

L'un des grands principes de la physique classique ou newtonienne, est l'hypothèse selon laquelle le temps est universel ou absolu, c'est à dire identique pour tous les observateurs, en tout endroit de l'espace et indépendant de leur mouvement respectif.

Inversement, la physique relativiste pose cette question : une horloge en mouvement mesure-t-elle la même durée entre deux phénomènes qu'une horloge fixe ?

## I ) Postulat de la relativité restreinte

L'expérience historique de Michelson et Morley ( XIX ème siècle) sur les interférences a permis de montrer que la vitesse de la lumière dans le vide est indépendante de la vitesse de déplacement de la Terre.

Suite à cette expérience, Albert Einstein, publie en 1905, une nouvelle théorie appelée relativité restreinte. Elle repose sur deux postulats:

1<sup>er</sup> postulat : Les lois de la physique sont identiques dans tous les référentiels galiléens.

Deux expériences identiques réalisées dans des référentiels galiléens différents donnent exactement le même résultat; la vitesse relative des référentiels n'a pas d'effet.

Dans un système physique en mouvement rectiligne uniforme, on ne peut mettre en évidence le mouvement du système par aucune expérience effectuée à l'intérieur de ce système.

2<sup>ème</sup> postulat : La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est indépendante du mouvement de la source lumineuse et elle a la même valeur dans tous les référentiels galiléens.

Remarque : Pour les autres ondes, ceci n'est pas vrai ; pour le surfeur, l'onde (la vague) est immobile par rapport à lui mais bouge par rapport à la plage.

En seconde, on étudie que le mouvement est relatif au référentiel choisi.

## II ) Dilatation des durées

### 1) Caractère relatif du temps

Soit un vaisseau spatial en mouvement rectiligne et uniforme par rapport à la Terre.

Le référentiel lié au vaisseau est donc galiléen

(car en translation par rapport au référentiel terrestre).

Le point O, a la possibilité d'émettre des flashes lumineux.

Les points A et B, situés à l'arrière et à l'avant du vaisseau, sont équidistants du point O.

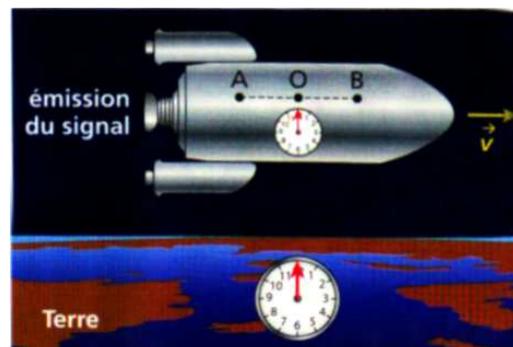
Lorsque O émet un flash, et que l'on se place dans le référentiel du vaisseau, le signal lumineux est reçu simultanément par A et B.

En revanche, dans le référentiel terrestre, le point A se rapproche du point d'émission O et le point B s'en éloigne ; la réception du flash par les deux capteurs n'est donc pas simultanée.

( le point A détecte le signal avant B car la distance à parcourir par la lumière est plus faible).

Ce raisonnement est valable car la célérité de la lumière est la même dans tous les référentiels.

**La mesure du temps dépend donc du référentiel choisi**



## 2) Durée propre et durée mesurée

On appelle référentiel propre d'un objet, le référentiel lié à l'objet, celui dans lequel il est immobile.

Une **durée propre**, concernant un objet, est une durée mesurée par une horloge immobile dans le référentiel propre de cet objet.

Soit deux référentiels R et R<sub>p</sub> galiléens, en mouvement l'un par rapport à l'autre ; R<sub>p</sub> étant le référentiel propre lié à l'objet.

On appelle  $\Delta t_m$  la durée d'un phénomène, mesurée dans R et  $\Delta t_p$  sa durée propre mesurée dans R<sub>p</sub>, alors ces deux durées sont liées par la relation :

$$\Delta t_m = \gamma \times \Delta t_p \quad \gamma = 1 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

avec v vitesse de R<sub>p</sub> par rapport à R

$\gamma$  : Coefficient de dilatation des durées

Comme  $\gamma > 1$ , la durée mesurée  $\Delta t_m$  dans R est toujours supérieure à la durée propre  $\Delta t_p$ .

Pour cette raison, on dit qu'il y a **dilatation des durées** pour un objet en mouvement par rapport à un observateur « fixe »

Il est souvent impossible de mesurer la durée propre  $\Delta t_0$ .

Par contre, si on connaît la vitesse v et la distance d parcourue du mobile dans le référentiel R, on peut calculer la durée mesurée  $\Delta t_m$ .  $d = v \times \Delta t_m$  ;  $\Delta t_m = d / v$

### III ) Physique classique ou relativité restreinte ?

Lorsque la vitesse relative des horloges est faible devant c, alors la dilatation des durées n'est plus perceptible, même pour les horloges les plus précises.

En revanche, il est parfois indispensable de prendre en compte la relativité du temps.

C'est le cas des GPS ( Global Position System) : sans synchronisation, les horloges situées à bord des satellites seraient décalées par rapport aux horloges terrestres ( voir p.212)

Dans le domaine de la physique des particules, la relativité restreinte est omniprésente ; elle permet notamment d'observer les particules pendant une durée supérieure à leur durée de vie réelle ( grâce à la dilatation des durées).

Pour que la durée mesurée diffère de 1% de la durée propre, il faut une vitesse supérieure à c /10, ce qui est bien supérieur aux performances des véhicules construits par l'homme.

