Lumière et images
Mouvement et forces

MT21359

Mouvements et forces

• Comment peut-on décrire le mouvement d'un objet ?

- Quelques techniques d'observation : observation directe, chronophotographie, exploitation d'images ou de mesures de positions (assistée éventuellement par ordinateur).

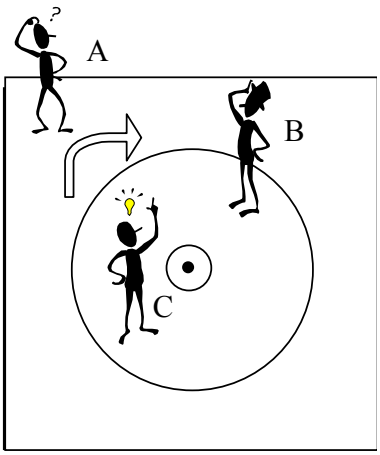
Activité 1 : Observation de mouvements.

Compétences développées : Reconnaître un état de mouvement ou de repos d'un objet par rapport à un autre objet.

Matériel :

Professeur : 1 platine de tourne disque, 3 petites figurines

Le professeur présente le mouvement (ou le repos) de trois petites figurines placées soit en dehors d'une platine de tourne disque soit sur la platine en mouvement (par rapport à la Terre) :



Platine de tourne disque :
33 tours/minute

La figurine C est en mouvement pour la figurine A mais elle est au repos pour la figurine B. Ceci introduit immédiatement le besoin d'un objet de référence pour décrire le mouvement.

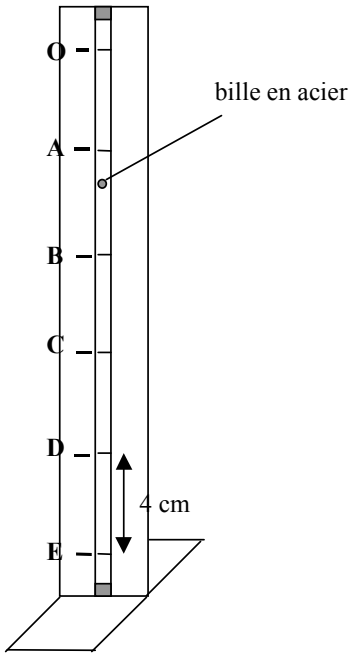
Activité 2 :Chute d'une bille dans la glycérine.

Compétences développées : Reconnaître un état de mouvement ou de repos d'un objet par rapport à un autre objet.
Reconnaître un mouvement accéléré, ralenti, uniforme.
Être capable de calculer à partir de mesures de longueur et de durée une vitesse moyenne exprimée en mètre par seconde (m/s ou m.s-1) et en kilomètre par heure (km/h ou $km.h^{-1}$)
Savoir interpréter un graphique relatif au mouvement d'un véhicule.

Matériel :

Élève : 1 dispositif pour la chute d'une bille dans la glycérine.

Les élèves mesurent la durée de chute de la bille pour des distances identiques (tous les 4 cm). Le chronomètre est déclenché quand la bille passe devant un repère « o ».



En retournant le dispositif, les élèves peuvent amener la bille d'acier jusqu'en « haut » du dispositif. Ils le retournent à nouveau et démarrent le chronomètre quand la bille passe devant le repère O. Puis ils consignent dans un tableau le temps écoulé quand la bille passe devant les repères A, B, C, D et E. Ils calculent ensuite la vitesse moyenne de la bille pour les distances OA, OB, OC, OD et OE.

Les élèves peuvent ensuite tracer les courbes temps-distance parcourue et temps –vitesse moyenne.

La distance parcourue est proportionnelle au temps écoulé et la vitesse est constante au cours du temps : c'est un mouvement uniforme.

Le tracé de la droite n'est pas évident pour des élèves de troisième. Une fois les points placés, ils doivent se demander s'il faut utiliser la règle ou tracer à main levée (vérification à la règle). Cette difficulté passée, les points n'étant pas parfaitement alignés, il faut en plus tracer la droite passant le plus près possible de tous les points.

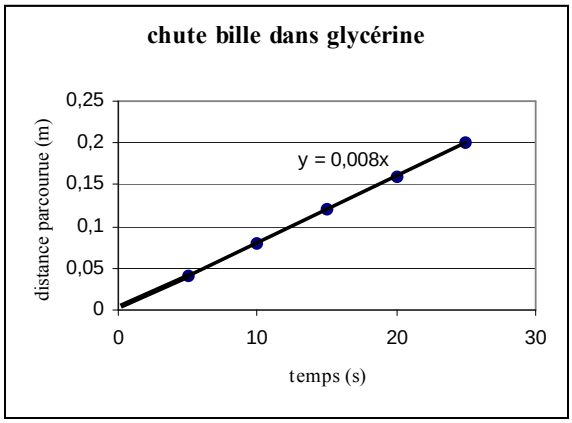
Remarques :

La bille a un mouvement uniforme car elle est freinée par le frottement visqueux de la glycérine. Au début, la vitesse de la bille croit exponentiellement puis finit par être constante (vitesse limite). Il faut donc commencer les mesures quand la bille a déjà atteint sa vitesse limite. Cette vitesse est atteinte très rapidement (pour une distance inférieure à 1cm).

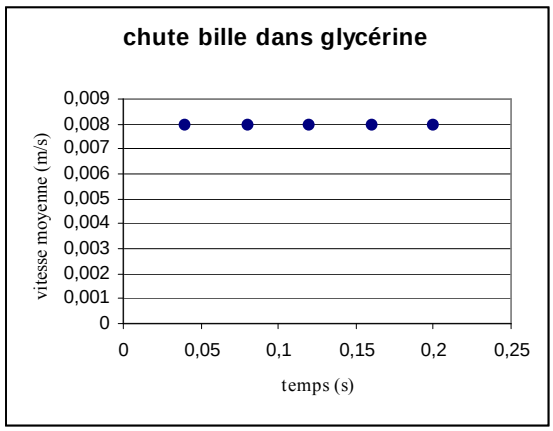
Résultats :

Distance parcourue (m)	**0**	**0,04**	**0,08**	**0,12**	**0,16**	**0,20**
Temps (s)	0	5	10	15	20	25
Vitesse moyenne ($m.s^{-1}$)		0,008	0,008	0,008	0,008	0,008

Courbe temps-distance parcourue



Courbe temps-vitesse



MT21359

Activité 3 :Chronophotographies.

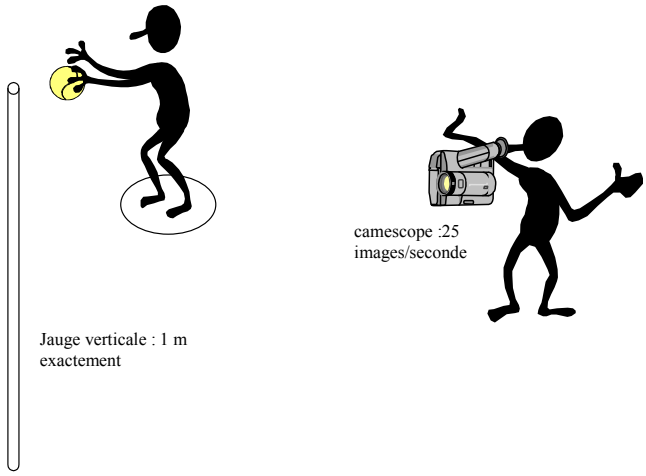
Compétences développées : Reconnaître un état de mouvement ou de repos d'un objet par rapport à un autre objet.
Reconnaître un mouvement accéléré, ralenti, uniforme.
Être capable de calculer à partir de mesures de longueur et de durée une vitesse moyenne exprimée en mètre par seconde (m/s ou m.s-1) et en kilomètre par heure (km/h ou $km.h^{-1}$)
Connaître des ordres de grandeurs de vitesse.
Savoir interpréter un graphique relatif au mouvement d'un véhicule.

Matériel :

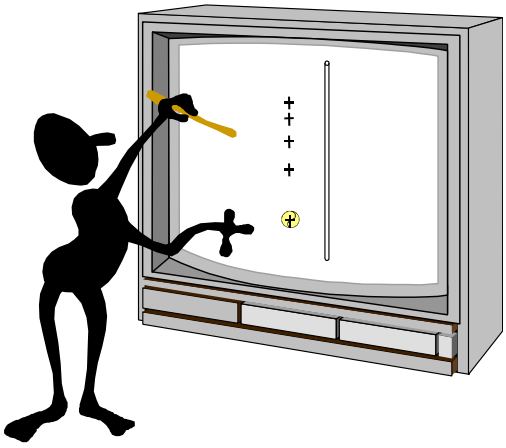
Professeur : 1 magnétoscope, 1 téléviseur, 1 caméscope, 1 baguette de bois L = 1m exactement (pour le repère d'échelle), 1 feutre effaçable, une règle graduée, 1 support statif avec une pince de serrage, 1 fil à plomb, 1 cassette vidéo vierge.

L'expérience consiste à filmer au caméscope la chute libre d'une balle de tennis et de l'enregistrer au magnétoscope. Ensuite, il suffit de faire défiler image par image l'enregistrement et de pointer au stylo feutre sur l'écran du téléviseur les différentes positions du centre de la balle de tennis. Comme le caméscope enregistre 25 images par seconde, la durée séparant deux images, donc deux positions successives de la balle est de **40 ms**. Pendant le tournage, on a lâché la balle de tennis le long d'une baguette parfaitement verticale (réglage au fil à plomb) de longueur 1 mètre **exactement** pour avoir l'échelle sur l'écran du téléviseur.

Un élève lâche la balle et un autre filme la séquence :



Un élève fait défiler image par image l'enregistrement et un autre pointe les positions successives du centre de la balle.



On voit nettement que la distance entre les points augmente au cours du temps.

Remarques :

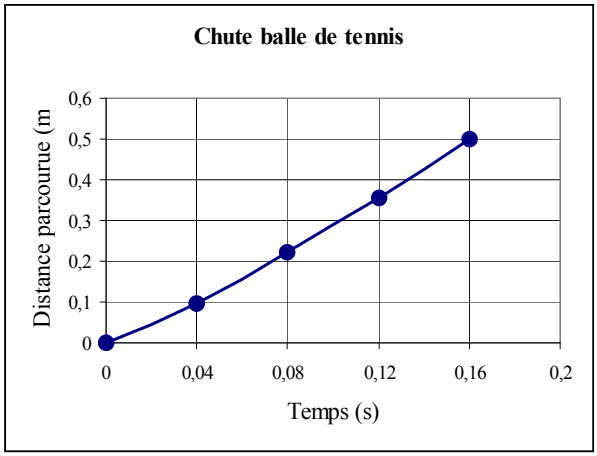
Pour une bonne exploitation de l'enregistrement, l'élève qui lâche la balle au niveau du haut de la baguette doit juste avant faire des signes avec la main pour que l'on puisse ensuite retrouver facilement un repère de la séquence lors du rembobinage du film.
Une fois le pointage effectué, un élève mesure la taille de la baguette à l'écran (on obtient ainsi l'échelle) et les distances entre les points. Les élèves calculent alors en vraies grandeurs les distances parcourues par la balle pendant 40 ms. Ils complètent alors le tableau suivant et peuvent tracer les courbes temps-distance parcourue et temps-vitesse moyenne.

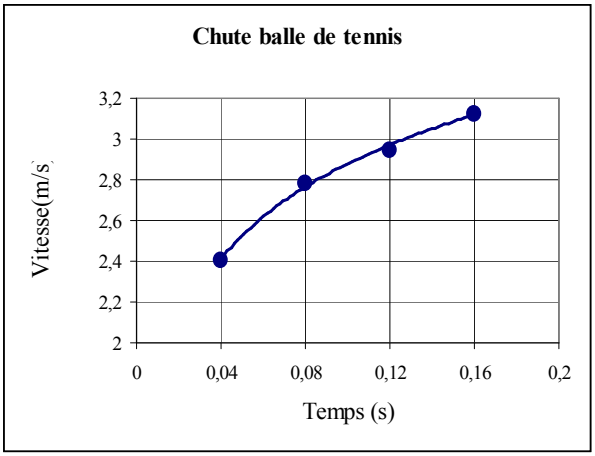
t(s)	0				
d(m)	0				
$v(m.s^{-1})$					

MT21359

Résultats :

t(s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16
d(m)	0	0,0962	0,223	0,354	0,5
v(m.s^{-1})		2,40	2,79	2,95	3,12





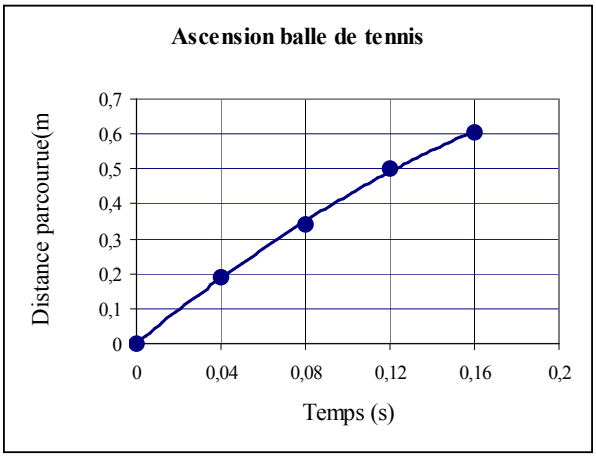
Ce n'est pas une droite.

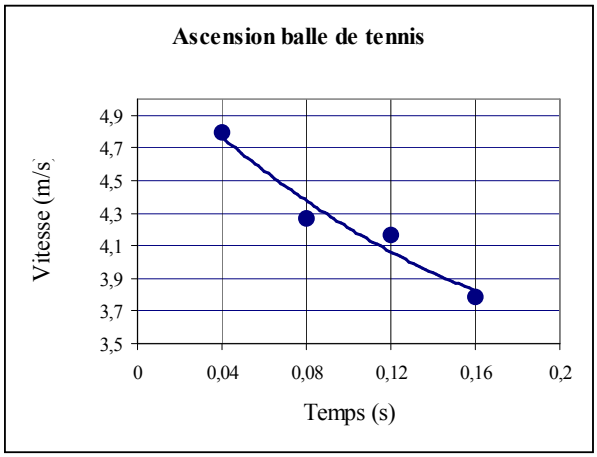
On voit clairement que la vitesse augmente au cours du temps mais on devine déjà qu'elle tend vers une vitesse limite car la courbure de la courbe est tournée vers le bas.

Cette fois-ci, un élève lance une balle de tennis vers le haut et essaie de lui donner un mouvement vertical en se référant à la baguette.

Résultats :

t(s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16
d(m)	0	0,192	0,342	0,5	0,607
v(m.s^{-1})		4,8	4,27	4,17	3,79





La vitesse diminue au cours du temps.

- Quelques mouvements : êtres vivants, éléments d'une bicyclette, véhicules, projectiles, fusée, étude documentaire (document textuel ou multimédia) sur le système solaire (mouvements orbitaux et rotations propres des planètes et de leurs satellites).

Activité 4 :Mouvements de translation.

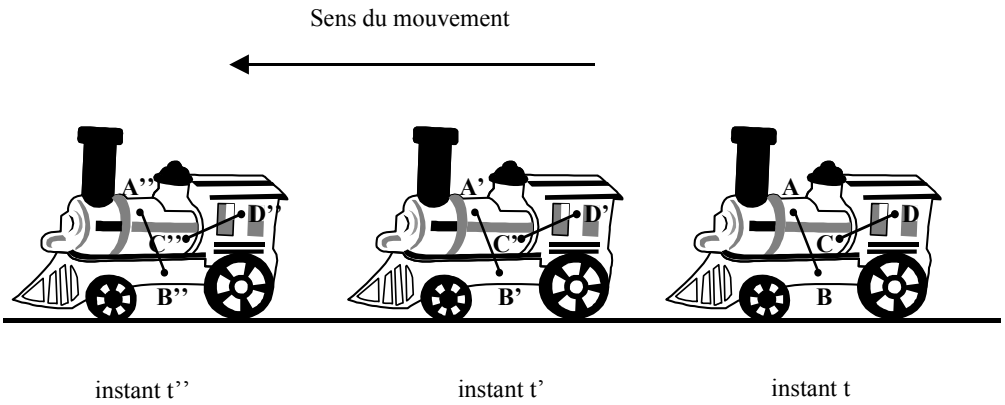
Compétences développées : Reconnaître un état de mouvement ou de repos d'un objet par rapport à un autre objet.

Matériel :

Professeur : 1 locomotive en jouet avec ses rails, 1 document vidéo sur la grande roue d'une fête foraine sur fichier informatique, 1 document vidéo sur le mouvement d'un téléphérique sur fichier informatique, 1 ordinateur et son logiciel de traitement d'image.

Le professeur présente une locomotive en mouvement sur ses rails et d'emblée, il annonce que ce mouvement est un mouvement de **translation**. Les élèves doivent alors donner une définition du mouvement de translation : tous les segments de l'objet se déplacent parallèlement à eux mêmes.

* Mouvement de translation rectiligne



Les points A, A', A'', B, B', B'', C, C', C'', D, D', D'' appartiennent à l'espace et non à la locomotive ! Ce qu'il faut dire : deux points de la locomotive qui sont respectivement en A et B définissent le segment [AB] à l'instant t se retrouvent respectivement en A' et B' définissant le segment [A'B'] à l'instant t'. Les deux segments sont égaux et parallèles. On tient le même discours pour la date t'' et les autres segments.
Ici, de plus, tous les points de la locomotive décrivent des droites au cours du temps : c'est un mouvement de translation rectiligne.

** Mouvement de translation circulaire

Le professeur montre à présent un mouvement de translation circulaire en présentant un fichier vidéo du mouvement d'une fête foraine. Le logiciel de traitement d'images permet de représenter des segments et la courbe suivie par un point au cours du temps.
N'importe quel point d'une nacelle décrit un cercle au cours du temps : c'est un mouvement de translation circulaire.

** Mouvement de translation curviligne

Le professeur montre à présent un mouvement de translation curviligne en présentant un fichier vidéo du mouvement d'un téléphérique. Le logiciel de traitement d'images permet de représenter des segments et la courbe suivie par un point au cours du temps.
N'importe quel point du téléphérique décrit une courbe au cours du temps ; c'est un mouvement de translation curviligne.

Activité 5 :Mouvements de rotation.

Compétences développées : Reconnaître un état de mouvement ou de repos d'un objet par rapport à un autre objet.

Matériel :

Professeur : 1 roue de bicyclette sur sa fourche avant, 1 DEL HL rouge sur support de pile bouton, 1 DEL HL verte sur support de pile bouton.

Le professeur fait tourner une roue de bicyclette et demande aux élèves de définir ce mouvement de rotation. Ensuite, il fixe les deux DELs sur les rayons de la roue, ces deux DELs décrivent des cercles (ou arcs de cercles) centrés sur le même axe de rotation.

Remarque : La fixation d'une DEL HL sur un rayon de la roue est très facile, il suffit d'acheter un support de pile bouton et sa pile (quelques francs) et de souder la DEL dessus. Un rayon de la roue peut être coincé entre la languette du support de pile et la pile elle-même.
La fourche est fixée sur une planche de bois et maintenue avec l'écrou de l'axe.

Activité 6 :Le système solaire.

Compétences développées : Reconnaître un état de mouvement ou de repos d'un objet par rapport à un autre objet.
Connaître des ordres de grandeurs de vitesse.

Matériel :

Élève : 1 ordinateur, 1 logiciel sur le mouvement des planètes.

Le logiciel doit pouvoir montrer les mouvements orbitaux des planètes, leur rotation propre et le mouvement de leur satellite.

• Pourquoi le mouvement d'un objet est-il modifié ? Pourquoi se déforme-t-il ?

- à partir de situations mises en scène en classe ou de documents vidéo, inventorier les actions de contact (actions exercées par des solides, des liquides, des gaz) ou à distance (action magnétique, électrique, gravitation, poids).

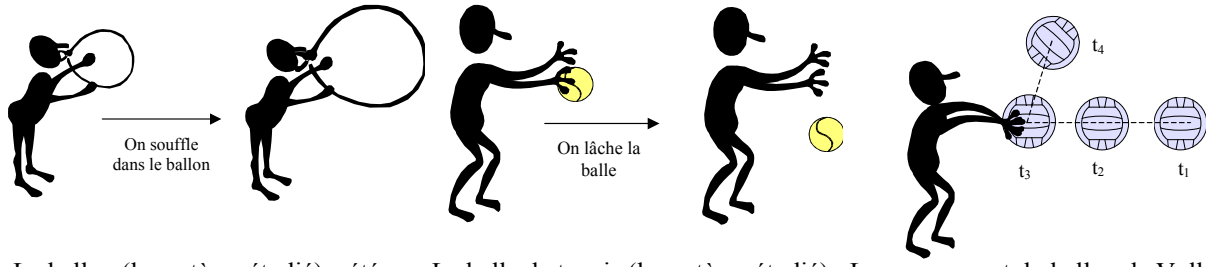
Activité 7 :Action mécanique.

Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.

Matériel :

Élève : 1 ballon de baudruche, 1 balle de tennis, 1 ballon de volley.

Après avoir défini l'objet d'étude (le ballon de baudruche, la balle de tennis ou le ballon de volley), on montre qu'un objet peut être déformé (on souffle dans le ballon), il peut être mis en mouvement (on lâche une balle de tennis), il peut également avoir son mouvement modifié (on repousse un ballon de volley dans une autre direction). Quand un objet subit une de ces trois «actions », on dit qu'il y a action mécanique.



Le ballon (le système étudié) a été déformé, il a subi une action mécanique.

La balle de tennis (le système étudié) a été mise en mouvement, elle a subi une action mécanique.

Le mouvement du ballon de Volley a été modifié, elle a encore subi une action mécanique.

A ce stade qui met simplement en évidence une action mécanique, nous ne parlons encore pas de l'acteur et du type de l'action. Cela vient dans les activités suivantes.

Activité 8 : Actions de contact.

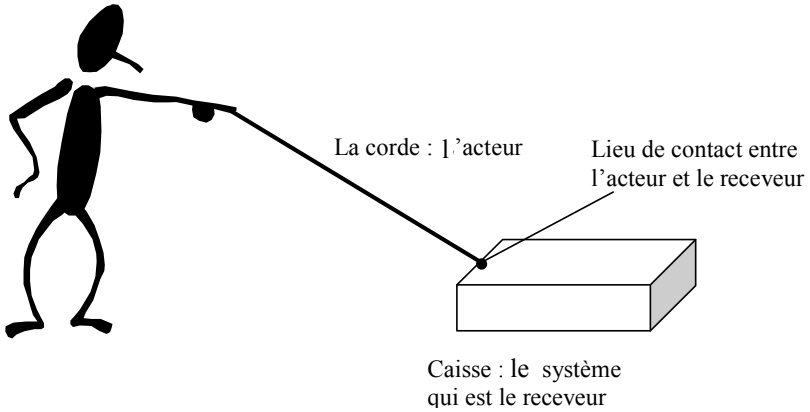
Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.

Matériel :

Élève : 1 feuille de papier
Professeur : 1 valise sur roulettes et une corde.

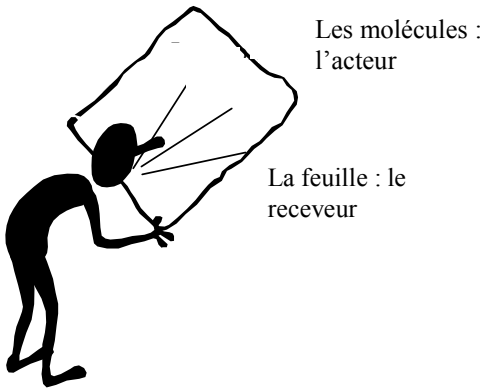
* Action localisée

Le professeur tire sur une corde qui est reliée à une caisse (le système étudié : le receveur), la caisse est mise en mouvement donc elle subit une action mécanique de la part de la corde (l'objet qui donne l'action : l'acteur) au point d'attache (le point d'application) : c'est une action de contact localisée car la zone de contact entre le receveur et l'acteur peut être assimilé à un point.



* Action répartie

Les élèves soufflent sur une feuille. Elle est mise en mouvement, donc elle a subit une action mécanique de la part des molécules devant la feuille qui bombardent celle ci sur une grande surface : c'est une action de contact répartie car la zone de contact entre l'acteur (les molécules) et le receveur (la feuille) est une grande surface.



Activité 9 : Actions à distance.

Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.

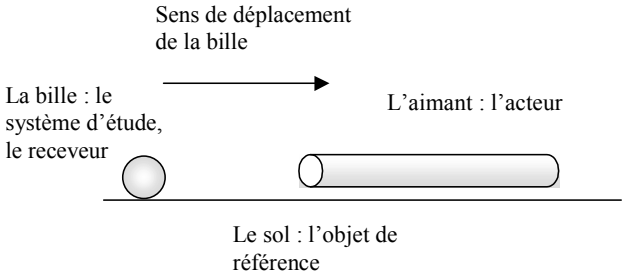
Matériel :

Élève : 1 aimant Ticonal droit, 1 bille en acier (Ø = 10 mm), 1 pendule électrostatique, 1 tube de PCV, 1 chiffon de laine, 1 balle de tennis.

Professeur : 1 rail d'optique, 1 bille en acier (Ø = 10 mm), un aimant cylindrique Ticonal (L= 100 mm, Ø = 10 mm), du papier carbone.

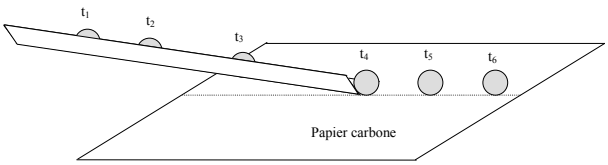
* Action magnétique :

Les élèves font se déplacer une bille en acier à distance à l'aide d'un aimant. Elle est mise en mouvement, donc elle a subit une action mécanique de la part de l'aimant. C'est une action à distance car il n'y a pas contact entre l'acteur et le receveur. Cette action est répartie en volume car ce sont tous les points de l'aimant qui sont attirés par l'aimant.

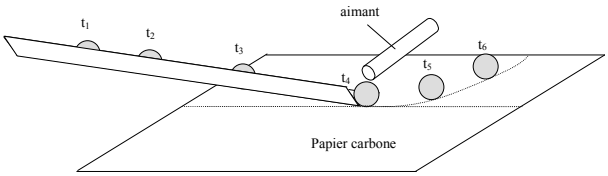


Le professeur montre qu'un aimant a bien une action à distance sur la bille en montrant que la trajectoire de la bille peut être déviée par cet aimant :

Mouvement sans aimant



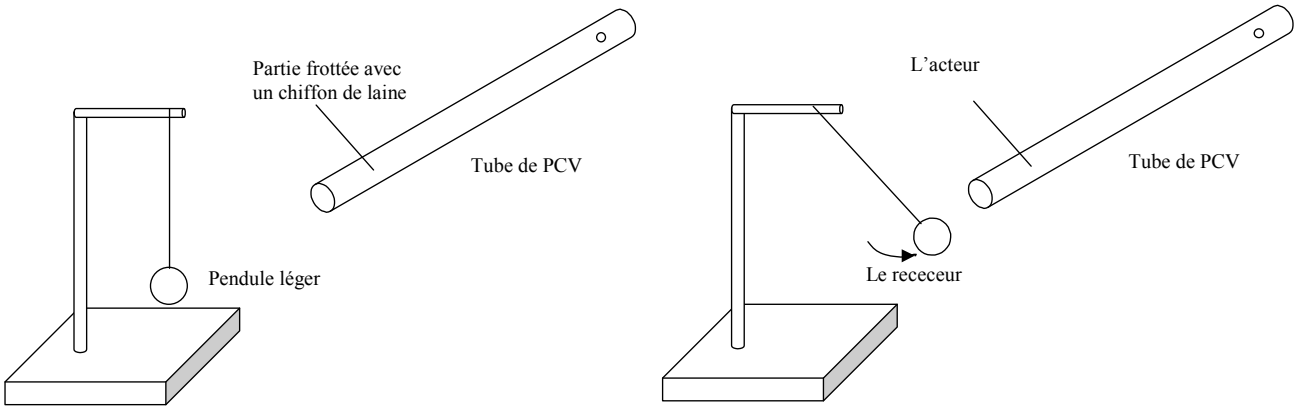
Mouvement sans aimant



Cette manipulation n'est pas aussi simple que cela. Le mouvement de la bille est très sensible à la position de l'aimant. Un très léger déplacement de l'aimant par rapport à sa position prévue amène souvent la bille à se «coller » à l'aimant. Il faut donc bien repérer où devra être placé l'aimant et d'où devra partir la bille. L'inclinaison du rail doit aussi être toujours la même.
Le papier carbone permet d'enregistrer la trajectoire de la bille.

** Action électrique

Les élèves frottent avec un chiffon de laine un tube de PCV qui peut attirer à distance un petit pendule électrostatique.



*** Action de gravitation

Les élèves lâchent une balle de tennis, elle est mise en mouvement par la Terre.

Activité 10 : Modélisation d'une action par une force.

Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.
Le Newton (N), unité de force du SI.
Savoir représenter graphiquement une force.

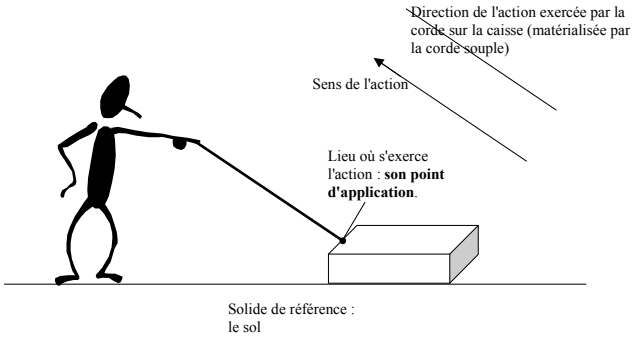
Matériel :

Professeur : 1 valise sur roulettes et une corde.

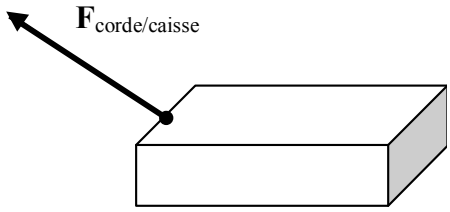
A ce stade, on peut introduire la modélisation d'une action par une force représentée par un segment fléché.

Le professeur reprend l'expérience où il tire une valise mais insiste ici sur le point d'application de l'action, sa direction, son sens et son intensité.

Situation réelle : l'objet d'étude est la valise



Modélisation



De plus, «plus l'action est forte », plus l'acquisition d'une certaine vitesse à partir du repos est rapide. L'action a donc une intensité.
Une action mécanique est caractérisée par : son point d'application, sa direction, son sens et son intensité s'appelle une force.

On modélise une force par un segment fléché dont :
- l'origine est le point d'application de la force
- la direction et le sens sont ceux de la force.
- la longueur est proportionnelle à l'intensité de la force qui s'exprime en Newton (N).

- utiliser un dynamomètre

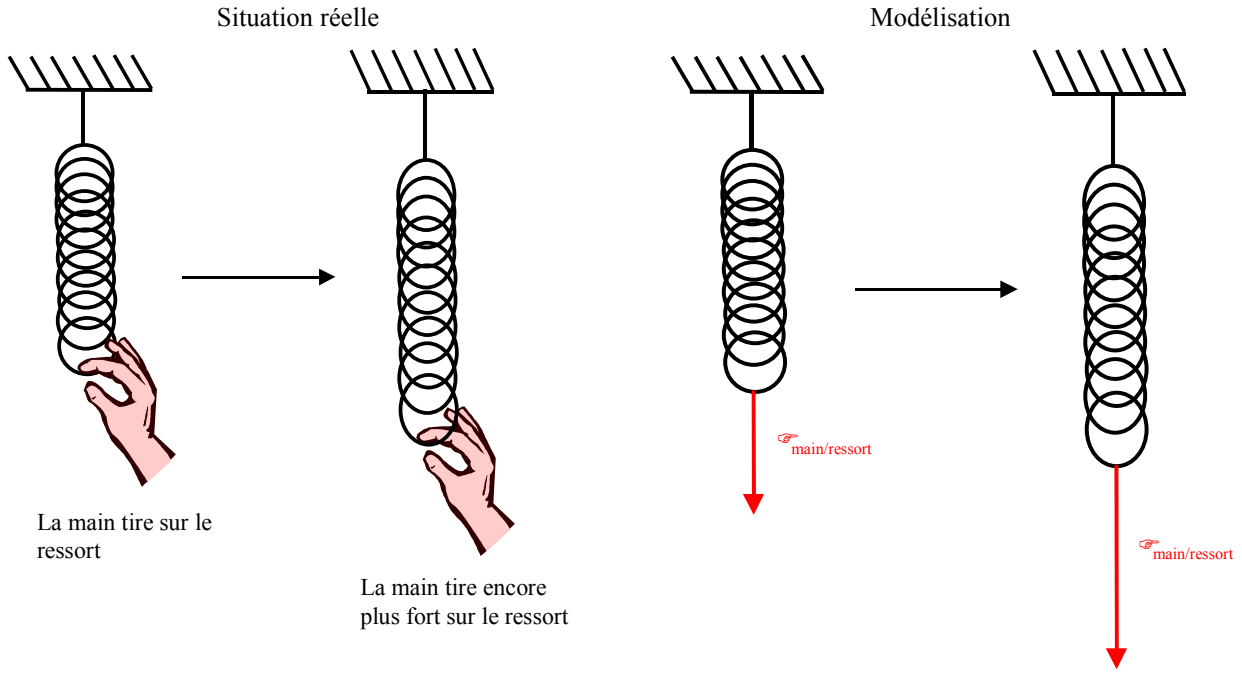
Activité 11 : Action sur un ressort.

Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.
Le Newton (N), unité de force du SI.
Savoir représenter graphiquement une force.

Matériel :

Élève : 1 ressort 100 mm, ¬ ext = 14 mm, 1 support statif en fonte avec sa tige et sa noix de serrage.

C'est ici que l'on montre comment on peut mesurer l'intensité d'une force. L'allongement du ressort est d'autant plus grand que la force est intense. On peut même dire que l'allongement du ressort est proportionnel à l'intensité de la force. Un ressort étalonné peut donc être utilisé pour mesurer l'intensité d'une force.



L'objet d'étude est le ressort.
En tirant sur le ressort, il se déforme. Il subit donc une action mécanique de contact de la main sur le ressort. L'action est localisée entre le doigt et le ressort qui se touchent, la direction est verticale, le sens est vers le bas. Elle est d'autant plus intense que le ressort est allongé.

Ces forces sont représentées par un segment fléché dont le point d'application est l'origine du segment, la direction et le sens sont respectivement verticale et vers le bas et la longueur est d'autant plus grande que l'intensité de la force est grande.

Remarque : Pour rendre les choses plus intuitives, on peut faire remarquer que le ressort utilisé a un allongement proportionnel à l'intensité de la force. Mais attention, ceci n'est pas une définition mais une mesure (et encore tant que l'on reste dans un domaine linéaire).

Quelques auteurs utilisent comme définition : $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

Cette étape passée, nous pouvons montrer un ressort étalonné : le dynamomètre.

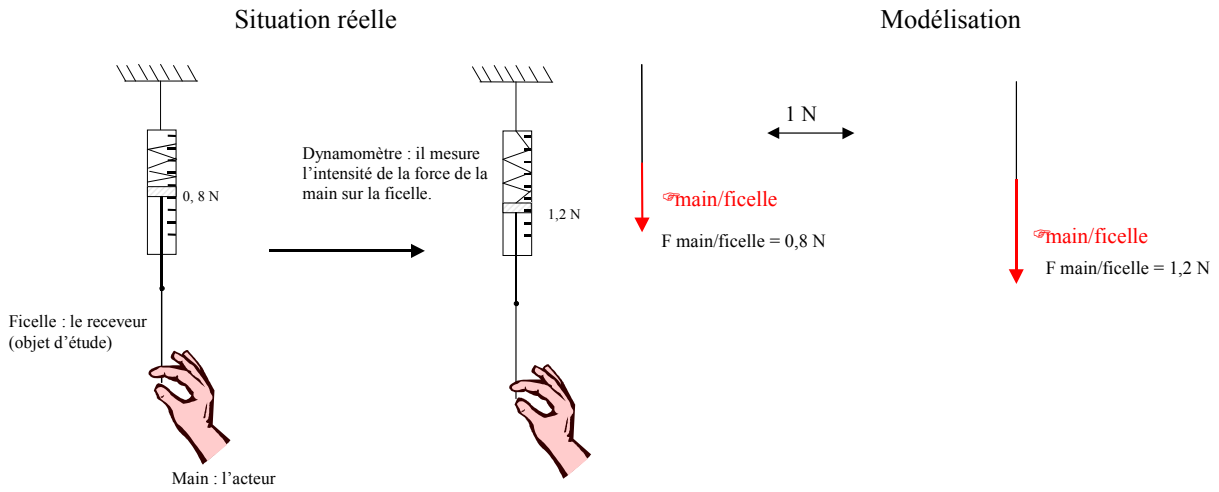
Activité 12 : Utilisation d'un dynamomètre.

Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.
Mesurer une force avec un dynamomètre.
Le Newton (N), unité de force du SI.
Savoir représenter graphiquement une force.

Matériel :

Élève : 1 dynamomètre type Peson 2 N, 1 ficelle (L= 15 cm) accrochée au dynamomètre, 1 support statif en fonte avec sa tige et sa noix de serrage.
Professeur : 1 dynamomètre à cadran 10 N avec sa ficelle, 1 support statif en fonte avec sa tige et sa noix de serrage.

Les élèves tirent plus ou moins sur une ficelle accrochée à un dynamomètre qui mesure l'intensité de la force exercée par leur main sur la ficelle.
Le professeur montre qu'il existe d'autres types de dynamomètres comme le dynamomètre à cadran.



Remarque : cette partie n'a absolument rien d'évident. Les élèves doivent admettre que la direction de la ficelle (souple) donne la direction de la force. De plus, en fait, le dynamomètre indique l'intensité de la force qu'exerce la ficelle sur le ressort. La ficelle étant en équilibre, on peut donc en déduire en appliquant de plus la loi de l'interaction :

Équilibre de la ficelle : $F_{ressort/ficelle} = F_{main/ficelle}$ ①
Action et réaction : $F_{ressort/ficelle} = F_{ficelle/ressort}$ ②, En combinant ① et ②, il vient : $\mathbf{F_{main/ficelle} = F_{ficelle/ressort}}$

Évidemment, il faut passer cette partie sous silence (interaction hors programme et équilibre non encore vu). Les élèves admettent sans difficultés que le dynamomètre mesure l'intensité de la force de la main sur le ressort.

Activité 13 : Équilibre d'un objet soumis à deux forces.

Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.
Mesurer une force avec un dynamomètre.
Le Newton (N), unité de force du SI.
Savoir représenter graphiquement une force.
Être capable d'utiliser la condition d'équilibre d'un objet soumis à deux forces colinéaires.

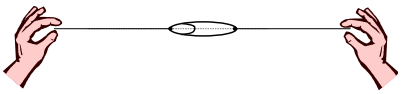
Matériel :

Élève : 2 dynamomètres type Peson 1N, 1 trombone attaché à deux ficelles (L= 10 cm), 1 feuille de papier, 1 crayon, 1 règle, 1 trombone.

Les élèves doivent tenter de maintenir un trombone en **équilibre** sur leur paillasse quand il est soumis à **deux forces** (actions de deux ficelles sur le trombone). Rappelons qu'une ficelle tendue donne la direction de la force.
Dans un premier temps, les élèves n'utilisent pas les dynamomètres. Quand l'équilibre est atteint, ils doivent remarquer que les deux ficelles sont alignées. En réalisant d'autres équilibres, les ficelles sont toujours alignées. Enfin, ils essaient cette fois-ci de mettre en équilibre le trombone sans que les ficelles soient alignées : **impossible**. Il faut donc en conclure qu'un objet soumis à deux forces n'est pas en équilibre si ces deux forces ne sont pas colinéaires (même droite d'action).

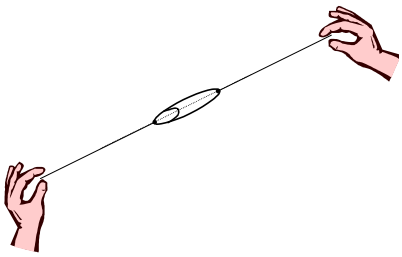
Passée cette première étape, ils peuvent utiliser les dynamomètres pour mesurer les intensités respectives des deux forces : à l'équilibre, ce sont les **mêmes.** Avec la feuille et le crayon, ils peuvent représenter plusieurs cas de figure où le trombone est à l'équilibre en représentant les forces exercées par les ficelles sur le trombone.

Le trombone est à l équilibre (au repos) :



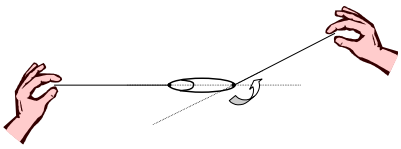
Les deux ficelles sont alignées donc les deux forces sont colinéaires.

Autre équilibre.



Les deux forces sont encore colinéaires.

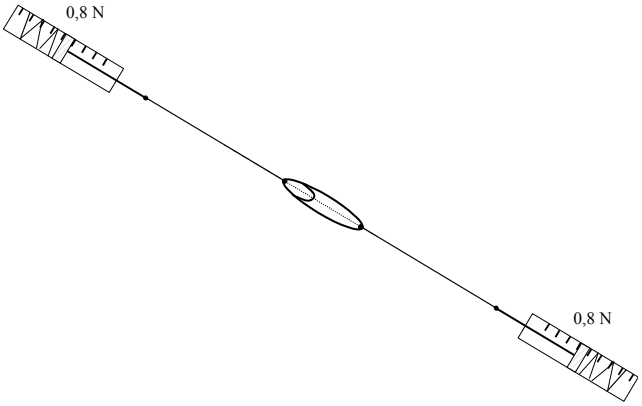
On essaye de mettre le trombone au repos sans que les ficelles soient alignées.



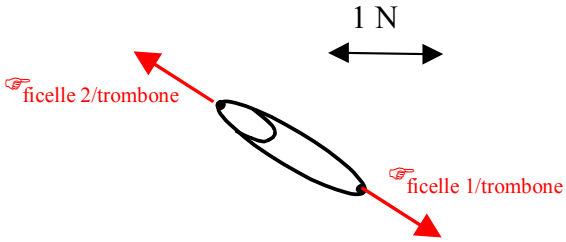
Le trombone se met toujours en mouvement.

On mesure ensuite l'intensité des forces :

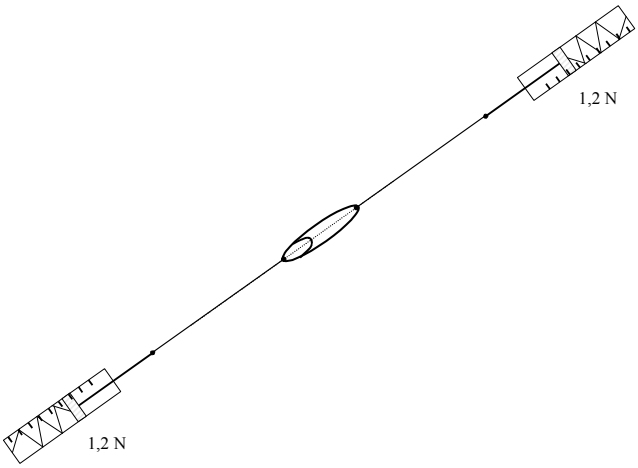
Équilibre 1 : Situation réelle.



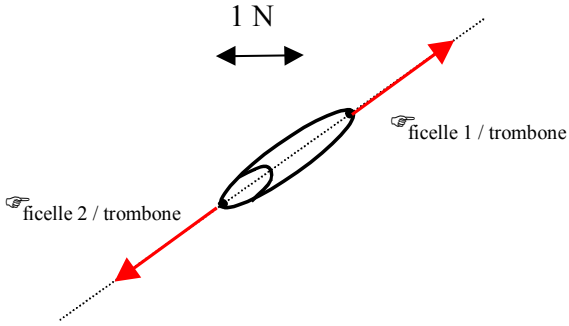
Équilibre 1 : Modélisation.



Équilibre 2 : Situation réelle.



Équilibre 1 : Modélisation.



Lorsqu'un objet soumis à deux forces est en équilibre, ces deux forces sont colinéaires (même droite d'action), de sens opposé et ont même intensité.

• Quelle relation existe -t- il entre le poids d'un objet et la masse d'un objet ?

- utilisation d'un dynamomètre, d'une balance.

Activité 14 : Le poids d'un objet.

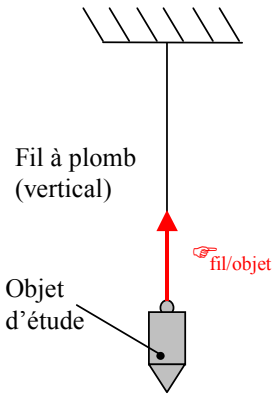
Compétences développées : Identifier l'objet d'étude sur lequel s'exerce l'action, distinguer les différents effets de l'action.
Mesurer une force avec un dynamomètre.
Le Newton (N), unité de force du SI
Savoir représenter graphiquement une force.
Être capable d'utiliser la condition d'équilibre soumis à deux forces colinéaires.
Distinguer masse et poids, connaître et savoir utiliser la relation de proportionnalité entre ces grandeurs en un lieu donné.

Matériel :

Élève : 1 fil à plomb, 1 support statif en fonte avec sa tige et sa noix de serrage, 1 plaque de PVC à contours quelconques tapissée d'un film plastique blanc pour stylo feutre, 1 stylo feutre effaçable, 1 règle, 1 dynamomètre 1 N, 3 masses marquées attachées chacune à une ficelle de masses respectives 20 g, 50g et 100 g.

*** direction et sens du poids**

Les élèves observent un fil à plomb au repos. Ils réfléchissent sur la direction et le sens du poids. Pour cela, bien que le raisonnement soit à l'envers, il faut leur dire que le fil du fil à plomb est vertical (c'est d'ailleurs la direction du fil qui sert de définition à la verticale).



Pour trouver la direction et le sens du poids de l'objet métallique suspendu au fil à plomb, il faut choisir comme objet d'étude le corps suspendu. Le poids de ce corps objet est l'action de la Terre sur cet objet.
L'objet est soumis à deux forces : la force du fil sur l'objet Ffil/objet et son poids. Il est en équilibre, donc son poids est **vertical** et **vers le bas.**

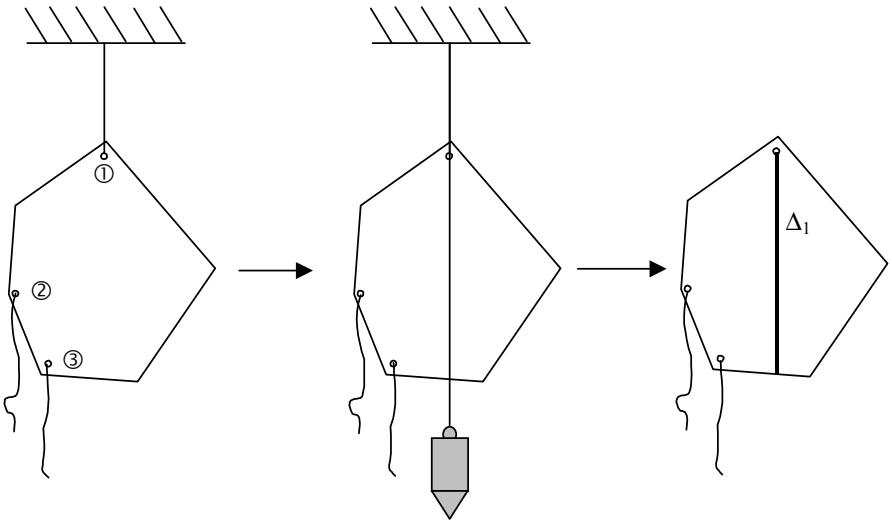
Remarque : En toute rigueur, le poids d'un objet n'est pas exactement l'action de la Terre sur cet objet mais c'est la somme de la force de gravitation $\vec{F_G} = G.\frac{m.M}{r^2}\vec{u}$ et la force d'inertie d'entraînement due à la rotation de la terre sur elle-même. $\vec{f_e} = -m(\vec{\Omega} \wedge (\vec{\Omega} \wedge \vec{TM})$

C'est pourquoi, le poids d'un objet en M ne pointe pas exactement sur le centre T de la Terre mais cette différence est quand même faible.

**** Centre de gravité du poids.**

Les élèves utilisent encore la loi d'un objet soumis à deux forces en équilibre pour déterminer le centre de gravité de cet objet. Le centre de gravité est la position du point d'application du poids.
L'objet utilisé est une plaque de PVC de forme quelconque pouvant être suspendue à trois ficelles accrochées en trois points différents de la plaque.
Un fil à plomb confondu avec la ficelle suspendue matérialise la droite d'action du poids (la même droite d'action de la force exercée par la ficelle sur la plaque).
La plaque peut être fabriquée très simplement on utilisant les chutes de PVC en technologie. Il suffit d'utiliser la cisaille et la perceuse pour les trous.

On commence par suspendre la plaque par la ficelle N°1 :

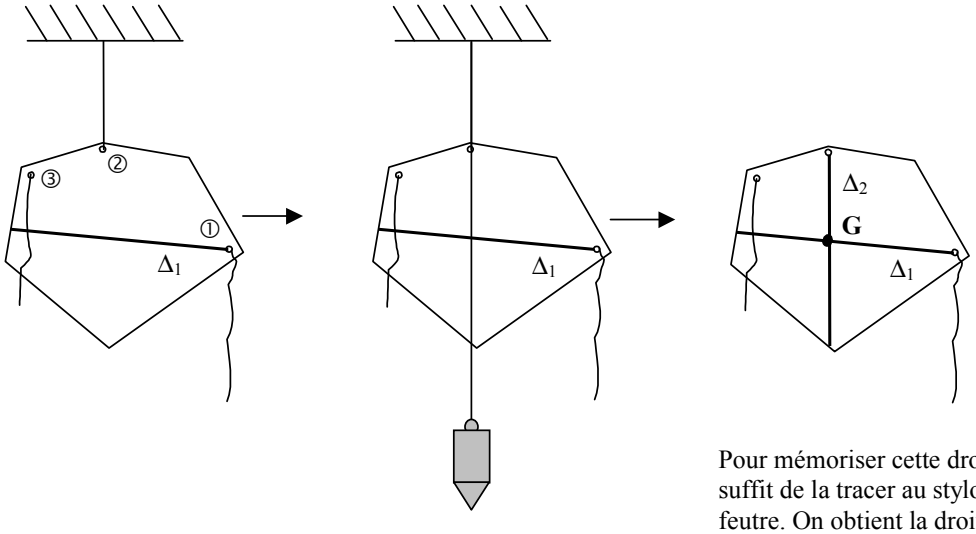


On suspend la plaque par la ficelle N°1.
La plaque en équilibre soumise à deux forces doit forcément avoir son centre de gravité sur la droite passant par la ficelle.

Pour matérialiser la droite passant par le centre de gravité, il suffit de mettre devant la ficelle un fil à plomb.

Pour mémoriser cette droite, il suffit de la tracer au stylo feutre. On obtient la droite Δ_1 qui contient le centre de gravité de la plaque.

Ensuite, on suspend la plaque par la ficelle N°2 :

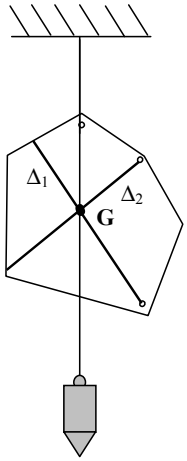


On suspend la plaque par la ficelle N°2.
La plaque en équilibre soumise à deux forces doit forcément avoir son centre de gravité sur la droite passant par la ficelle N°2.

Pour matérialiser la droite passant par le centre de gravité, il suffit de mettre devant la ficelle N°2 un fil à plomb.

Pour mémoriser cette droite, il suffit de la tracer au stylo feutre. On obtient la droite Δ_2 qui contient le centre de gravité de la plaque. Le centre de gravité appartient à la droite Δ_1 et Δ_2. Il est donc à l'intersection de ces deux droites.

Expérience complémentaire : Évidemment, en suspendant la plaque par la ficelle N°3 ; la droite matérialisée par la ficelle doit passer aussi par le centre de gravité, donc par l'intersection de Δ_1 et Δ_2.



Les élèves peuvent remarquer également que s'ils veulent tenir en équilibre la plaque posée sur un doigt, elle devra obligatoirement être posée sur le centre de gravité déterminé précédemment.

*** Intensité P du poids.

C'est ici que les élèves vont remarquer la proportionnalité entre le poids P d'un objet et sa masse m.
Rappelons leur que la masse d'un objet représente la quantité de matière contenue dans cet objet. Elle est liée au nombre d'atomes qui le constitue.
L'intensité P du poids représente l'intensité de la force exercée par la Terre sur cet objet (toujours passer sous silence la force d'inertie d'entraînement).
Une masse se mesure avec une balance et une intensité de force avec un dynamomètre.

Les élèves mesurent donc les masses respectives de trois objets puis l'intensité de leur poids au dynamomètre.

Ils complètent le tableau suivant :

Masse m (kg)			
Intensité P du poids (N)			
$\frac{P}{m}$ (N/kg)			

Ils constatent que le rapport est constant donc il y a proportionnalité entre la masse et le poids P d'un objet : g est l'intensité de pesanteur. Ici, g ≈ 10 N/kg.
Cependant, il faut faire remarquer que g dépend du lieu où l'on se trouve. En se déplaçant dans la salle, les élèves trouvent toujours le même poids (pour le même objet) donc le même g mais avec une variation d'altitude ou de latitude sensible, g varie. Il faut donc connaître g, qui dépend du lieu où l'on se trouve.

<u>Remarque</u> : la variation de g avec l'altitude est due à l'action de la Terre (g diminue quand l'altitude augmente) sur l'objet mais la variation de g avec la latitude (g augmente quand la latitude augmente) est due à cette fameuse force d'inertie d'entraînement.

<u>Résultats</u> : g = 10 N/kg.

Masse m (kg)	0,02	0,05	0,1
Intensité P du poids (N)	0,2	0,5	1
$\frac{P}{m}$ (N/kg)	**10**	**10**	**10**

Lumière et images

• Comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille ?

- manipuler des lentilles convergentes et divergentes.

Activité 1 : Manipulation de lentilles convergentes et divergentes.

Compétences développées : Distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente.

Matériel :

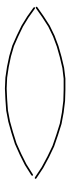
Élève : 2 lentilles convergentes sur support (f = 10 cm et 5 cm) numérotées ① et ③, 1 lentille divergente sur support (f= -10 cm) numérotée ②.

Manipulation 1 : Prendre une des lentilles en la tenant devant soi à la main. Regarder à travers la lentille divers objets lointains (paysage, camarades).

Manipulation 2 : Recommencer la manipulation 1 mais en choisissant un objet proche (des inscriptions sur une feuille par exemple).
Ces deux manipulations suffisent pour trier les trois lentilles. On observe une reproduction de l'objet que l'on appelle image. Les élèves peuvent compléter le tableau suivant :

	Objet lointain		Objet proche		
	Sens de l'image	Dimension de l'image comparée à celle de l'objet	Sens de l'image	Dimension de l'image comparée à celle de l'objet	Nature de la lentille
Lentille ①					
Lentille ②					
Lentille ③					

Il faut faire remarquer également qu'une lentille convergente a ses bords qui sont minces alors qu'une lentille divergente a ses bords qui sont épais.



Lentille convergente : l'épaisseur au centre est supérieure à celle des bords

Lentille divergente : l'épaisseur au centre est inférieure à celle des bords

MT21359

Résultats :

	Objet lointain		Objet proche		
	Sens de l'image	Dimension de l'image comparée à celle de l'objet	Sens de l'image	Dimension de l'image comparée à celle de l'objet	Nature de la lentille
Lentille ①	Renversée	Réduite	Droite	Agrandie	Convergente
Lentille ②	Droite	Réduite	Droite	Réduite	Divergente
Lentille ③	Renversée	Réduite	Droite	Agrandie	Convergente

- réception d'images sur des écrans diffusants.

Activité 2 : Obtention de l'image d'un objet sur un écran.

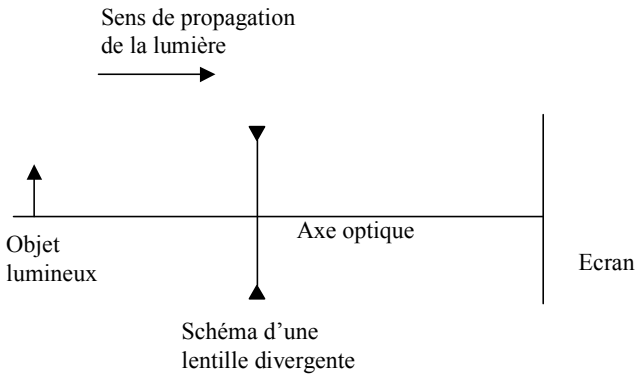
Compétences développées : Être capable de positionner une lentille par rapport à un objet pour obtenir une image nette sur un écran.

Matériel :

Élève : 2 lentilles convergentes sur support (f = 10 cm et 5 cm) numérotées ① et ③, 1 lentille divergente sur support (f= -10 cm) numérotée ②, 1 source lumineuse, 1 objet diffusant (un «F » par exemple), 1 banc d'optique, 1 écran translucide sur support.
Professeur : mallette d'optique, lunette astronomique, oeil de démonstration.

* Avec la lentille divergente (lentille ②)

Les élèves réalisent l'expérience suivante :



En déplaçant la lentille et l'écran, les élèves essayent d'obtenir une image nette de l'objet lumineux sur l'écran. En vain évidemment car l'objet est réel.

* Avec une lentille convergente (lentille ① ou ②)

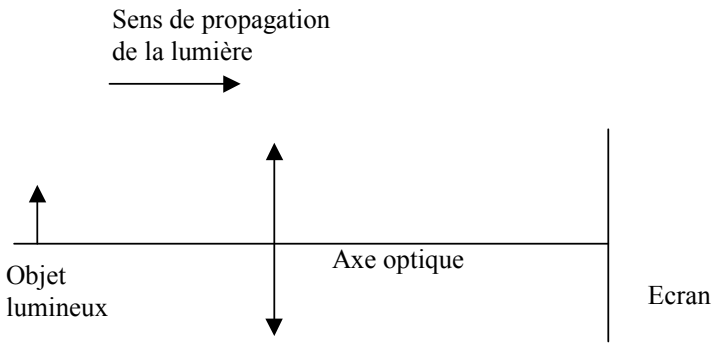
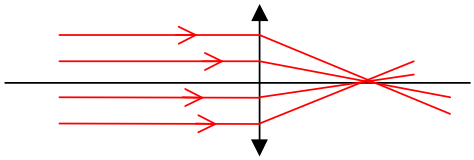


Schéma d'une lentille convergente

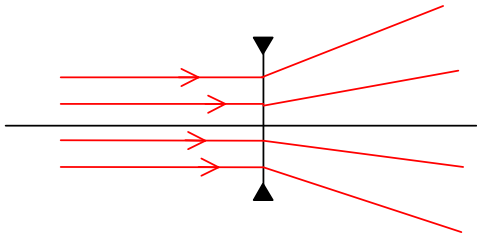
Il y a une position particulière où un maximum d'énergie est concentré. Cette position est l'image de l'objet. La position de cette image est repérée avec un écran translucide diffusant.
Pour montrer qu'il y a une image même sans écran, l'élève fixe l'écran qui est retiré rapidement, l'élève voit une image nette sans avoir besoin d'écran.

Le professeur résume en faisant remarquer qu'une lentille convergente concentre les rayons arrivant sur la lentille contrairement à la lentille divergente. Pour cela, il utilise une lanterne émettant plusieurs faisceaux parallèles. La trace de ces faisceaux étant matérialisée par un écran diffusant.



Lentille convergente

L'énergie lumineuse est concentrée



Lentille divergente

L'énergie lumineuse est dispersée

- détermination de foyers.

Activité 3 : Image d'un objet très éloigné.

Compétences développées : Être capable de trouver le foyer d'une lentille convergente et d'estimer sa distance focale
Obtenir une image nette sur un écran.

Matériel :

Élève : 1 lentille convergente sur support (f = 10 cm et 5 cm) numérotée ① et ③, 1 lentille divergente sur support (f= -10 cm) numérotée ②, 1 source lumineuse munie d'un trou assez large, 1 écran sur support, 1 réglet.

L'élève recherche l'image sur un écran d'un disque lumineux (trou assez large devant la lampe) très éloigné de la lentille. La position où il y a une image de l'objet (concentration maximum d'énergie) s'appelle le Foyer de la lentille. La distance entre le foyer et le centre de la lentille s'appelle la distance focale.
L'objet étant très éloigné, il envoie en fait un faisceau de rayons parallèles qui convergent au foyer de la lentille.

Il n'y a pas d'image avec la lentille divergente et la distance focale peut varier d'une lentille convergente à l'autre.

Activité 4 : Image d'un objet proche de la lentille.

Compétences développées : Être capable de trouver le foyer d'une lentille convergente et d'estimer sa distance focale.

Matériel :

Élève : 1 lentille convergente sur support (f = 10 cm), 1 réglet.

Sur la table, l'élève pose à plat la lentille sur une feuille où il y a des inscriptions. Il se tient debout et regarde à travers la lentille en éloignant progressivement la lentille de la feuille. L'image d'abord nette, droite et agrandie devient floue et ensuite, une image nette et renversée apparaît. La distance entre la feuille et la lentille où commence le brouillage est la distance focale de la lentille.
On retrouve la distance focale mesurée dans l'activité 3.

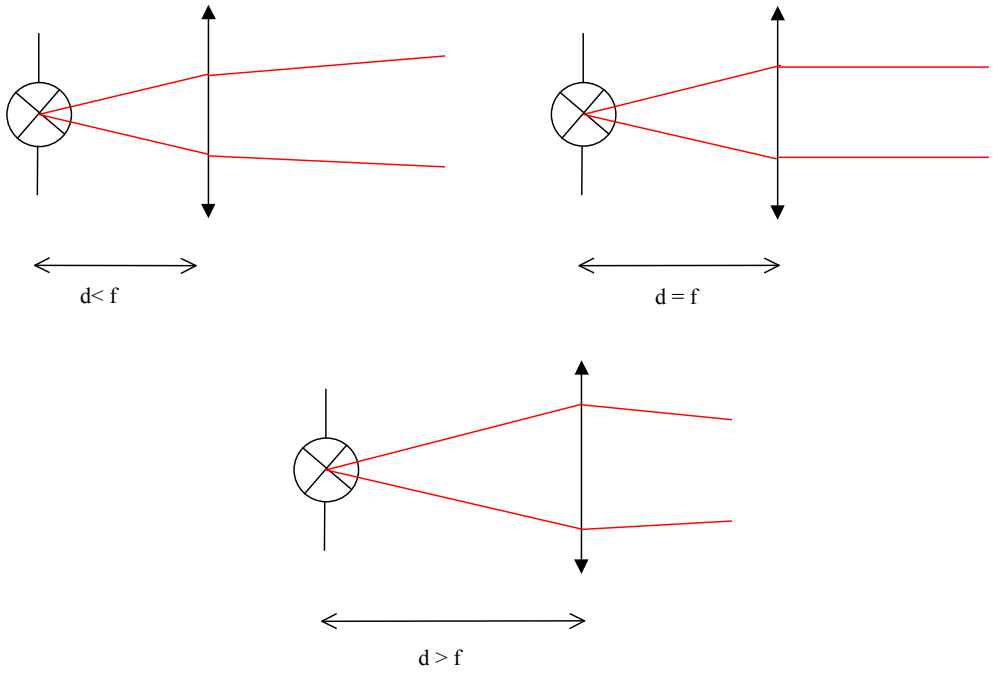
Activité 5 : Image d'un point lumineux.

Compétences développées : Être capable de trouver le foyer d'une lentille convergente et d'estimer sa distance focale
Obtenir une image nette sur un écran.

Matériel :

Élève : 1 lentille convergente sur support (f = 10 cm), 1 lampe 6V-0,3 A sur support, 1 écran sur support, 1 réglet, 1 générateur

Une lampe allumée est posée sur la table. Un écran vertical placé à quelques centimètres à côté de la lampe est complètement éclairé
Placer ensuite la lentille convergente près de la lampe (à environ 5 cm)
Placer l'écran de l'autre côté de la lentille, on observe une trace lumineuse circulaire. L'observation du diamètre de cette tâche lorsqu'on éloigne progressivement l'écran de la lentille permet de préciser si le faisceau est convergent ou divergent.
Reprendre l'expérience après avoir augmenté la distance d entre la lentille et la lampe. Recommencer pour des distances croissantes.
Repérer la distance d pour laquelle le faisceau est quasi cylindrique. On retrouve la distance focale mesurée dans les activités 3 et 4.
Éloigner davantage la lentille de la lampe. Le faisceau après la lentille converge puis diverge. Au point de convergence, on peut voir l'image du filament sur l'écran.



Pour aider les élèves à mieux comprendre, ils remplissent progressivement le tableau suivant :

Distance Objet – lentille (cm)	Taille de la tâche sur l'écran quand on l'éloigne de la lentille	Nature du faisceau après la lentille (convergent, divergent ou cylindrique)	Distance lentille–image nette
5			
9			
	Toujours la même	Cylindrique	
20			
25			

Résultats :

Distance Objet – lentille (cm)	Taille de la tâche sur l'écran quand on l'éloigne de la lentille	Nature du faisceau après la lentille (convergent, divergent ou cylindrique)	Distance lentille–image nette
5	Elle augmente	Divergent	Pas d'image nette
9	Elle augmente	Divergent	Pas d'image nette
10 (distance focale)	Toujours la même	Cylindrique	A l'infini
20	Elle diminue puis augmente	Convergent puis divergent	20
25	Elle diminue puis augmente	Convergent puis divergent	16,7

• Quels appareils forment des images ?

- mettre en œuvre un appareil imageur au choix : appareil photographique, projecteur de diapositives, agrandisseur, caméscope, lunette astronomique …

- utilisation d'une maquette modélisant l'œil.

Activité 6 : Utilisation d'une maquette modélisant l'œil.

Compétences développées : Distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente.
Savoir que la vision résulte de la formation d'une image sur la rétine jouant le rôle d'un écran.

Matériel :

Pour la classe : 1 maquette de l'œil avec poche plastique déformable, 1 source lumineuse.

L'œil est un système convergent qui peut changer sa focale par accommodation. Ce modèle de l'œil est particulièrement adapté pour le faire comprendre : voir c'est avoir une image nette sur la rétine.
Le professeur montre l'image d'un objet très éloigné qui se forme sur la rétine pour un œil «normal ». Quand on rapproche l'objet, il faut changer la distance focale de l'œil pour obtenir une image nette sur la rétine.

PIERRON Education - Parc Industriel Sud - Z.I. Gutenberg - 2, rue Gutenberg- B.P. 80609 - **57206 SARREGUEMINES CEDEX**
Tél. : 03 87 95 14 77 - **Fax** : 03 87 98 45 91- E-mail : **education-france@pierron.fr** - http://**www.pierron.com**