

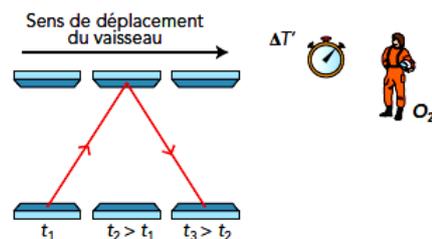
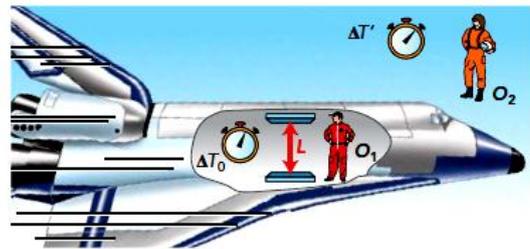
# Dilatation des durées

La relativité restreinte conduit à des conclusions surprenantes dont celle de la dilatation des durées. L'expérience de pensée suivante permet de démontrer la formule de dilatation des durées.

Elle utilise une « horloge de lumière » qui est un dispositif imaginaire constitué de deux miroirs plans parallèles entre lesquels les allers-retours d'un faisceau lumineux rythment le temps.

Dans un vaisseau, un observateur  $O_1$ , immobile par rapport à l'horloge de lumière, mesure la durée  $\Delta T_0$ , appelée durée propre, d'un aller-retour de la lumière entre les deux miroirs distants d'une longueur  $L$ . La lumière se déplace à une vitesse de valeur  $c$ .

Un autre observateur  $O_2$ , à l'extérieur du vaisseau, regarde l'horloge de lumière et la voit se déplacer horizontalement à une vitesse de valeur  $v$  constante. Dans le référentiel lié à  $O_2$ , le faisceau de lumière parcourt une distance  $\ell$ , lors d'un aller-retour, plus grande que celle parcourue dans le référentiel galiléen relié à  $O_1$ . La lumière ayant une vitesse de valeur  $c$  indépendante du référentiel, la durée  $\Delta T'$  d'un aller-retour de la lumière mesurée par  $O_2$  sera différente de  $\Delta T_0$ .



1. Pour l'observateur  $O_1$ , exprimer la distance  $L$  d'un aller-retour de la lumière entre les deux miroirs en fonction de  $c$  et de  $\Delta T_0$ .
2. Pour l'observateur  $O_2$ , exprimer la distance  $d$  parcourue par le vaisseau pendant un aller simple de la lumière en fonction de  $v$  et de  $\Delta T'$ .
3. Indiquer sur le second schéma les distances  $d$ ,  $L$  et  $\ell/2$ .  
Quelle relation existe-t-il entre ces trois longueurs ?  
En déduire l'expression de la longueur  $\ell$  en fonction de  $d$  et  $L$ .
4. Exprimer la distance  $\ell$  en fonction de  $c$  et de  $\Delta T'$ .
5. A partir des deux questions précédentes, établir une relation entre  $\Delta T'$  et  $\Delta T_0$  et montrer qu'elle s'écrit :

$$\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0 \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

6. Pourquoi parle-t-on de dilatation des durées ?