



**Cours**

« Etude du mouvement d'un objet – Action mécanique – principe d'inertie »

**Les compétences à acquérir...**

- Identifier les échelles temporelles et spatiales pertinentes de description d'un mouvement.
  - Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système.
  - Expliquer, dans le cas de la translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système.
  - Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point et caractériser cette modélisation en termes de perte d'informations.
  - Caractériser différentes trajectoires.
  - Définir le vecteur vitesse moyenne d'un point.
- Approcher le vecteur vitesse d'un point à l'aide du vecteur déplacement, où M et M' sont les positions successives à des instants voisins séparés de  $\Delta t$  ; le représenter.
- Caractériser un mouvement rectiligne uniforme ou non uniforme.
- Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement et représenter des vecteurs vitesse ; décrire la variation du vecteur vitesse.
- Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens.
  - Exploiter le principe des actions réciproques
  - Distinguer actions à distance et actions de contact.
  - Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.
  - Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète.
  - Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.
  - Exemples de forces :
    - force d'interaction gravitationnelle ; - poids ; - force exercée par un support et par un fil.



**I- Comment décrire le mouvement d'un objet ?**

**1- Un extrait de film !**



Regardons l'extrait du film « [Top secret](#) » de 1984

Commentaires :

Premières minutes :

.....

.....

.....

Après quelques minutes :

.....

.....

.....

.....

Comment expliquer la dernière scène de l'extrait ? .....

.....

.....

**En conclusion :**

Pour décrire le mouvement d'un objet, il faut définir .....

Le mouvement d'un objet dépend du .....

**Exercice :** Calculez votre vitesse lorsque vous êtes assis(e) sur votre chaise dans votre chambre !

## 2- Etude du mouvement d'un objet par chronophotographie :

A travers une animation, étudions le mouvement d'un carré sur lequel sont repérés 3 points vert, rouge et bleu.

Système étudié { ..... }

Référentiel d'étude : .....

Les mouvements des points vert et rouge sont ..... à étudier (..... +.....)

**Simplifions l'étude** en ne tenant compte que du point bleu.

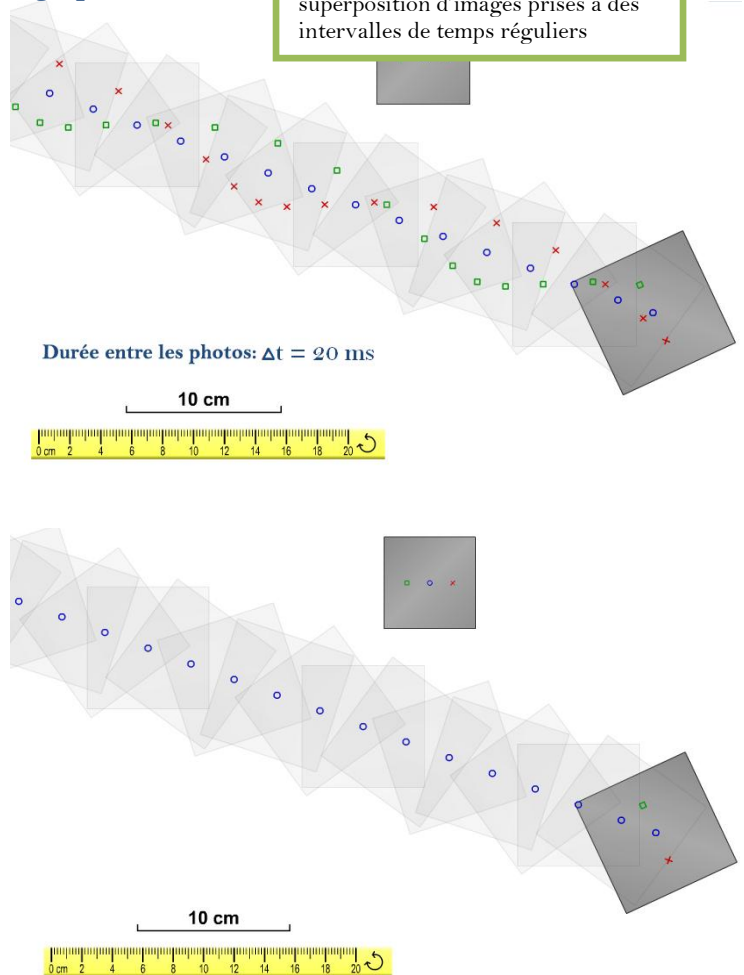
Nous modélisons le carré par un ..... appelé **centre d'.....**

Nous considérons que le carré est assimilé à un point.


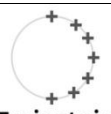
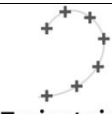



Que peut-on dire du **mouvement** de cet objet assimilé à un point G ?

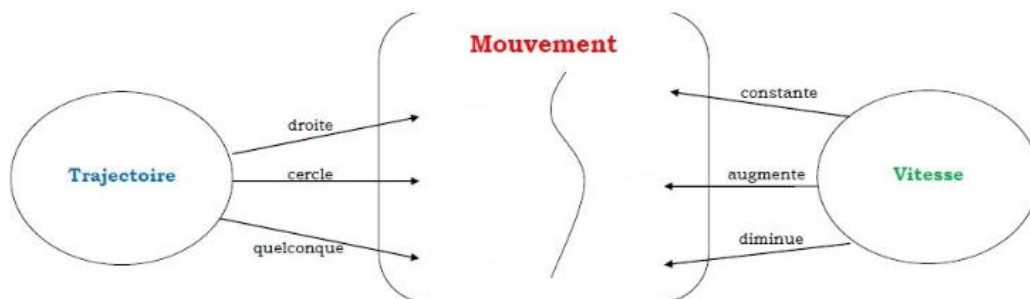
.....  
 .....  
 .....

**Chronophotographie :**  
 superposition d'images prises à des intervalles de temps réguliers



En résumé : le mouvement par rapport à un référentiel d'un objet, assimilé à un point, est décrit en précisant :

La trajectoire du centre d'inertie G		La vitesse moyenne du centre d'inertie G	
La <b>trajectoire</b> d'un point matériel est l'ensemble des ..... successives occupées par ce point au cours du temps.		La vitesse moyenne $V_i$ en un point $G_i$ peut être calculée entre le point précédent $G_{i-1}$ et le point suivant $G_{i+1}$	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <b>Trajectoire A</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Trajectoire B</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Trajectoire C</b> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <b>Cas a</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Cas b</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>Cas c</b> </div> </div>	
	est		la vitesse
La trajectoire A		Dans le cas a	
La trajectoire B		Dans le cas b	
La trajectoire C		Dans le cas c	



### 3- Vecteur vitesse $\vec{V}$ :

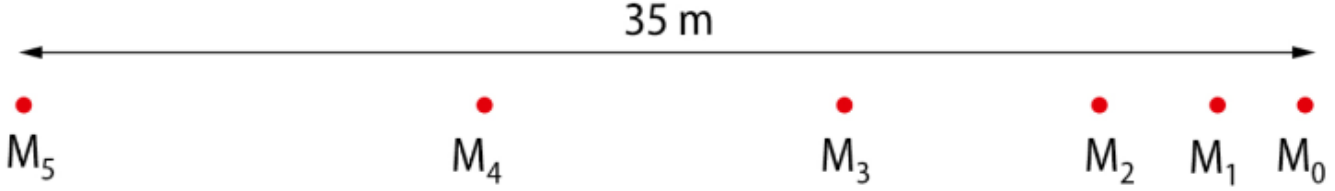
Considérons l'enregistrement d'un objet en mouvement 1:



Que peut-on dire du mouvement ?

.....  
 .....  
 .....

Allons plus loin dans l'étude de ce mouvement : l'intervalle entre 2 photos est  $\Delta t = 0,80$  s



Quelles sont les informations supplémentaires sur le mouvement de cet objet ?

.....  
 .....

Calculez les valeurs des vitesses  $v_1$  et  $v_4$  :

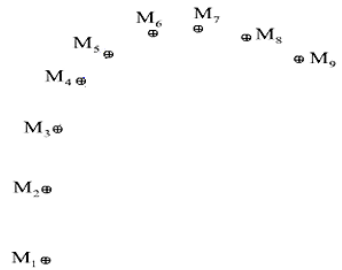
Calcul de la valeur de la vitesse $v_1$ au point $M_1$	Calcul de la valeur de la vitesse $v_4$ au point $M_4$

La vitesse traduit le déplacement dans le temps du centre de gravité dans le temps. Nous allons introduire un outil mathématique, le ..... : Ici le ..... vitesse .....

**On peut donc exprimer le vecteur vitesse en un point  $M_i$  de la façon suivante :**

**Le vecteur vitesse  $\vec{v}_i$  est défini par :**

- l'origine :
- le sens :
- la direction :
- sa valeur c'est-à-dire sa norme :



**Remarque:** le vecteur vitesse en un point est toujours ..... à la trajectoire et dans le ..... que celui du mouvement.

**Dans le cas du mouvement 1,** dessiner les vecteurs vitesses  $\vec{v}_1$  et  $\vec{v}_4$  avec l'échelle:  $1 \text{ cm} \leftrightarrow \dots\dots\dots \text{ m.s}^{-1}$ .

Pour cela vous calculerez les longueurs des vecteurs  $\vec{v}_1$  et  $\vec{v}_4$  à l'échelle notées

$L_{\vec{v}_1}$  et  $L_{\vec{v}_4}$ . Comment sont orientés ces vecteurs ?

$L_{\vec{v}_1} =$

$L_{\vec{v}_4} =$

**4- Etude d'une chronophotographie :**



Académie de bordeaux

- a- Définir l'échelle de cette photo:  
1 cm (sur cette photo) ↔ ..... cm (en réalité).
- b- Calculez la valeur de la vitesse moyenne  $V_{10}$  au point  $G_{10}$
- c- Tracer le vecteur vitesse  $\vec{V}_{10}$  après avoir
  - défini l'échelle des vitesses 1 cm ↔ ..... m.s<sup>-1</sup>.
  - et calculé la longueur du vecteur vitesse  $L_{\vec{v}_{10}} =$
- d- Décrire le vecteur vitesse  $\vec{V}_{10}$  :
  - sa direction : .....
  - son sens : .....
  - sa valeur :  $V_{10} =$  .....
- e- Tracer le vecteur vitesse  $\vec{V}_{14}$  au point  $G_{14}$  après avoir refait les calculs nécessaires.
- f- Décrire le mouvement de la balle : .....

**II- Modélisation d'une action mécanique par une force.**

Dans le paragraphe précédent, nous avons décrit des mouvements sans nous préoccuper de « l'origine de ce mouvement ».

Nous allons donc maintenant nous intéresser aux liens entre les mouvements des objets et les actions qu'ils subissent.

Ces **actions mécaniques**, s'exerçant sur un objet d'étude appelé **système**, pourront être **modélisées** par des vecteurs **force**  $\vec{F}_{\text{objet}/\text{objet-étudié}}$

**1- Faire le bilan des actions mécaniques que subit un objet :**

Pour connaître les actions mécaniques qui s'exercent sur un objet, appelé **système d'étude**, on peut réaliser un diagramme.

On peut alors établir un bilan des actions mécaniques.







Pour construire un tel diagramme il faut :

- faire l'inventaire des objets concernés par l'étude en n'oubliant pas les appuis (**table, sol...**) et la **Terre** responsable de l'action mécanique liée à la pesanteur ;
- schématiser ces objets dans des ovales en mettant **au centre l'objet d'étude** (objet sur lequel les forces s'exercent) ;
- lorsqu'un objet agit sur l'objet d'étude, représentez cette action par une flèche dirigée vers le système d'étude :
  - en pointillés pour une **action à distance**.
  - en trait plein pour une **action de contact**.




**Exemple :** l'objet d'étude est le ballon de rugby, lorsque le pied du joueur le frappe : **système {ballon}**

La situation	Le Diagramme	La modélisation

**2- Etude de cas :**

Système {skieuse}	Système {Haltères}	Système {balle}
		
Diagramme 1	Diagramme 2	Diagramme 3
Modélisation 1	Modélisation 2	Modélisation 3
		
Bilan des forces s'exerçant sur le système étudié		

**3- Quel est l'effet d'une force sur un objet ?**

Système {ballon}	Système {ballon}	Système {voile}
		
..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....

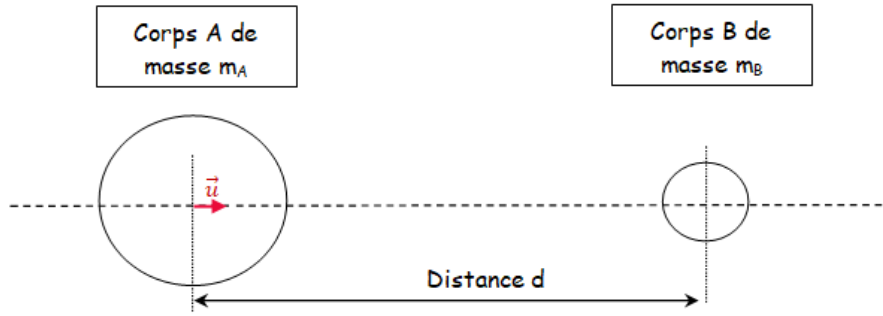
**En résumé,** l'effet d'une force sur un objet est de :

- soit .....
- soit .....
- soit .....

**4- Quelques exemples de forces :**

**a- La force de gravitation universelle :** Celle qui régit tout l'univers !

Deux corps A et B (à répartition sphérique de masse) de masses  $m_A$  et  $m_B$ , séparés par une distance  $d$  exercent l'un sur l'autre des forces **toujours** ..... et de **même intensité**



Représenter sans souci d'échelle les vecteurs forces  $\vec{F}_{B/A}$  (force exercée par B sur A) et  $\vec{F}_{A/B}$  (force exercée par A sur B).  $\vec{u}$  est un **vecteur unitaire**.

Relation entre ces 2 vecteurs et expression de leur intensité

$$\vec{F}_{A/B} = \dots \vec{F}_{B/A}$$

$$F_{A/B} = F_{B/A} =$$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$  la constante de la gravitation universelle

- les points d'applications des forces sont respectifs les ..... des objets A et B,
- la direction est la droite liant le ..... des deux objets,
- leurs sens sont .....
- Les forces sont de ..... intensité

**Remarque :** Attention aux unités :

- la longueur  $d$  est en mètre (m),
- les masses  $m_A$  et  $m_B$  sont .....
- la force  $F$  est en newtons (N).

**Masse de la terre**  
 $M_T = 5,9722 \times 10^{24} \text{ kg}$   
**Rayon de la terre**  
 $R_T = 6\,371 \text{ km}$

**Exercice :** Calculez la force exercée par la terre sur vous  $F_{T/vous}$  ?

Quelle est l'intensité de la force que vous exercez sur la terre ? .....

Quel est le « petit nom » que l'on donne à cette force exercée par la terre sur vous ? .....

**b- Le poids d'un objet :** Celle qui vous empêche de voler ( dans les airs)



Le poids  $\vec{P}$  d'un objet correspond à la force exercée par **la terre sur l'objet**

Le poids  $P$  est caractérisé par :

- son point d'application : .....
- sa direction : .....
- son sens : .....
- son intensité

Calculez votre poids :

**Conclusion :**

.....  
 .....

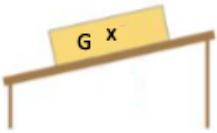
Représentez le poids dans chaque cas : Une balle qui tombe et un livre posé sur une table



c- La réaction R du support :

**La réaction du support est la force exercée par le support sur la table.**  
 Cette force est toujours **perpendiculaire** au plan du support  
 Où, sur l'objet, cette force s'exerce-t-elle ? .....

Représentez la réaction du support dans chaque cas :

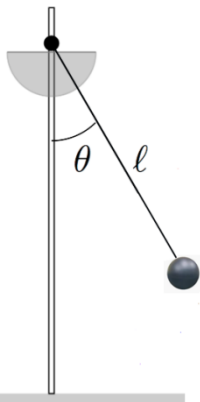


5- Etude d'exemples plus complexes :

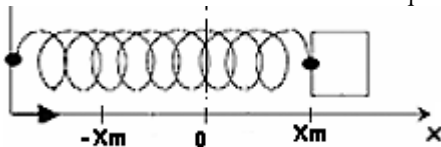
Une skieuse qui remonte la piste sur un remonte-pente



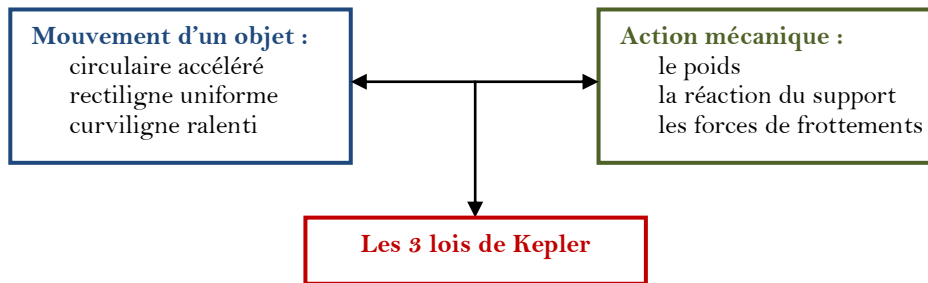
Un pendule constitué d'une masse accroché à un fil de longueur  $l$



Une masse accrochée à un ressort posée sur une table

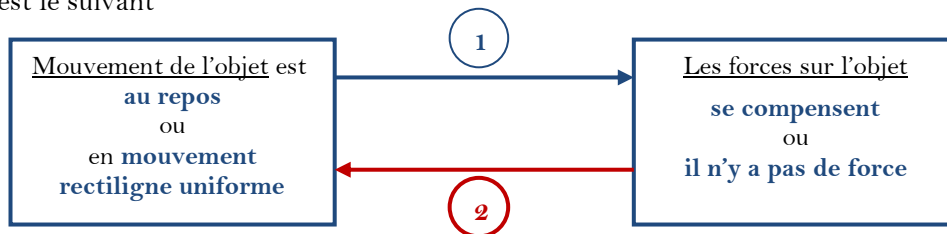


### III- Quel est le lien entre le mouvement d'un objet et les actions sur cet objet ?

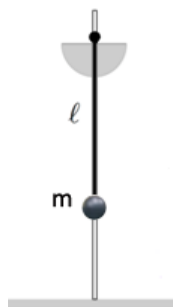


#### 1- Première loi de Newton appelé aussi le principe d'inertie :

Le principe est le suivant



#### 1 Si un objet est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme alors les forces se compensent



##### Objet au repos

Considérons un pendule à l'équilibre c'est-à-dire au repos :  
Faire un bilan des forces qui s'exercent sur la masse  $m$

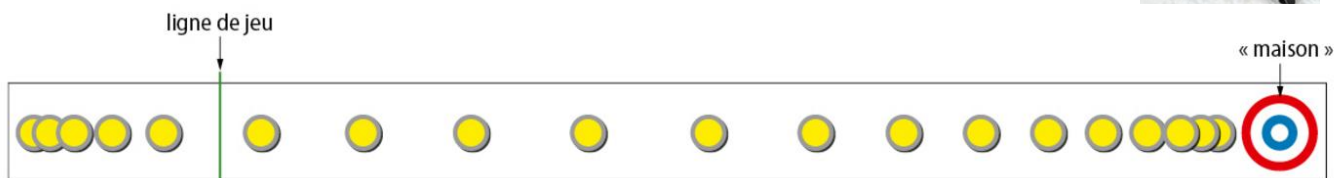
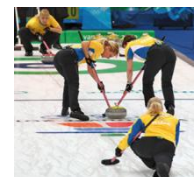
##### Objet en mouvement rectiligne uniforme

Une patineuse glisse sur la glace. Les forces de frottements sont négligeables



Faire un bilan des forces qui s'exercent la patineuse

- 2 Lors d'un lancer de la pierre au curling,
- une première joueuse lance la pierre et la lâche avant la « ligne de jeu ».
  - 2 autres joueuses « balayeurs » frottent la glace sur la première partie
  - La pierre finit de s'arrêter avant la « maison »



Faire un bilan des forces sur la « pierre » dans les 3 cas suivants ... et conclure

