

### Chapitre 5 : Décrire un mouvement

1. Choix des références
2. Description du mouvement
3. Vitesse d'un système

#### 1. Choix des références

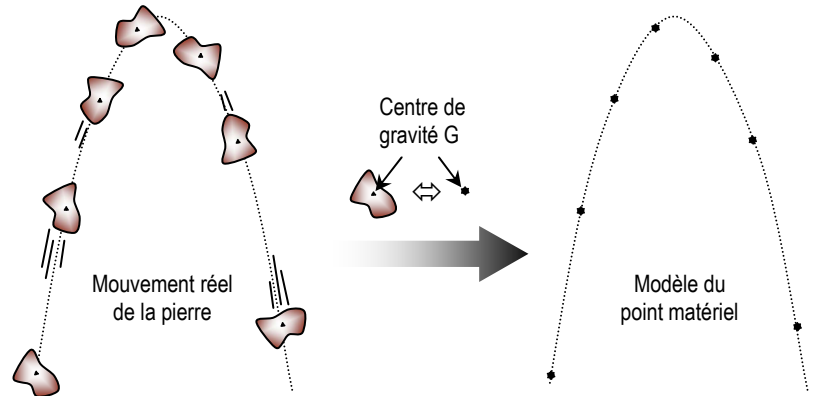
##### 1.1. Modèle du point matériel

La cinématique est l'étude du mouvement d'un système physique (une balle, un train...). Pour simplifier l'étude d'un système en mouvement, on modélise ce dernier par un point de même masse que l'objet en mouvement et situé en son centre de gravité.

*Exemple :* Modèle du point pour un lancer de pierre

#### A noter :

Le modèle du point matériel ne prend en compte ni la géométrie de l'objet, ni ses éventuelles déformations. De ce fait, **ce modèle n'est pas toujours suffisant puisque les paramètres négligés ici peuvent quelques fois fortement influencer le mouvement d'un système.**



##### 1.2. Qu'est ce qu'un référentiel ?

#### A retenir :

La **trajectoire d'un objet en mouvement** (ou mobile) est le nom de la ligne que parcourt cet objet lorsqu'il se déplace.

*Exemples :*

- La trajectoire du skieur (photo de gauche) est une **courbe** : elle est **curviligne**.
- La trajectoire des marcheurs (photo de droite) est une **droite** : elle est **rectiligne**.



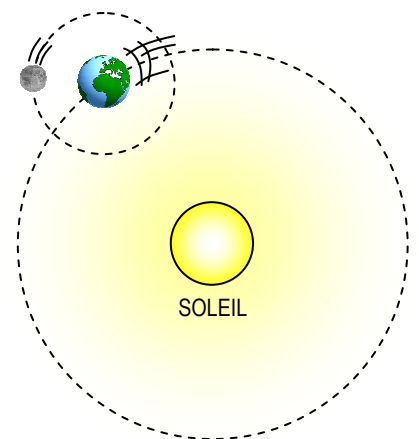
#### A noter :

Une trajectoire qui n'est pas rectiligne sera donc curviligne, comme une trajectoire circulaire ou elliptique par exemple.

#### Exercice 1 :

La Terre tourne autour du Soleil en 365,2422 jours sur une trajectoire quasiment circulaire. La Lune accompagne la Terre dans son mouvement autour du Soleil en effectuant un tour autour de la Terre en 27,3216 jours.

- a. Donner l'ordre de grandeur en jours de la durée d'une année sur la Terre.
- b. Déterminer en secondes la période de révolution de la Lune autour de la Terre.
- c. Si l'on se place au centre de la Terre, quelle est la trajectoire de la Lune que l'on observe ?
- d. Même question si l'on se place au centre du Soleil.
- e. Peut-on alors dire qu'un objet en mouvement n'a qu'une seule trajectoire absolue ?
- f. Que faut-il préciser si l'on veut déterminer la trajectoire d'un mobile ?



#### A retenir :

- L'endroit où l'on se place pour étudier le mouvement d'un objet est appelé le **référentiel**.
- Le référentiel que représente **tout objet immobile à la surface de la Terre** est appelé : **référentiel terrestre**.
- Le référentiel placé **au centre de la Terre** est appelé : **référentiel géocentrique**.

#### Exercice 2 :

Une personne est assise dans un train lorsque ce dernier démarre et quitte **lentement** la gare vers le Nord. Elle a alors l'impression que c'est la gare qui « démarre » et qui se déplace vers le Sud.

- a. La personne est-elle en mouvement dans le référentiel du train ?
- b. Est-elle en mouvement dans le référentiel de la gare ?
- c. La gare est-elle en mouvement dans le référentiel du train ?
- d. La gare est-elle en mouvement dans le référentiel terrestre ?
- e. Expliquer l'impression bizarre perçue par le voyageur lors du départ.

### 1.3. Pertinence des échelles

Le kilomètre est à la fois une longueur grande et petite, tout dépend du système que l'on veut étudier. Si l'on désire étudier le mouvement d'une balle de basket sur un terrain de sport, cette unité de longueur devient peu pratique car beaucoup trop grande. De même, pour étudier le mouvement des étoiles et des galaxies, cette unité de longueur devient alors trop petite.

De la même manière, la seconde ou l'heure sont des durées à la fois longues et courtes, selon le phénomène physique étudié. Il est donc important de bien choisir l'échelle temporelle et l'échelle spatiale avant de faire une étude.

#### Exercice 3 :

Choisir parmi les échelles proposées ci-contre les plus judicieuses pour étudier :

- le mouvement d'une comète.
- le mouvement de la Lune dans le référentiel géocentrique.
- le mouvement d'un train sur une montagne russe.
- le mouvement d'une flèche lors d'un tir à l'arc.

Echelles temporelles	Echelles spatiales
année	unité astronomique
jour	kilomètre
heure	mètre
seconde	millimètre

## 2. Description du mouvement

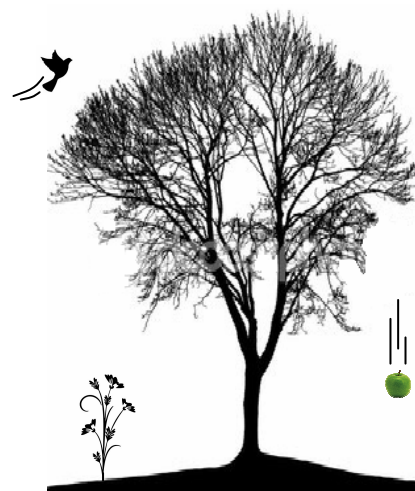
#### Exercice 4 :

Une pomme tombe d'un arbre. On veut connaître sa trajectoire dans le référentiel terrestre.

- Quels objets sur l'image ci-contre peuvent servir de référentiel terrestre ? Pourquoi ?
- Un piéton qui passe en observant la pomme tomber peut-il aussi servir de référentiel terrestre pour cette étude ? Expliquer.
- Quelle est la trajectoire de la pomme dans un référentiel terrestre ? Cette trajectoire dépend-elle du référentiel terrestre choisi ?

Définir le mouvement d'un système, c'est **décrire sa trajectoire et la manière dont évolue sa vitesse sur cette trajectoire.**

- La pomme garde-t-elle une vitesse constante lors de sa chute par rapport au sol ?
- Définir alors le mouvement de la pomme dans le référentiel terrestre
- Définir, dans le référentiel terrestre, la trajectoire d'un TGV roulant en ligne droite et à vitesse constante. Même question dans le référentiel du TGV.
- Quel est, dans le référentiel terrestre, le mouvement d'un cheval de bois sur un manège qui démarre ? Quelle est sa trajectoire ?
- Quelle est la trajectoire de la Terre dans le référentiel héliocentrique ? Quel est, dans ce même référentiel, son mouvement ?
- Quelle est la trajectoire d'une balle de basket lors d'un lancé franc (piège...) ?



#### A retenir :

Le mouvement d'un mobile définit la nature de sa trajectoire (rectiligne ou curviligne) **et la façon dont sa vitesse varie sur cette trajectoire** (uniforme ou varié).

#### Exercice 5 :

On a repéré la position du centre de gravité d'un mobile à intervalles de temps réguliers. On obtient les mouvements suivants :

① + + + + +

② + + + + +

③ + + + + +

Nommer chacun de ces mouvements.

## 3. Vitesse d'un système

### 3.1. Définition de la vitesse moyenne

#### Exercice 6 :

Un avion de ligne parcourt 1850 km en 2,0 h.

- Combien de kilomètres a-t-il parcourus en 1 h ?
- En déduire sa vitesse moyenne  $v$  en km/h.
- Quelle serait la distance parcourue par l'avion s'il volait à cette vitesse pendant 5h 30min ?

La relation permettant de calculer la vitesse  $v$  d'un objet est :



$v$  : vitesse de l'objet

$d$  : distance parcourue par l'objet

$\Delta t$  : durée du trajet

### 3.2. Représentation vectorielle de la vitesse

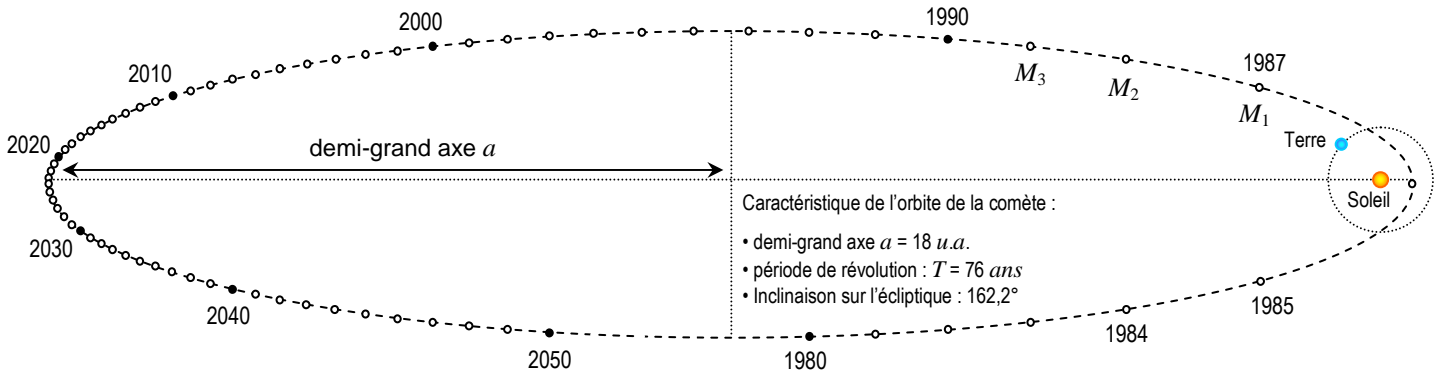
En 1682, Edmund Halley découvre la comète peu spectaculaire qui devait plus tard porter son nom. Il fut également le premier à s'interroger sur les conséquences d'une collision d'une comète avec la Terre.

Jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, les comètes, au cours apparemment erratique, à l'apparition imprévisible, à l'aspect spectaculaire et rapidement changeant, étaient considérées avec crainte et superstition comme des présages néfastes et annonciateurs de grandes catastrophes. Mais, à cette époque, on comprenait enfin, grâce notamment aux travaux de *Johannes Kepler*, d'*Isaac Newton* et d'*Edmund Halley* que le mouvement apparemment étrange des comètes sur la voûte céleste obéit en réalité aux mêmes lois que le mouvement des planètes. Dans le cas des comètes l'ellipse est simplement beaucoup plus allongée (plus excentrique) que celles qui sont parcourues par les planètes.

Tiré du *Grand Atlas Universalis de l'Astronomie*



Ci-dessous, le relevé par rapport au Soleil de la position de la comète de Halley prise chaque 1<sup>er</sup> janvier de 1980 à 2050.



#### Exercice 7 :

Une unité astronomique (*u.a.*) est la distance qui sépare la Terre du Soleil. Sa valeur est égale à 150 millions de *km*.

##### 1. Etude des orbites :

- Quel est le nom précis de la trajectoire d'une comète dans le référentiel héliocentrique ? Est-ce pareil pour la Terre ?
- En ce moment, la comète est-elle plus proche du Soleil que la Terre ou plus loin ?
- En quelle année la comète était-elle le plus facilement visible depuis la Terre ?
- Déterminer la date du prochain passage de la comète au plus près de la Terre.

##### 2. Calcul d'une vitesse de la comète :

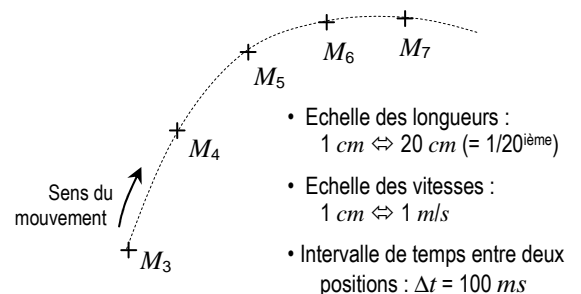
- A l'aide du schéma, déterminer l'échelle suivante :  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow \dots \text{ u.a.}$
- Montrer que la vitesse de la comète change tout au long de sa trajectoire et définir le point où cette vitesse est la plus grande.
- Préciser la date des positions  $M_2$  et  $M_3$ .
- Calculer en *u.a./an* la vitesse moyenne notée  $v_2$  de la comète entre 1988 et 1989. Convertir cette vitesse en *km/s*.
- Que peut-on dire de l'intervalle de temps utilisé pour calculer  $v_2$  au regard de la durée totale de la révolution de la comète ?
- Comment peut-on alors requalifier cette vitesse  $v_2$  ?
- De la même manière, estimer la vitesse instantanée de la comète en ce moment.

#### A retenir :

- Une **vitesse instantanée** est en réalité une vitesse moyenne calculée sur un intervalle de temps suffisamment faible pour être considéré comme négligeable devant la durée totale du phénomène étudié.
- Pour **calculer la valeur de la vitesse instantanée en un point** (par exemple  $M_5$ ) d'un relevé de position, on utilise la formule :

$$\left\| \vec{v}_5 \right\| = v_5 = \frac{M_5 M_6}{t_6 - t_5}$$

- Pour **tracer un vecteur vitesse instantanée** (par exemple  $\vec{v}_5$ ) :
  - On trace légèrement au crayon la droite passant par  $M_4$  et  $M_6$
  - Puis on trace légèrement sa parallèle passant par  $M_5$
  - Pour finir, on trace une flèche de longueur  $v_5$  (utiliser l'échelle adéquate) dirigée dans le sens de déplacement du mobile.

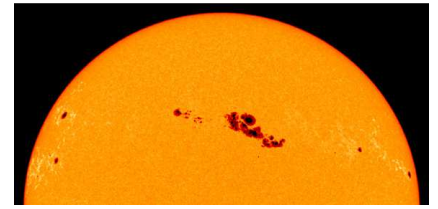


#### Exercice 8 :

- Calculer la valeur  $v_5$  du vecteur vitesse  $\vec{v}_5$  au point  $M_5$ .
- Construire sur le schéma ci-dessus le vecteur vitesse au point  $M_5$ .
- Construire sur le schéma de la comète le vecteur vitesse en position  $M_2$ . On prendra alors pour échelle de la vitesse :  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 2 \text{ u.a./an}$

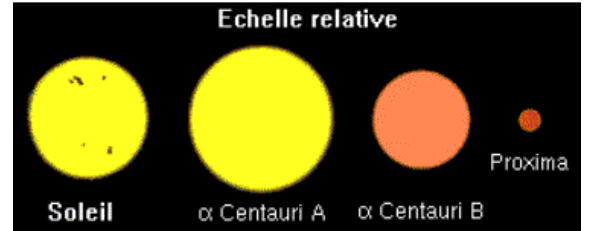
## Exercice 1 : Voir loin, c'est voir tôt !

La Terre est la troisième planète la plus proche du Soleil. C'est aussi la plus grande planète tellurique (planète dont la surface est solide) de notre système solaire avec un rayon d'environ 6400 km. Elle est en moyenne à une distance  $D = 150$  millions de km du Soleil. De ce fait, comme la vitesse de la lumière n'est pas infinie ( $c = 300\,000$  km/s), l'image du Soleil que nous observons depuis la Terre est en différée de plus de 8 minutes.



Il nous est donc impossible de voir en direct l'aspect de la photosphère car toute modification à la surface du Soleil (apparition de tâches solaires par exemple), n'est visible depuis la Terre que 8 minutes après.

- D'après ce texte, qu'appelle-t-on photosphère ?
- Rechercher l'expression littérale donnant la durée  $\Delta t$  nécessaire au rayon de lumière pour aller du Soleil à la Terre.
- Calculer cette durée en secondes puis en minutes. Cette valeur est-elle en accord avec celle donnée dans le texte ?
- Si le Soleil s'éteignait maintenant, que verrions-nous alors depuis la Terre ?
- La lumière met environ 1,25 s pour aller de la surface de la Lune à la surface de la Terre. Déterminer la distance  $d$  qui sépare ces surfaces.
- Alpha du Centaure* est le système stellaire et planétaire le plus proche du notre. Il est situé à 4,4 années-lumière du Soleil. Il est composé de trois étoiles :  $\alpha$  Centauri A (officiellement Rigil Kentaurus),  $\alpha$  Centauri B (officiellement Toliman) et  $\alpha$  Centauri C (officiellement Proxima Centauri) et au moins une planète. Sachant qu'une année lumière vaut environ  $9,5 \times 10^{12}$  km, déterminer la durée mise par la lumière pour nous parvenir de ce système. Conclure.

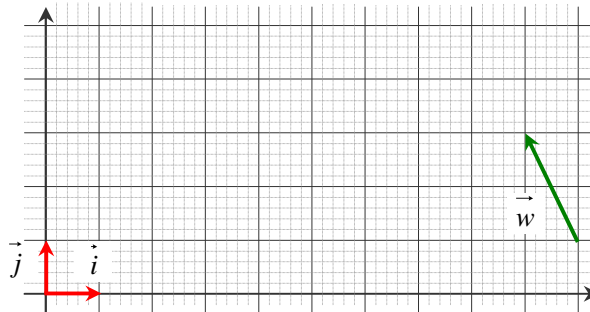


## Exercice 2 : Effectuer les conversions suivantes

- 12 min = ..... s
- 0,26 j = ..... min
- 540 s = ..... min
- 29,5 j = ..... an
- 2h 23min 4 s = ..... s
- 4300 min = ..... h ..... min
- 15 600 ms = ..... min
- 2 h 12 min = ..... h

## Exercice 3 : Coordonnées de vecteurs

- Tracer ci-contre les vecteurs  $\vec{u}$  (2 ; 3) et  $\vec{v}$  (3 ; -2).
- Sachant que  $\vec{u} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$  réécrire de la même manière le vecteur  $\vec{v}$ .
- Donner les coordonnées des vecteurs unitaires  $\vec{i}$  et  $\vec{j}$  ainsi que du vecteur  $\vec{w}$ .
- Calculer la norme de  $\vec{i}$ ,  $\vec{j}$ ,  $\vec{u}$  et  $\vec{v}$ .



## Exercice 4 : Tracer un vecteur vitesse

Tracer le vecteur vitesse  $\vec{v}_3$  sur le relevé ci-contre en tenant compte des échelles imposées. Exprimer ses coordonnées dans le repère  $(O, x, y)$ .

## Exercice 5 : Vrai ou faux ?

- | V                        | F                        |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un objet est dit ponctuel lorsqu'il est de forme sphérique.                                    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le mouvement d'une pomme qui tombe d'un arbre est rectiligne.                                  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Une maison peut servir de référentiel terrestre.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le référentiel géocentrique est le plus adapté pour étudier le mouvement d'un ballon de foot.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La vitesse de la lumière est de 300 000 m/s.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La Terre tourne autour du Soleil en décrivant une ellipse dans le référentiel héliocentrique.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La Lune tourne autour de la Terre en décrivant une ellipse dans le référentiel héliocentrique. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | L'expression littérale permettant de calculer la distance est $d = v \times \Delta t$ .        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | L'ensemble des positions successives occupées par un mobile est appelé mouvement.              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le mouvement de la Terre dans le référentiel héliocentrique est curviligne uniforme.           |

### Echelles du relevé :

- Distances : 1 cm  $\Leftrightarrow$  5 cm
- Vitesses : 1 cm  $\Leftrightarrow$  0,5 m/s
- Intervalle de temps :  $\Delta t = 50$  ms

$M_0 +$

$M_1 +$

$M_2 +$

+

+

+

