

# Activité 2 relativité restreinte

## A chacun son temps

### À chacun son temps

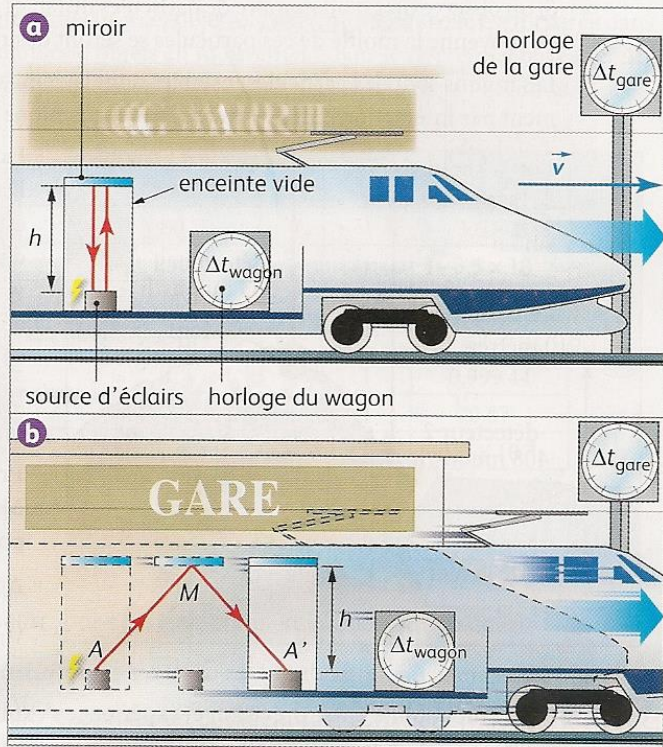
► L'invariance de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide impose de reconsidérer nos notions intuitives sur le temps. Un phénomène a-t-il la même durée si on l'étudie dans deux référentiels différents ?

Imaginons l'expérience de pensée suivante : dans le wagon d'un train, on a placé une enceinte où on a fait le vide. Cette enceinte contient une source d'éclair lumineux placée au sol et un miroir placé à la verticale de cette source, à une distance  $h$ .

Ce wagon passe devant la gare avec une vitesse  $v$  constante.

Dans le wagon, un dispositif avec une horloge très précise permet de mesurer la durée  $\Delta t_{\text{wagon}}$  de propagation d'un éclair depuis son émission jusqu'à son retour au point de départ (figure 3 a).

Sur le quai de la gare, un autre dispositif avec une horloge tout aussi précise permet de mesurer la durée  $\Delta t_{\text{gare}}$  du trajet aller-retour du même éclair (figure 3 b).



2 Expérience de pensée : l'horloge de lumière.

- 3 ► Trajectoire d'un éclair dans :
- a dans le référentiel du wagon ;
  - b dans le référentiel de la gare.

### 1 Analyser les documents

- a. Expliquer la différence de trajectoire des éclairs des figures 3 a et 3 b.
- b. On admet que la vitesse de propagation de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens.  
Montrer que la durée  $\Delta t_{\text{gare}}$  de l'aller-retour d'un éclair, mesurée par l'horloge de la gare, est supérieure à la durée  $\Delta t_{\text{wagon}}$  du même aller-retour, enregistrée par l'horloge du wagon.

### 2 Exploiter les documents

- a. On raisonne en se plaçant dans le référentiel du wagon.  
Exprimer  $h$  en fonction de  $\Delta t_{\text{wagon}}$  et  $c$ .
- b. On raisonne maintenant en se plaçant dans le référentiel de la gare :  
– exprimer la distance  $AA'$  en fonction de  $\Delta t_{\text{gare}}$  et de  $v$ , puis les distances  $AM$  et  $A'M$  en fonction de  $\Delta t_{\text{gare}}$  et  $c$  ;  
– exprimer les distances  $AM$  et  $A'M$  en fonction de  $h$  et de  $AA'$ .
- c. En déduire que les durées mesurées dans le référentiel du wagon et dans le référentiel de la gare sont liées par la relation : 
$$\Delta t_{\text{gare}} = \frac{\Delta t_{\text{wagon}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

### 3 Conclure

Selon la **théorie de la relativité du temps**, on dit qu'il y a « dilatation des durées » pour un objet en mouvement du point de vue d'un observateur immobile.  
Expliquer comment cette expression s'applique à l'exemple précédent et en déduire que le temps a un caractère **relatif**.