

Temps et relativité restreinte

Qu'est-ce que la relativité restreinte ?

1) Qu'est-ce que l'invariance de la vitesse de la lumière dans le vide ?

→ activité : Et « l'éther » s'évapora ...

L'expérience de MICHELSON et MORLEY réalisée en 1887, n'a pas mis en évidence l'existence de l'Éther (substance selon laquelle était rempli l'espace afin de permettre la propagation de la lumière).

En 1905, EINSTEIN publie un article où il postule que la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens : c'est l'invariance de la vitesse de la lumière. Ceci remet donc en cause la mécanique classique pour laquelle la valeur de la vitesse dépend du référentiel.

A RETENIR :

Postulat d'A. EINSTEIN pour la vitesse de la lumière :

La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens.

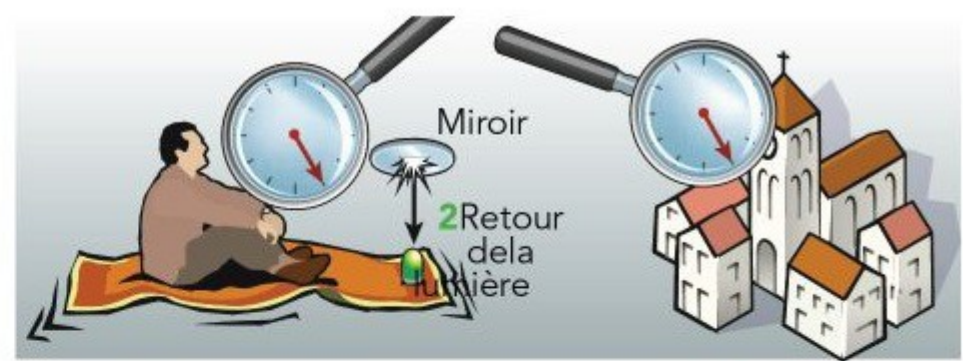
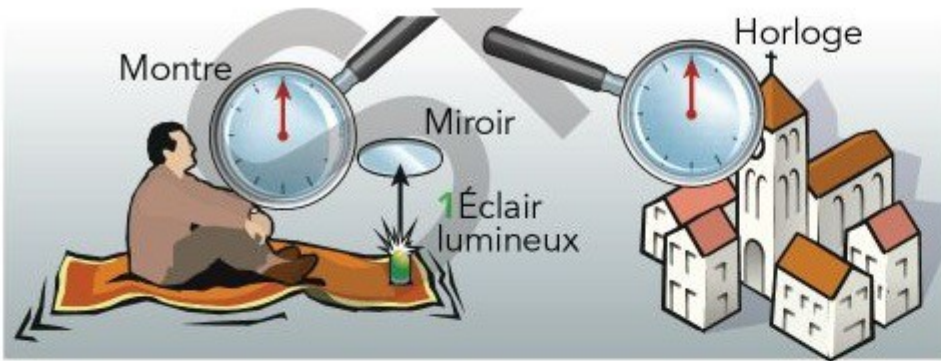
2) Qu'est-ce que la relativité restreinte ?

1) La relativité restreinte

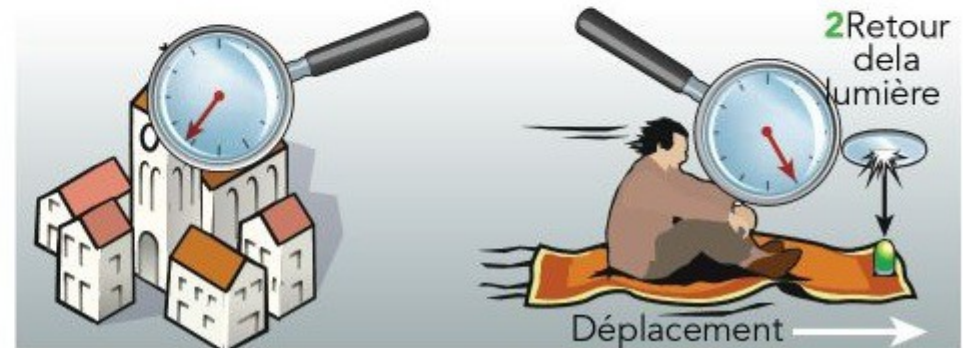
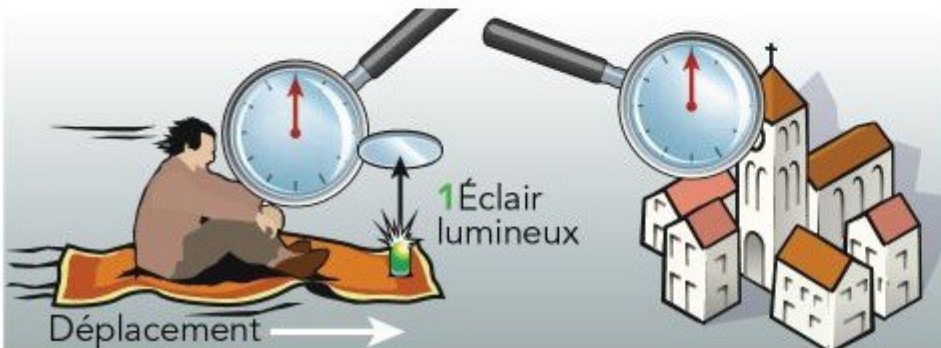
Le temps est une grandeur mesurée par une horloge.

En physique classique (celle de NEWTON et GALILEE) le temps est absolu : il s'écoule indépendamment des conditions extérieures et de la même façon pour tout observateur en tous lieux et tous mouvements.

Mais selon la théorie de la relativité restreinte, **l'écoulement du temps dépend du référentiel.** La durée séparant deux événements dépend donc du référentiel d'observation.



Deux horloges immobiles l'une par rapport à l'autre mesurent les mêmes durées entre les événements 1 et 2.



Une horloge en mouvement et une horloge fixe ne mesurent pas la même durée entre les événements 1 et 2.

2) La relativité du temps

Le temps propre (ou durée propre), ΔT_0 , est la durée séparant deux événements ayant lieu au même endroit dans un référentiel galiléen (R). Cette durée est mesurée par une horloge fixe dans ce référentiel galiléen et proche des 2 événements.

→ activité : ... lorsque la relativité arriva

La durée de vie propre d'un muon en mouvement dans l'atmosphère terrestre est plus petite que la durée de vie mesurée par un observateur immobile à la surface de la Terre.

Le **temps mesuré** (ou durée mesurée), $\Delta T'$ est la durée séparant 2 événements mesurée par une horloge fixe dans un référentiel galiléen (R') en mouvement par rapport au référentiel galiléen (R) dans lequel on mesure le temps propre.

ΔT_0 et $\Delta T'$ sont reliés par la relation de dilatation temporelle :

$$\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0$$

où le coefficient γ , sans unité, est donné par la relation :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

où v est la valeur de la vitesse relative d'une horloge par rapport à l'autre. c est la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide.

v étant inférieure à c , le coefficient γ est supérieur à 1. Une durée mesurée $\Delta T'$ est toujours supérieure à la durée propre ΔT_0 correspondante.

A retenir : Deux horloges en mouvement relatif ne mesurent pas la même durée entre les 2 mêmes événements : $\Delta T' > \Delta T_0$.

C'est le phénomène de dilatation des durées.

Une horloge qui se déplace par rapport à un observateur bat plus lentement qu'une horloge immobile par rapport à cet observateur.

3) Physique classique ou relativité restreinte ?

Le postulat d'Einstein est compatible avec les lois de la mécanique classique de NEWTON. Car si v est bien inférieur à c , alors γ est très proche de 1, $\Delta T'$ est alors égal à ΔT_0 . Dans ce cas, la mesure d'une durée est indépendante du référentiel choisi.

A retenir : Dans le cas où la valeur de la vitesse relative entre 2 horloges considérées est faible par rapport à la vitesse de la lumière dans le vide, la dilatation des durées n'est plus perceptible, même avec des horloges atomiques.

→ activité : « Être à l'heure pour se situer »

Dans certaines situations, il est indispensable de prendre en compte la relativité du temps. C'est le cas des GPS, car sans synchronisation, les horloges embarquées dans les satellites seraient décalées par rapport à une horloge terrestre.