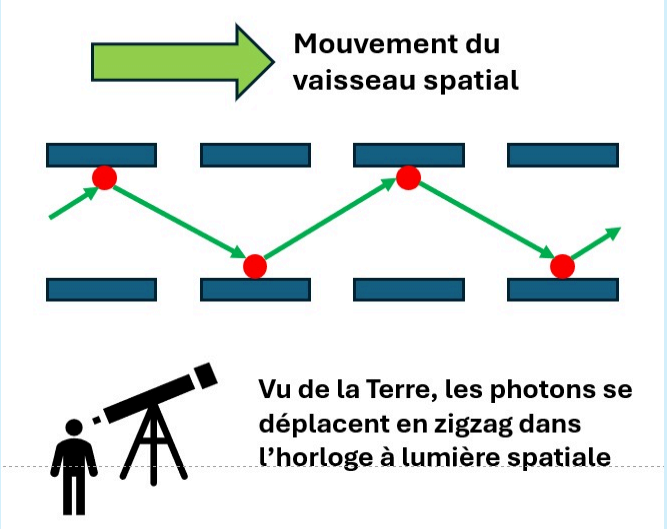
La théorie de la "relativité restreinte" (1905) la dilatation du temps et la contraction des longueurs

Science facile

La constance de la vitesse de la lumière induit aussi, pour un objet en mouvement, une dilatation du temps et une contraction de longueurs, donc de l'espace.

Le temps se dilate. Prenons un cas très simple. A l'intérieur d'un **vaisseau spatial allant à grande vitesse**, un physicien mène une expérience : il a bâti une ***"horloge à lumière"***, qui est basée sur le principe d'un faisceau lumineux qui se réfléchit en permanence, piégé entre deux miroirs. A chaque fois que la lumière touche un miroir, un "tic" est émis.





Un observateur **sur Terre** équipé d'une horloge identique, voit passer le vaisseau à toute vitesse. Pour lui, la lumière effectue un **trajet en zigzag**, car les miroirs se déplacent. Sa perception est que le trajet entre les deux miroirs est beaucoup plus grand que celui vu par le voyageur. Or la lumière se déplace toujours à la vitesse constante "c" et un trajet plus long prend plus de temps. Pendant que l'horloge du voyageur fait un seul "tic" dans son référentiel, l'horloge de l'observateur sur terre fera plusieurs "tics". Pour le terrien, le temps du voyageur est donc dilaté, une seconde du voyageur étant plus longue qu'une seconde sur Terre.

L'espace se contracte aussi à grande vitesse. En effet, puisque son horloge à "tics" est plus lente que sur Terre, le temps que le voyageur mettra à rejoindre une étoile lointaine, sera pour lui plus court que pour l'observateur qui le suit avec son télescope. Mais comme sa vitesse est toujours la même (et toujours inférieure à "c") cela signifie que pour le voyageur, la distance à parcourir est plus faible et donc que pour lui, l'espace s'est contracté.

Cependant, **cette dilatation du temps et cette contraction de l'espace sont symétriques.** Pour l'observateur terrestre (dans son propre repère), l'horloge tourne plus vite que celle du voyageur et les longueurs sont plus grandes. Mais pour le voyageur c'est également le cas ! Pour lui (dans son propre repère), l'horloge tourne plus vite que celle du terrien et les longueurs sont plus grandes. Cela semble totalement contradictoire, mais les deux ont raison… dans leurs propres repères.

Concrètement, lorsque la fusée s'éloigne à très grande vitesse, si les deux pouvaient communiquer par vidéo, chacun verrait l'autre au ralenti (et même hyper ralenti), ayant des gestes très lents. Et si la fusée revenait, chacun verrait l'autre très excité… Symétrie totale.

La dilatation du temps est observable, notamment sur des particules instables créées dans la haute atmosphère, les ***"muons atmosphériques"***. Ces particules élémentaires sont créées par le choc des rayons cosmiques avec le molécules présentes dans la haute atmosphère. En fait la Terre est bombardée en permanence par ces rayons cosmiques qui proviennent du Soleil, des restes d'étoiles *supernovae* et parfois de noyaux de galaxies, des pulsars ou des collisions d'astres. En entrant dans l'atmosphère terrestre, les rayons cosmiques créent des *"gerbes cosmiques"*, qui sont d'impressionnantes cascades de particules secondaires, dont les *muons*.

Ces muons ont une très courte durée de vie au repos (2,2 microsecondes) mais leur vitesse est 98% de celle de la lumière. En principe, selon la physique classique, ils ne devraient donc pas pouvoir parcourir plus de 660 mètres avant de se désintégrer. Or le flux moyen observé au niveau de la mer est de 150 muons par m^2. C'est la dilatation relativiste du temps qui explique cette apparente anomalie. Dans le référentiel du muon (c'est-à-dire pour lui), il est immobile. Par contre, il lui apparaît que la Terre fonce vers lui à la vitesse de 98% de celle de la lumière. L'épaisseur de l'atmosphère se contracte donc pour lui bien en deçà des 600 mètres fatidiques et, malgré sa courte vie de 2 microsecondes, il a largement (en fait plus de 10 fois) le temps de la traverser avec de mourir…