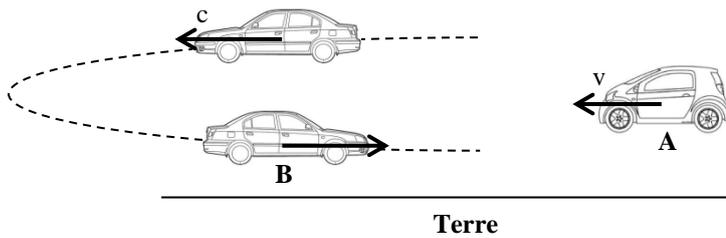


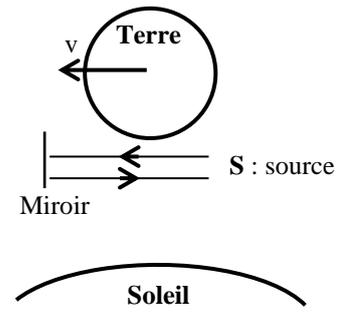
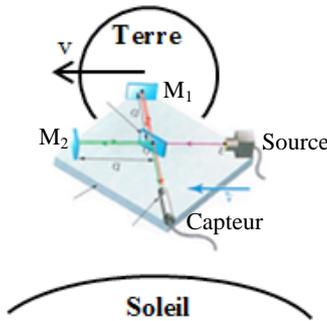
I. De la mécanique classique à la relativité restreinte

1. Composition des vitesses (mécanique classique)



- ☞ **Situation 1** : deux voitures sont en mouvement rectiligne uniforme par rapport à la Terre, la voiture A à la vitesse $v = 50 \text{ km.h}^{-1}$ et la voiture B à la vitesse $c = 60 \text{ km.h}^{-1}$. Que vaut la vitesse de la voiture B par rapport à la voiture A quand elle s'éloigne de la voiture A ? quand elle se rapproche ?

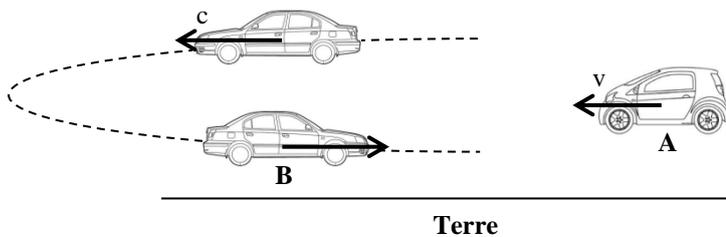
2. Insuffisance de la mécanique classique : activité 1 P.244



- ☞ **Situation 2** : par rapport au Soleil, la vitesse de la lumière vaut $c = 300\,000 \text{ km.s}^{-1}$, celle de la Terre $v = 30 \text{ km.s}^{-1}$. La lumière est émise par une source fixée à la Terre, en direction d'un miroir sur lequel elle se réfléchit. Que vaut la vitesse de la lumière par rapport à la Terre quand elle s'éloigne de la Terre ? quand elle se rapproche ?

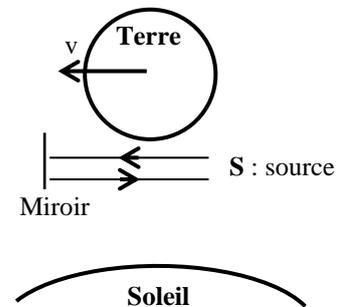
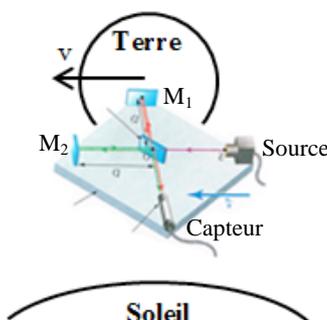
I. De la mécanique classique à la relativité restreinte

1. Composition des vitesses (mécanique classique)



- ☞ **Situation 1** : deux voitures sont en mouvement rectiligne uniforme par rapport à la Terre, la voiture A à la vitesse $v = 50 \text{ km.h}^{-1}$ et la voiture B à la vitesse $c = 60 \text{ km.h}^{-1}$. Que vaut la vitesse de la voiture B par rapport à la voiture A quand elle s'éloigne de la voiture A ? quand elle se rapproche ?

2. Insuffisance de la mécanique classique : activité 1 P.244



- ☞ **Situation 2** : par rapport au Soleil, la vitesse de la lumière vaut $c = 300\,000 \text{ km.s}^{-1}$, celle de la Terre $v = 30 \text{ km.s}^{-1}$. La lumière est émise par une source fixée à la Terre, en direction d'un miroir sur lequel elle se réfléchit. Que vaut la vitesse de la lumière par rapport à la Terre quand elle s'éloigne de la Terre ? quand elle se rapproche ?

II. Les effets de la relativité restreinte

2. Durée propre et durée mesurée

Le référentiel propre R_p d'un objet est le référentiel dans lequel cet objet est immobile

- Exemples : - le train (activité 2) dans lequel la source de lumière est immobile
 - la voiture (« Retour vers le futur ») dans laquelle le chien est immobile

C'est aussi le référentiel **dans lequel a lieu l'évènement étudié**

- Exemple : - l'aller-retour de l'éclair dans le train (activité 2)

La durée propre Δt_p ou temps propre d'un évènement est la durée mesurée par une horloge immobile dans le référentiel propre

- Exemple : - la durée de l'aller-retour de l'éclair dans le train (activité 2)

La durée mesurée Δt_m ou durée impropre d'un évènement est la durée mesurée par une horloge dans un référentiel **R** en mouvement par rapport au référentiel propre

- Exemple : - la durée de l'aller-retour de l'éclair mesurée depuis le quai de la gare (activité 2)

La **durée mesurée Δt_m** de l'évènement est toujours supérieure à La **durée propre Δt_p**
 On dit qu'il y a **dilatation du temps**

- Exemples : - la durée de l'aller-retour Δt_m de l'éclair mesurée depuis le quai de la gare est plus grande que celle mesurée Δt_p dans le train (activité 2)
 - ci-contre : - évènement étudié : la sieste
 - référentiel propre : le vaisseau ; durée propre : $\Delta t_p = 5$ min
 - Terre : référentiel en mouvement par rapport au référentiel propre ; durée mesurée : $\Delta t_m > 5$ min



$$\Delta t_m = \gamma \Delta t_p \quad \text{avec } \gamma : \text{Coefficient de dilatation des durées} \Rightarrow \gamma > 1$$

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

avec **v** : vitesse du référentiel **R** par rapport au référentiel propre **R_p**
c : vitesse de la lumière dans le vide

II. Les effets de la relativité restreinte

2. Durée propre et durée mesurée

Le référentiel propre R_p d'un objet est le référentiel dans lequel cet objet est immobile

- Exemples : - le train (activité 2) dans lequel la source de lumière est immobile
 - la voiture (« Retour vers le futur ») dans laquelle le chien est immobile

C'est aussi le référentiel **dans lequel a lieu l'évènement étudié**

- Exemple : - l'aller-retour de l'éclair dans le train (activité 2)

La durée propre Δt_p ou temps propre d'un évènement est la durée mesurée par une horloge immobile dans le référentiel propre

- Exemple : - la durée de l'aller-retour de l'éclair dans le train (activité 2)

La durée mesurée Δt_m ou durée impropre d'un évènement est la durée mesurée par une horloge dans un référentiel **R** en mouvement par rapport au référentiel propre

- Exemple : - la durée de l'aller-retour de l'éclair mesurée depuis le quai de la gare (activité 2)

La **durée mesurée Δt_m** de l'évènement est toujours supérieure à La **durée propre Δt_p**
 On dit qu'il y a **dilatation du temps**

- Exemples : - la durée de l'aller-retour Δt_m de l'éclair mesurée depuis le quai de la gare est plus grande que celle mesurée Δt_p dans le train (activité 2)
 - ci-contre : - évènement étudié : la sieste
 - référentiel propre : le vaisseau ; durée propre : $\Delta t_p = 5$ min
 - Terre : référentiel en mouvement par rapport au référentiel propre ; durée mesurée : $\Delta t_m > 5$ min



$$\Delta t_m = \gamma \Delta t_p \quad \text{avec } \gamma : \text{Coefficient de dilatation des durées} \Rightarrow \gamma > 1$$

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

avec **v** : vitesse du référentiel **R** par rapport au référentiel propre **R_p**
c : vitesse de la lumière dans le vide

	Vitesse dans le référentiel terrestre ($m \cdot s^{-1}$)	Δt_m (s)	Δt_p (s)	$\frac{\Delta t_m - \Delta t_p}{\Delta t_m}$ en %
Marcheur	1	1	$1 - 5,6 \times 10^{-18}$	
TGV	80	1	$1 - 3,6 \times 10^{-14}$	
Avion de ligne	250	1	$1 - 3,5 \times 10^{-13}$	
Satellite du système GPS	4 000	1	$1 - 8,9 \times 10^{-11}$	
Sonde solaire Helios 2	7×10^4	1	$1 - 2,7 \times 10^{-8}$	
Particule α	10^7	1	0,999 44	
Électron dans un microscope électronique	$0,5 c$	1	0,87	
Proton dans l'accélérateur LHC	$0,999\ 999\ 991 c$	1	$1,3 \times 10^{-4}$	

	Vitesse dans le référentiel terrestre ($m \cdot s^{-1}$)	Δt_m (s)	Δt_p (s)	$\frac{\Delta t_m - \Delta t_p}{\Delta t_m}$ en %
Marcheur	1	1	$1 - 5,6 \times 10^{-18}$	
TGV	80	1	$1 - 3,6 \times 10^{-14}$	
Avion de ligne	250	1	$1 - 3,5 \times 10^{-13}$	
Satellite du système GPS	4 000	1	$1 - 8,9 \times 10^{-11}$	
Sonde solaire Helios 2	7×10^4	1	$1 - 2,7 \times 10^{-8}$	
Particule α	10^7	1	0,999 44	
Électron dans un microscope électronique	$0,5 c$	1	0,87	
Proton dans l'accélérateur LHC	$0,999\ 999\ 991 c$	1	$1,3 \times 10^{-4}$	

	Vitesse dans le référentiel terrestre ($m \cdot s^{-1}$)	Δt_m (s)	Δt_p (s)	$\frac{\Delta t_m - \Delta t_p}{\Delta t_m}$ en %
Marcheur	1	1	$1 - 5,6 \times 10^{-18}$	
TGV	80	1	$1 - 3,6 \times 10^{-14}$	
Avion de ligne	250	1	$1 - 3,5 \times 10^{-13}$	
Satellite du système GPS	4 000	1	$1 - 8,9 \times 10^{-11}$	
Sonde solaire Helios 2	7×10^4	1	$1 - 2,7 \times 10^{-8}$	
Particule α	10^7	1	0,999 44	
Électron dans un microscope électronique	$0,5 c$	1	0,87	
Proton dans l'accélérateur LHC	$0,999\ 999\ 991 c$	1	$1,3 \times 10^{-4}$	

	Vitesse dans le référentiel terrestre ($m \cdot s^{-1}$)	Δt_m (s)	Δt_p (s)	$\frac{\Delta t_m - \Delta t_p}{\Delta t_m}$ en %
Marcheur	1	1	$1 - 5,6 \times 10^{-18}$	
TGV	80	1	$1 - 3,6 \times 10^{-14}$	
Avion de ligne	250	1	$1 - 3,5 \times 10^{-13}$	
Satellite du système GPS	4 000	1	$1 - 8,9 \times 10^{-11}$	
Sonde solaire Helios 2	7×10^4	1	$1 - 2,7 \times 10^{-8}$	
Particule α	10^7	1	0,999 44	
Électron dans un microscope électronique	$0,5 c$	1	0,87	
Proton dans l'accélérateur LHC	$0,999\ 999\ 991 c$	1	$1,3 \times 10^{-4}$	

	Vitesse dans le référentiel terrestre ($m \cdot s^{-1}$)	Δt_m (s)	Δt_p (s)	$\frac{\Delta t_m - \Delta t_p}{\Delta t_m}$ en %
Marcheur	1	1	$1 - 5,6 \times 10^{-18}$	
TGV	80	1	$1 - 3,6 \times 10^{-14}$	
Avion de ligne	250	1	$1 - 3,5 \times 10^{-13}$	
Satellite du système GPS	4 000	1	$1 - 8,9 \times 10^{-11}$	
Sonde solaire Helios 2	7×10^4	1	$1 - 2,7 \times 10^{-8}$	
Particule α	10^7	1	0,999 44	
Électron dans un microscope électronique	$0,5 c$	1	0,87	
Proton dans l'accélérateur LHC	$0,999\ 999\ 991 c$	1	$1,3 \times 10^{-4}$	