

Le centre de gravité : fiche pédagogique.

Leçon pour les enfants de huit ans ou plus.

Plan

Introduction.....	3
Déroulement de la séance	4
.a. Expérience 1 : Déterminer la verticale d'un lieu à l'aide du fil à plomb.....	4
Matériel par groupe.....	4
Comment fabriquer un fil à plomb ?.....	4
Chute des corps et observation du sens de la force de pesanteur.....	4
Scénario.....	5
b. Expérience 2 : Comment deux forces tirant sur un même objet finissent par s'aligner	7
Matériel	7
Comment faire l'expérience ?.....	7
Scénario.....	8
c. Expérience 3 : comment détermine-t-on le centre de gravité ?	9
Objectifs de l'expérience 3.....	9
Matériel	9
Comment faire l'expérience ?.....	9
Scénario.....	10
Même expérience avec d'autres formes et d'autres objets.....	12
Expliquer le centre de gravité.....	14
d. Expérience 4 : Balance et leviers.....	15
Objectifs:.....	15
Matériel:.....	15
Comment faire l'expérience ?.....	15
e. Application des acquis: création et observation de mobiles.....	18
Matériel par élève:.....	18
Comment réaliser le mobile ?.....	19
Tester les acquis :.....	21

Introduction

Dans cette leçon, les enfants apprennent ce qu'est un centre de gravité et comment le trouver, à travers quatre expériences.

- **Dans la première expérience**, les enfants découvrent la règle générale suivante : quand **deux forces de sens opposés agissent sur un objet**, celui-ci se déplace puis s'immobilise quand **les deux forces et leurs points d'application sont alignés**.
- **Dans la deuxième expérience**, les enfants appliquent cette règle à une feuille cartonnée, libre de se déplacer, sur laquelle ils tirent à l'aide de 2 fils pour constater les choses suivantes : **les points d'attache des fils à la feuille et la direction des fils sur lesquels ils exercent la force s'alignent** . Quand cette feuille est épinglée sur un support vertical, **le point d'attache de la feuille et le centre de gravité s'alignent par l'action d'une part de la force exercée par l'aiguille et d'autre part par la force de gravitation sur le centre de gravité**.
- **Dans la troisième expérience**, les enfants déterminent la position du centre de gravité grâce à la compréhension de la première expérience La force de gravitation agit à la verticale. Grâce au fil à plomb suspendu à l'épingle, on trace la verticale passant par celle-ci. Le centre de gravité, où cette force s'applique, se trouve nécessairement en un point situé le long de cette verticale. En recommencent cette opération en changeant plusieurs fois l'épingle de place, comme le centre de gravité doit se trouver sur chacune d'elle, **c'est au point de rencontre de ces droites que doit se trouver le centre de gravité**. Le manque de précision dans le tracé des droites fait que souvent elles forment un triangle le contenant.
- **Dans la quatrième**, les enfants découvrent la magie de la balance et l levier.

A la fin de cette leçon, les enfants vérifient leurs acquis : le centre de gravité est un **point d'équilibre**, on peut donc mettre un objet en équilibre sur ce point et vérifier ainsi que c'est bien le **centre de gravité**.

Déroulement de la séance

Conseil : pour la réussite d'une leçon toutes les expériences devraient être testées avant de donner la leçon.

a Expérience 1 : Déterminer la verticale d'un lieu à l'aide du fil à plomb

Matériel par groupe

Remarque : les groupes peuvent être constitués de 2 ou 3 élèves.

- Une caisse en carton (boîte à chaussures),
- 1 m de fil à coudre ou fine ficelle,
- 2 rondelles métalliques
- Épingles avec des têtes en plastique (épingles de bureau servant normalement à épingler des feuilles sur un panneau de liège).

Comment fabriquer un fil à plomb ?

- Attachez une rondelle à l'extrémité d'un fil légèrement plus court que le plus grand côté de la boîte.
- Faites une boucle à l'autre extrémité.
- Épinglez la boucle en haut d'une face de la boîte placée verticalement.
- Laissez pendre le fil et la rondelle librement.

La rondelle suspendue au fil et le fil forment **le fil à plomb** qui montre ce qu'on appelle **la verticale** d'un lieu. La rondelle étant attirée par la terre, le fil indique la direction du centre de la terre qui est le centre d'attraction gravitationnelle. La verticale change donc de direction suivant l'endroit où l'on se trouve sur la terre.

Chute des corps et observation du sens de la force de pesanteur

A hauteur de l'épingle, et près du fil, lâcher maintenant une rondelle qui va tomber vers le sol le long du fil à plomb, ce qui indique la direction mais en particulier le sens de la force de pesanteur.

Quand un objet se trouve près de la terre, la force de pesanteur qui agit sur lui, à son point d'application qui se situe en un point particulier, appelé **centre de gravité** ou **centre de masse**. (cf. « La Terre et la Lune » pour explications)

Scénario

Leur montrer un objet et le lâcher.

« *Que s'est-il passé ?* » : réponses « il est tombé. »

« *Vers où tombe-t-il ?* » : réponses « vers le bas. »

Montrer leur le **fil à plomb** (à rondelles).

« *Qu'est-ce qui attire les rondelles vers le bas ?* » (les rondelles du fil à plomb)

Réponse possible: **C'est parce que la terre est un aimant.**

Correction : Il suffit de leur montrer que même les objets ne contenant pas de fer sont attirés.

Réponse possible: **c'est à cause de l'oxygène.**

Correction : sans air un objet tombe quand même (l'expérience a été faite dans un tube où on a enlevé l'air).

Réponse possible: **c'est à cause de la pression.**

Correction : la pression s'exerce partout sur notre corps (en lui montrant avec le doigt des directions perpendiculaires à sa peau), et qu'elle ne s'exerce pas seulement vers bas.

Finalement, la réponse correcte est : **c'est la gravitation ou la pesanteur.**

« C'est la gravitation, c'est la masse de la terre qui attire toutes les masses. La gravitation, c'est le fait que toutes les masses s'attirent, vous et la table vous vous attirez, mais vous ne le sentez pas car la force de gravité entre la table et vous est faible. La terre a une masse gigantesque par rapport à votre masse ou celle de la table, et la force de gravitation que sa masse exerce sur la notre est beaucoup plus grande que la force de gravité entre la table et moi. C'est la force de gravitation qui tire les objets vers le bas. Regardez le fil à plomb, comment est cette droite ? »

Montrez avec la main la droite qui suit le fil à plomb. La réponse **verticale** arrive rapidement.

« *Si on suit cette droite vers le bas, par où passe-t-elle ?* »

Ils mettent souvent du temps à trouver ou ne trouvent pas.

« *Elle passe par le centre de la terre.* »

Montrer à l'aide d'une balle qui représente la terre que la droite verticale passe par son centre.

« *Maintenant regardez les rondelles au bout du fil à plomb, qu'est-ce qui empêche les rondelles de tomber ?* »

Réponse: « le fil. »

« *C'est le fil qui les tire vers le haut, et à quel endroit tire-t-il sur les rondelles ?* »

Après avoir écouté les réponses des enfants, faire la synthèse :

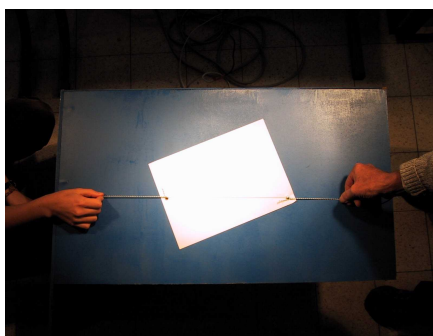
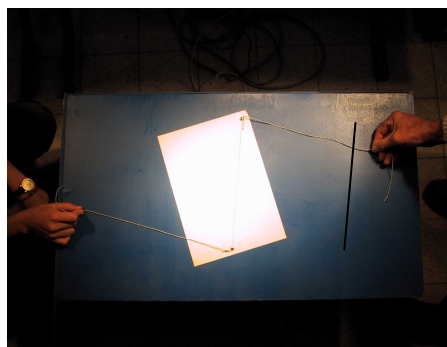
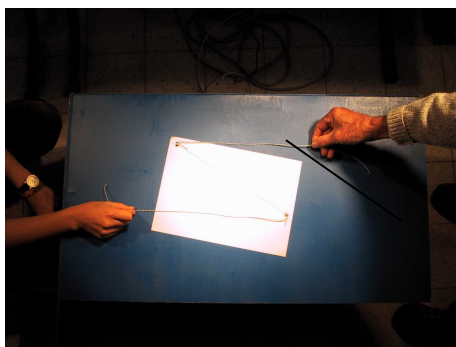
*« Il tire là où il est en contact avec les rondelles, là où les rondelles sont attachées (montrer le nœud autour des rondelles), autrement dit **la force exercée par le fil sur les rondelles à son point d'application au nœud** ; et l'autre force qui tire vers le bas : **la force de gravitation, s'exerce quelque part en un point qu'on appelle le centre de gravité**. Nous allons chercher où est situé ce centre de gravité, mais d'abord vous allez faire une expérience pour comprendre ce qui se passe quand un objet subit l'action de deux forces. »*

b. Expérience 2 : Comment deux forces tirant sur un même objet finissent par s'aligner

Matériel

- Des feuilles de papier cartonné de formes diverses : des carrés, des trapèzes, des losanges...; avec des côtés de $\sim 10\text{cm}$,
- Deux fils de 30cm chacun,
- Deux trombones,
- 1 épingle à grosse tête.

Comment faire l'expérience ?



- A l'aide, par exemple, d'une épingle, percez la feuille de papier cartonné à deux endroits bien différents près des bords de la feuille (2 à 3cm du bord), enfiler les trombones dans ces deux trous (voir photo). Attachez un fil de 30cm à chaque trombone. Posez la feuille sur la table de façon à ce que les fils ne s'emmêlent pas et qu'ils ne soient pas alignés. Tracez une ligne qui joint les deux attaches. Tirez ensuite doucement dans des sens opposés jusqu'à ce qu'ils soient tendus, mais pas exagérément pour ne pas les arracher de leurs attaches! (voir photos)
- Observez la position des fils par rapport à la ligne tracée quand la feuille a fini de tourner et tirez la conclusion : les fils sont dirigés sur la même droite que la ligne tracée.
- Faites l'expérience deux ou trois fois, en changeant la position des trombones et des fils.

Scénario

Par groupe distribuer

- **un morceau de papier** (la forme n'est pas importante, mais pour commencer donner des papiers de forme carrée de 10 cm sur 10 cm)
- **deux trombones avec les fils** déjà accrochés.

*«Attacher les trombones à la feuille en perçant à l'aide d'une épingle comme ça. (Leur montrer) Deux élèves appuient légèrement sur chacun des fils sur la table avec un doigt et tirent doucement et simultanément sur les deux fils. Recommencez au moins deux fois en changeant les trombones de place et en choisissant des positions quelconques sur la feuille. **Qu'est ce que vous observez ?** »*

Les élèves cherchent souvent quelque chose d'exceptionnel ou de plus compliqué à observer, mais tout le monde est d'accord sur les observations suivantes :

« On observe deux choses : d'abord le papier tourne et ensuite une fois que la feuille est immobile, les fils tendus et le trait de crayon sont alignés, ce qui signifie que les forces avec lesquelles on tire sont aussi alignées. Cela veut dire que les deux points d'applications des forces et les directions des forces sont alignées, c'est à dire sur la même droite. C'est principalement cela qu'il faut observer. Nous allons faire une autre expérience.

c. Expérience 3 : comment détermine-t-on le centre de gravité ?

Objectifs de l'expérience 3

- Trouver où est situé le **centre de gravité d'un objet plat (2 dimensions)** et montrer qu'il n'est pas nécessairement situé dans l'objet.

Matériel

- Une feuille cartonnée,
- Une épingle,
- Une latte, un crayon,
- La caisse de carton,
- Le fil à plomb (fil à rondelles).

Comment faire l'expérience ?

- A l'aide d'une épingle, piquez une feuille de carton à deux ou trois centimètres d'un des bords, puis attachez la feuille avec l'épingle dans le haut de la caisse.
- Veillez à ce que la feuille pende librement. Suspendez le fil à plomb à l'épingle devant la feuille. Faites deux petits traits de crayon sur la feuille le long du fil, près de l'attache et à l'opposé.
- Retirez le fil à plomb et faites balancer la feuille et constatez qu'elle revient chaque fois dans sa position d'équilibre.
- Retirez la feuille et tracez, avec une latte, une ligne qui joint ces deux traits.
- Répétez l'expérience (3 ou 4 fois) avec la même feuille en plaçant l'aiguille en des endroits bien différents toujours près du bord.
- Les lignes ainsi tracées se croisent au centre de gravité. Si la feuille est épinglée en ce point (faite tourner l'épingle dans le trou pour qu'elle soit bien libre), elle peut être mise dans n'importe quelle position, elle y restera. Le centre de gravité et le point d'attache sont confondus. C'est comme si dans la première expérience, les deux trombones étaient fixés au même endroit. On peut tirer autant que l'on veut la feuille ne tournera jamais.
- Si vous obtenez un triangle, ce qui est souvent le cas et ceci est dû à des droites mal tracées, il faut donc chercher où est le centre de gravité dans ce triangle. Pour le trouver, placer l'épingle dans ce triangle, élargir un peu le trou, épingler la feuille dans une position au hasard et la lâcher. Si la feuille pivote, c'est que l'épingle n'est pas placée au centre de gravité. Attendre que la feuille s'immobilise. Puis déplacer légèrement l'épingle vers le bas le long de la verticale. Si elle pivote encore recommencer l'opération jusqu'à ce que la feuille reste dans la position dans laquelle elle est lâchée.

Scénario

- Piquer l'épingle dans la feuille près d'un coté et agrandir un peu le trou en tournant l'épingle.
- Épingler la feuille sur la boîte. Assurez-vous qu'elle puisse bouger.
- Mettre la feuille de travers puis la lâcher, elle oscille puis s'immobilise.

« **Est-ce que c'est la même chose que dans l'expérience précédente : avec la feuille et les deux forces qui tiraient ?** »

Ils trouvent rapidement.

« *Comme avant, on observe que **la feuille tourne puis s'immobilise**. Si c'est comme avant, alors **il y a deux forces qui font tourner la feuille**. **Quelles sont ces forces ?*** »

Les réponses émergent facilement des propositions avec peu de réponses incorrectes.

Résumer : « **La première force, c'est la force de pesanteur ou la force de gravitation (deux noms différents désignant la même force) et la deuxième force est exercée par l'épingle qui empêche la feuille de tomber.** »

La phase suivante est une situation d'ensemble où les élèves imitent l'enseignant :

« *Accrochez **un fil à plomb** en passant la petite boucle autour de l'épingle. Nous connaissons la direction dans laquelle tire la force de gravitation : c'est suivant la droite passant par le fil, nous savons où est le point d'application de la force qui empêche la feuille de tomber : c'est là où est l'épingle. Nous venons de montrer que la feuille est immobile quand les deux forces qui tirent dessus ont leurs points d'application et leurs directions alignées. Où est alors le centre de gravité de la feuille de carton ?* »

Incitez les élèves à essayer une réponse :

S'ils désignent un point de la feuille qui n'est pas sur la verticale, alors vous pouvez faire un trou grâce à l'épingle sur le point désigné et y accrocher un trombone avec fil. Quand vous tirez vers le bas sur ce fil, la feuille de carton se déplace jusqu'à ce que ce point arrive sur la verticale. Donc ce n'est pas le centre de gravité car la feuille resterait dans cette position. Aidez-les à formuler leur déduction.

« **Le centre de gravité qui est le point d'application de la force de gravitation est quelque part sur la droite passant par l'épingle et le fil à plomb.** Pour déterminer où est le centre de gravité sur cette droite, procédez comme ceci : faire avec **un crayon** un petit trait le long du fil à plomb en bas de la feuille. Puis détachez la feuille et tracez une

droite passant par le trou de l'épingle et le trait que vous avez dessiné, cette droite est la verticale observée auparavant. Vous recommencez encore deux fois en changeant l'épingle de place sur la feuille. »

Après quelques minutes passées de groupe en groupe à les aider ou à voir s'ils ont bien suivi la méthode, demandez au premier groupe qui a trouvé le centre de gravité de la feuille, de trouver celui d'un boomerang. Vérifiez ensuite qu'ils ont tous terminé.

« Si vos trois droites se croisent en un point, c'est parfait. Quel est ce point ? »

Réponses : Le centre de gravité.

« Si la feuille est épinglée sur ce point, elle peut être mise dans n'importe quelle position, elle ne tournera plus. Le centre de gravité et le point d'attache sont confondus, c'est comme si dans la première expérience, les deux trombones étaient fixés au même endroit, on peut tirer autant que l'on veut la feuille ne tournera jamais.

Pour illustrer le centre de gravité :

On peut subdiviser une latte de section carrée en petits éléments, chacun soumis à g par une petite force, l'ensemble formant une grande force appliquée en un point, **le centre de gravité**, puis faire le bilan des forces de part et d'autre.

Parfois les droites forment un triangle contenant le centre de gravité, il faut donc chercher où il est dans ce triangle. Pour le trouver, placer l'épingle dans ce triangle, élargir un peu le trou, épingler la feuille dans une position au hasard et la lâcher. Si la feuille pivote, c'est que l'épingle n'est pas placée au centre de gravité et attendre que la feuille s'immobilise. Puis déplacez légèrement l'épingle vers le bas le long de la verticale (le centre de gravité étant sur la verticale passant par l'épingle et en dessous de l'épingle), déplacez de nouveau la feuille et regardez si elle pivote, si c'est le cas recommencer l'opération jusqu'à ce que la feuille reste dans la position dans laquelle elle est lâchée sans pivoter et quelle que soit la position dans laquelle elle est lâchée.

Est-ce que vous avez compris pourquoi les droites se croisent au centre de gravité ? On va faire un jeu pour bien comprendre que si un point est sur plusieurs droites alors ces droites se croisent en ce point. »

Répartir trois élèves pour qu'ils forment les sommets d'un triangle et se placer au centre de celui-ci.

Demander au premier :

« Montre-moi du doigt. Si je quittais ma place, on ne saurait plus où j'étais, on sait seulement que ma place est quelque part sur la droite montrée par ton doigt, comme le centre de gravité qui se trouvait sur la droite que l'on a tracée ».

Demander au second :

« Montre-moi du doigt. Si je quittais ma place, on saurait où j'étais : là où les deux droites montrées par leurs doigts se croisent. »

Demander au troisième :

« Montre-moi du doigt. Si je quittais ma place, on saurait précisément où j'étais : là où les trois droites montrées par leurs doigts se croisent. On serait vraiment sûr de savoir où est ma place, puisque le manque de précision dans la direction des bras donne un triangle. Vous avez compris ? »

La réponse doit être positive si elle ne l'est pas, il faut absolument réexpliquer jusqu'à ce qu'ils comprennent.

« C'est une méthode pour situer un point, en traçant des droites qui contiennent ce point et en regardant où elles se coupent. »

(Si besoin est, vous pouvez vous aider d'un dessin lors de vos explications.)

Même expérience avec d'autres formes et d'autres objets

Grâce à cette méthode, vous pouvez rechercher le centre de gravité des objets suivants:

- De feuilles de formes géométriques différentes (exemple : disque, polygones, ...).
- De ces mêmes feuilles avec des rondelles de métal collées de façon aléatoire derrière la feuille. Le centre de gravité changera de place en fonction de la position des rondelles. Il ne coïncide plus avec le centre géométrique de l'objet.
- Coller des rondelles de manière à conserver le centre de gravité déjà déterminé.
- D'une feuille ayant une forme humaine.
- D'une feuille ayant la forme d'un boomerang ou de sauteur en hauteur quand il passe la barre. (le centre de gravité se trouve à l'extérieur de l'objet).

I. Petit jeu : trouver le centre de gravité d'un balai

Comment trouver rapidement et facilement le centre de gravité d'un balai ?

- Ecarter les mains et tendre les index
- placer le balai dessus horizontalement,
- rapprocher doucement les deux mains, les doigts vont glisser chacun à leur tour sous le balai jusqu'à ce qu'ils se rejoignent au centre de gravité (éventuellement garder les index écartés de deux ou trois centimètres pour garder un certain équilibre. Exemple du centre de gravité appliqué par le serveur à son plateau

Le garçon de café qui doit transporter plusieurs consommations à une table, se sert d'un plateau. S'il porte son plateau en mettant une main dessous et au centre, il dispose les verres de façon à placer le centre de gravité près du milieu du plateau. Et quand il enlève les verres, il n'enlève pas tous ceux qui sont du même côté d'un coup sinon le plateau tomberait, il les enlève de façon à ce que le centre de gravité reste au niveau de sa main, c'est-à-dire en enlevant les verres un par un sans créer de déséquilibre.

Autre exemple : un homme seul qui porte une poutre place d'instinct le centre de gravité de la poutre sur son épaule.

II. La terre et la Lune

Où se trouve le centre de gravité entre la terre et la lune ? Pour cet exposé, il est utile d'avoir deux boules de tailles différentes (idéalement : une terre et une lune).

Avec les acquis de l' « expérience du balai » nous avons appris l'importance de la répartition des poids pour déterminer la position du centre de gravité. L'animateur prend la Terre dans une main, la lune dans l'autre et demande à l'audience où se trouve le CDG :

- De la terre (au centre de la boule, le CDG est maintenant DANS la terre et plus à sa surface)
- De la lune,
- Du système formé par les deux boules.

Attention !!!! : il devient maintenant important d'introduire (si cela n'a pas déjà été fait) la notion de CENTRE DE MASSE (dénnoté CDM) !! En effet, si on fait abstraction de la Lune, parler de centre de gravité de la Terre n'a aucun sens (Si vous, à la surface de la Terre, êtes attirés par son centre ; vers où est attiré le centre ? ?)

Pour les animateurs uniquement :

La position du CDM est donnée par : $X = (x_T * M_T + x_L * M_L) / (M_T + M_L)$
Où x_T est la position de la terre, x_L est la position de la lune et M_T et M_L sont respectivement les masses de la Terre et de la Lune :

$$M_T = 5.9736 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$M_L = 7.349 \cdot 10^{22} \text{ kg} \quad (\text{i.e. } 0.0123 \text{ Terre})$$

Distance moyenne Terre-Lune : 384400 km (environ 1 seconde-lumière)

Rayon moyen de la Lune : 1737.1 km

Rayon moyen de la Terre : 6371.0 km

Si x_T est à l'origine alors $x_L = (384400 + 1737.1 + 6371) \text{ km} = 392508.1$
et la position du CDM est

$$X = (0 \cdot M_T + 392508.1 \cdot 7.349 \cdot 10^{22}) / (M_T + M_L) = 4770.13 \text{ km.}$$

Soit à 4770.13 km du centre de la Terre mais 1600.87 km de la surface terrestre ; le centre de masse du système Terre-Lune se situe donc **DANS** la Terre.

Cette information uniquement est donnée aux étudiants.

De plus, ce CDM n'est pas fixe.

Il est donc faut de dire que la Lune tourne autour de la Terre. Il faut dire (mais personne ne le fait jamais) que la Lune tourne autour DU CENTRE DE MASSE du système Terre-Lune. Ce qui implique que la Terre tourne aussi autour de ce centre de masse (heureusement, cette rotation ne se perçoit pas sinon nous danserions tous le Boogie-Woogie tout le temps).

Expliquer le centre de gravité

Pour montrer aux étudiants ce qu'est un centre de masse on peut dessiner au tableau une « latte » de forme rectangulaire.

Ensuite, pour montrer le poids de cette latte on peut subdiviser la latte en en tas de petits carrés (de petits éléments) chacun pesant son petit poids. En faisant le bilan des forces de part et d'autre et remarque que l'ensemble forme une grande force appliquée en un point : LE CENTRE DE GRAVITE.

d. Expérience 4 : Balance et leviers

Objectifs:

- Découvrir le principe des leviers et de la balance à plateaux de Roberval

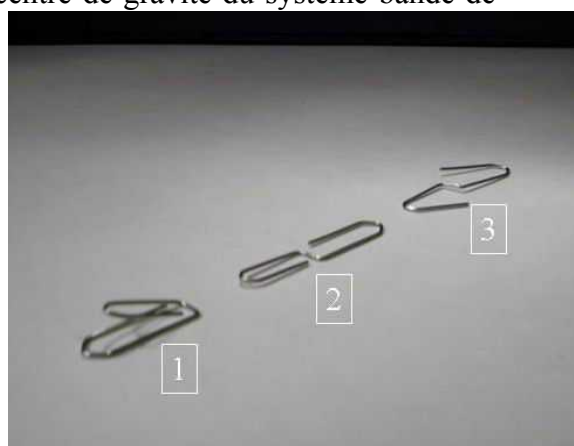
Matériel:

- Bande de carton « dur » de 30cm de long sur 5cm de large.
- Une pic à brochette en bois
- Trombones
- Boîte en carton (à chaussure par exemple)
- Un clou d'environ 3cm de long
- 20 Rondelles métalliques (d'environ 1.5cm, 2cm de diamètre)
- Perforatrice

Comment faire l'expérience ?

I. Fabrication de la balance :

- Pour rigidifier la bande de carton vous pouvez coller (avec du papier collant) une pic à brochette (danger:coupez la pointe préalablement), centrez-la par rapport à la longueur de la feuille (voir photo).
- Tracez une ligne à 1/2cm du bord de la bande de carton et parallèlement à celle-ci. Faites une marque tous les 2 cm sur cette ligne (précisément), en partant du milieu.
- Percez des trous à l'endroit des marques avec la perforatrice ou objet (clou, vis)
- Percez un trou au milieu de la bande, 3 ou 4mm au-dessus de la ligne de trous.
- **Ce trou étant plus bas** que le centre de gravité de la bande carton, vous devez d'abord installer les trombones avant de suspendre la bande de carton grâce à ce trou et au clou.(Sinon la bande se retournerait, en fait pour être plus précise, cette balance doit avoir un **axe de rotation sur ou en dessous** du centre de gravité du système bande de carton + trombones)
- Ouvrir les trombones de manière à former un double crochet, pour suspendre les rondelles aux trous (ouvrir les trombones comme le montre la photo).
- Suspendez (**où**) tous les trombones pour ne pas **fausser** les mesures (**déséquilibre de la balance**).
- Placez le clou dans le trou du milieu de la bande, piquez le dans le haut de la boîte placée verticalement. Pour éviter que le clou ne s'affaisse, utilisez une brochette et un trombone pour le soutenir (voir photo).
- Équilibrez la balance (bande à l'horizontale) à l'aide d'un autre trombone comme montré sur la photo.



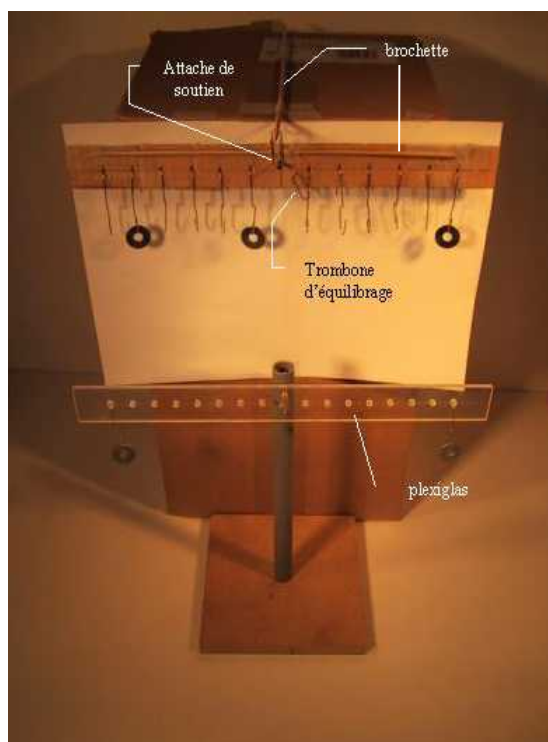


Photo de balances

Sur la photo, est présentée une balance qui demande plus de moyens techniques. Le plexiglas peut s'obtenir chez Hevers (déchets : gratuit !).

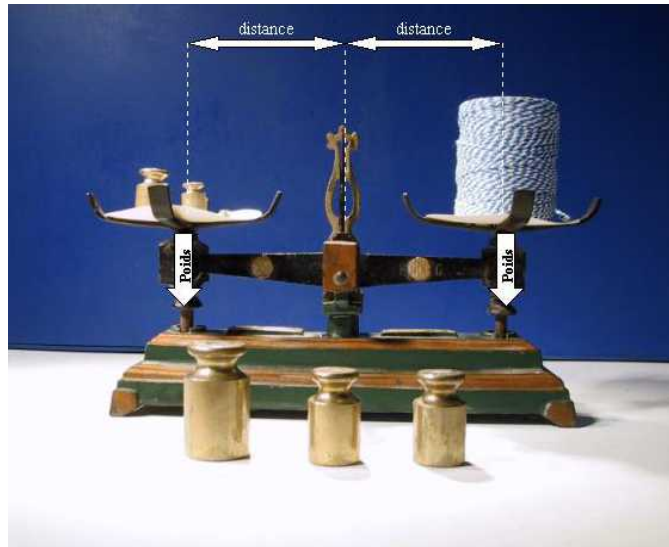
II. Expérience :

- Suspendez des rondelles du côté droit suivant les indications données dans les deux colonnes de gauche du tableau de gauche ci-dessous
- Rétablissez l'équilibre en ajoutant des rondelles groupées (un seul paquet) du côté gauche. Tacher de prévoir où et combien.
- **Reportez vos résultats dans la troisième colonne des tableaux et calculez le produit : nombre de rondelles \times position des rondelles depuis le clou (nombre de trous). Notion de moment?**
- Déduisez-en la loi qui régit l'équilibre d'une balance.

COTE DROIT			COTE GAUCHE		
distance (nombre de trous depuis le clou)	poids (nombre de rondelles)	distance \times Poids	distance (nombre de trous depuis le clou)	poids (nombre de rondelles)	Distance \times Poids
6	1				
6	1				
6	1				
5	2				
4	1				
4	1				
4	2				
3	1				
3	2				

III. Conclusion :

La photo ci-dessous présente une balance de Roberval (de commerce) fonctionnant sur le même principe que l'expérience réalisée précédemment.



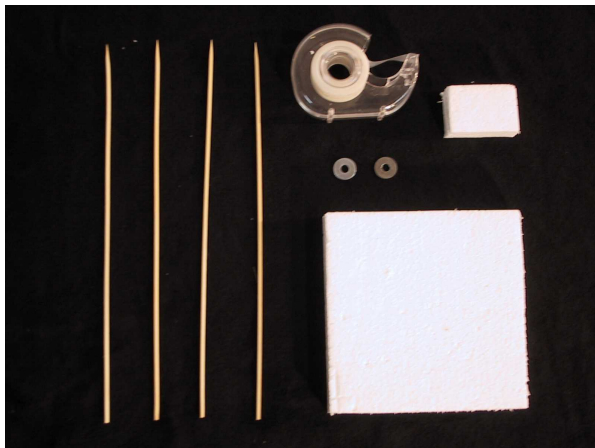
Balance de Roberval

e. Application des acquis: création et observation de mobiles

Matériel par élève:

Les morceaux de frigolite sont découpés dans une planche de frigolite de 2 cm d'épaisseur.

- 4 pics à brochettes en bois de 30 cm
- 2 rondelles de métal
- 1 rectangle de frigolite de dimension 3.5 cm x 5.5 cm
- 1 carré de frigolite de dimension 15 cm x 15 cm
- 1 ruban adhésif (scotch)



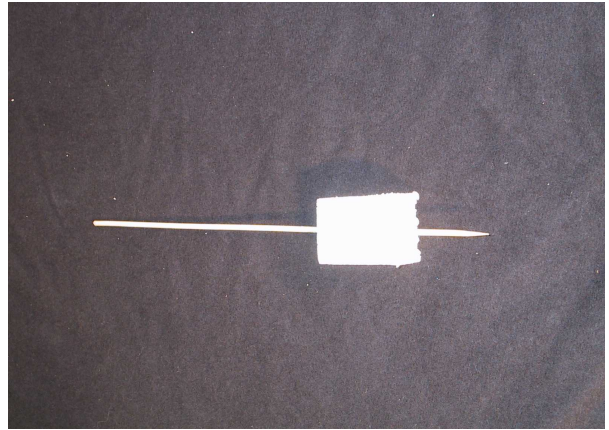
Note avant de commencer : attention, le bout pointu des brochettes est dangereux surtout au moment où l'on transperce le morceau de frigolite.

Pour la faire comprendre aux étudiants comment équilibre le module il faut :

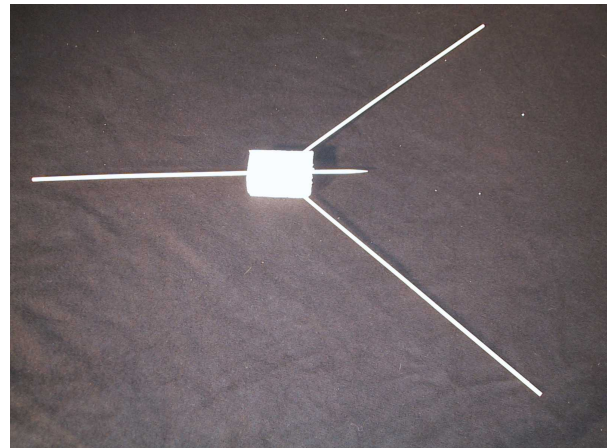
1. Leur faire réaliser où est le CDM d'une baguette ; du système de deux baguettes mises longitudinalement, du système formé de deux baguettes misent dans la forme d'un V (après avoir vu que le CDM pouvait être à la surface de l'objet ou dans l'objet nous voyons que pour certaines formes le CDM peut être à l'**EXTERIEUR** de l'objet).
2. Plus exactement dans le dernier cas le CDM se trouve à l'intersection de la médiane (=bissectrice= hauteur) de ce triangle isocèle et la ligne reliant les milieux des deux baguettes.
3. On fixe les deux baguettes ensemble à l'aide d'un bloc de frigolite (de « masse nulle »), puis nous atteindre le centre de masse à l'aide d'une troisième baguette (cf. dessin).
4. Mais cette troisième baguette « remonte » le CDM du système !! Il faut donc le « redescendre » à l'aide des rondelles de métal (cf. dessin) pour « alourdir le système vers le bas ».
5. A partir de là la pointe du module tient sur n'importe quoi.

Comment réaliser le mobile ?

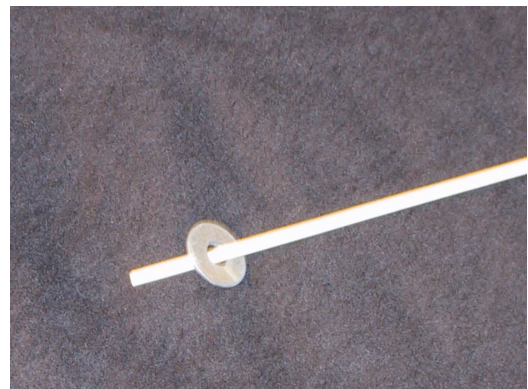
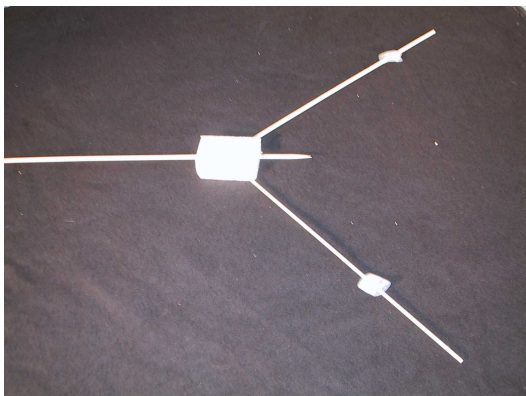
- Transpercez le petit rectangle de frigolite à l'aide d'une pic à brochette dans le sens de la longueur et de manière à ce que la pointe ressorte de 5 cm,



- Plantez 2 pics à brochettes dans le rectangle de frigolite de façon symétrique et inclinés vers la pointe de la première brochette. (attention : les planter sur les plus petites faces)

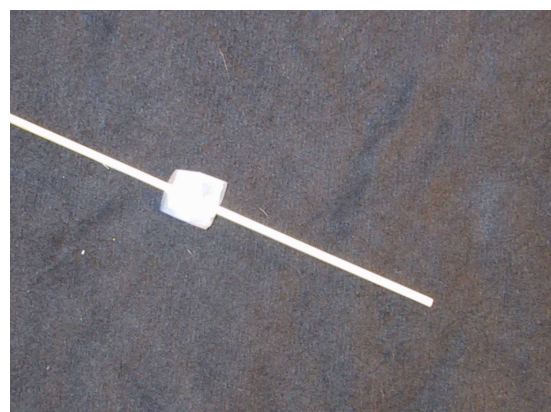
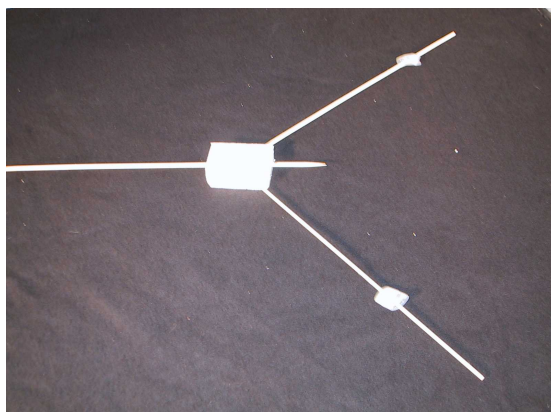


- Placez une rondelle sur chacune de ces deux brochettes (chaque brochette étant passée dans le centre de la rondelle)

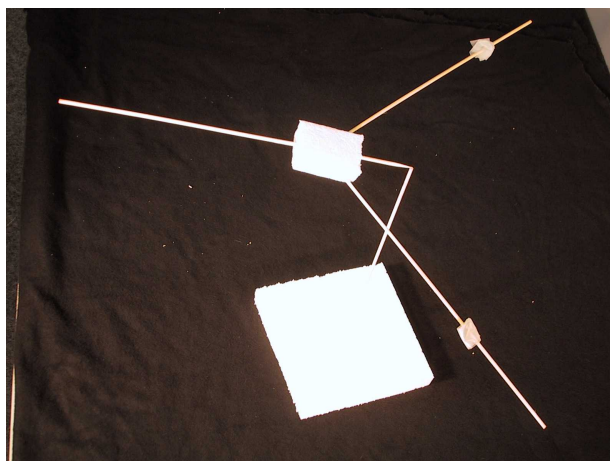


-
-

- Fixez-les avec du scotch, les rondelles peuvent ainsi être déplacées le long des brochettes tout en y adhérant.



- Fixez la 4^{ème} brochette verticalement au centre du grand carré de frigolite et cherchez où vous devez placer ces rondelles pour que le mobile ainsi réalisé puisse tenir en équilibre sur la pointe de la quatrième brochette (cf. photo ci-dessous).



Comment le mobile tient-il en équilibre ? »

Il est utile de les laisser réfléchir.

« En déplaçant les rondelles de manière à ce que le mobile tienne en équilibre sur sa pointe, vous avez placé le centre de gravité sur la verticale passant par sa pointe et le support ».
(Quand l'objet est en équilibre, le point de contact avec le support et le centre de gravité sont alignés verticalement, avec le centre de gravité plus bas que le point de contact pour avoir un équilibre stable (voir fiche équilibre)).

« En posant le mobile sur cette pointe, la force d'action du support a son point d'application sur la pointe (point de contact), et elle compense la force de gravité (le poids), le mobile est en équilibre. »

Tester les acquis :

Vous devez pouvoir répondre aux questions suivantes :

- « Comment savoir si un point d'un objet est le centre de gravité ? »
- « Comment expliqueriez-vous ce qu'est un centre de gravité à votre grand-mère ? ».