

SCIENCES EXPERIMENTALES ET TECHNOLOGIE

LES OBJETS TECHNIQUES

Leviers et balances, équilibres

(BO N°3, 19 juin 2008 HS)

Ce dossier comprend l'ensemble d'une démarche expérimentale concernant un des thèmes du programme du cycle des approfondissements en cycle 3. **LE MOBILE**



PARTIE : LES PROGRAMMES DE L'ECOLE

Références au BO :

2^{ème} palier pour la maîtrise du socle commun,

COMPÉTENCES ATTENDUES À LA FIN DU CM2 : les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique

Compétence 3B : L'élève est capable de

- Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner
- Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter
- Mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions

Compétences en fin de cycle : Être capable de prévoir ou d'interpréter quelques situations d'équilibre, en particulier lorsque les forces qui s'appliquent ne sont pas à la même distance de l'axe.

Pré-requis : tous les corps qui sont à la surface de la Terre subissent le phénomène de gravitation (une force dirigée verticalement).

PARTIE : MA DEMARCHE EXPERIMENTALE

Ma représentation initiale (ce que je connais) :

Un mobile est en équilibre si j'ai la même masse à la même distance de chaque côté du fléau.

Le milieu d'un fléau est appelé axe de rotation

Je peux avoir plusieurs objets de masses différentes reliés par une ficelle et suspendus sans que ceux-ci gênent l'équilibre.

Le mobile n'est pas statique et peut bouger (le mouvement peut être produit par des déplacements d'air par exemple).

Le fléau a un axe de rotation qui fait tourner dans un sens puis dans l'autre le mobile.

Matériel (mobile 1) : un pic brochette en bois (28 cm), deux ficelles en laine de longueur identique (30 cm), deux bouchons en liège de masse identique (2g), 1 ficelle de 30 cm, 2 morceaux identiques de double scotch

Ce que je me pose comme question de départ :

Comment équilibrer un mobile horizontalement ?

Condition : 2 objets de même masse (2g).

Ce que je vais tester (test 1) : je cherche l'équilibre horizontale du fléau.

Phase de construction : **mobile 1**

Je marque d'un point noir le milieu (axe de rotation) du fléau à 14cm.

Je marque deux repères :

- un point rouge (A) à 4cm de mon fléau (côté gauche)
- un point rouge (B) à 10 cm de mon fléau (côté droite).

Au point A, j'accroche une 1^{ère} ficelle de 30cm dont l'extrémité porte un bouchon de 2g.

Au point B, j'accroche une 2^{ème} ficelle de longueur 30 cm dont l'extrémité porte un bouchon de 2g.

Au milieu du fléau, j'attache une ficelle avec boucle pour l'accrocher (20cm) afin de procéder à la vérification de l'équilibration du mobile.



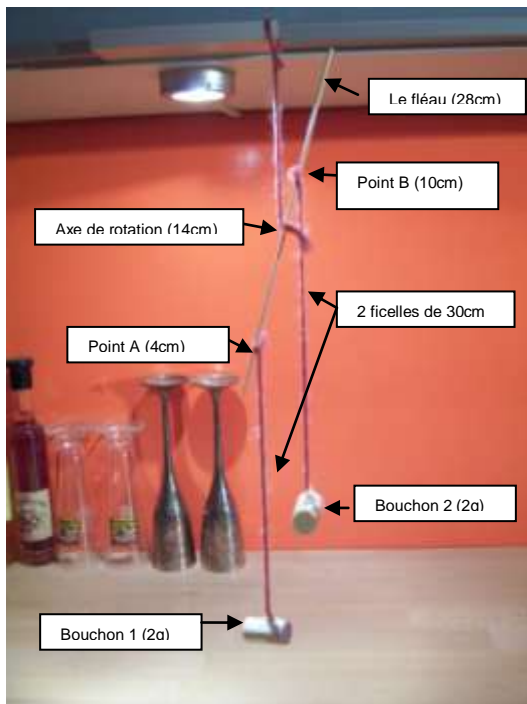
Bouchon 1 (2g)



Bouchon 2 (2g)



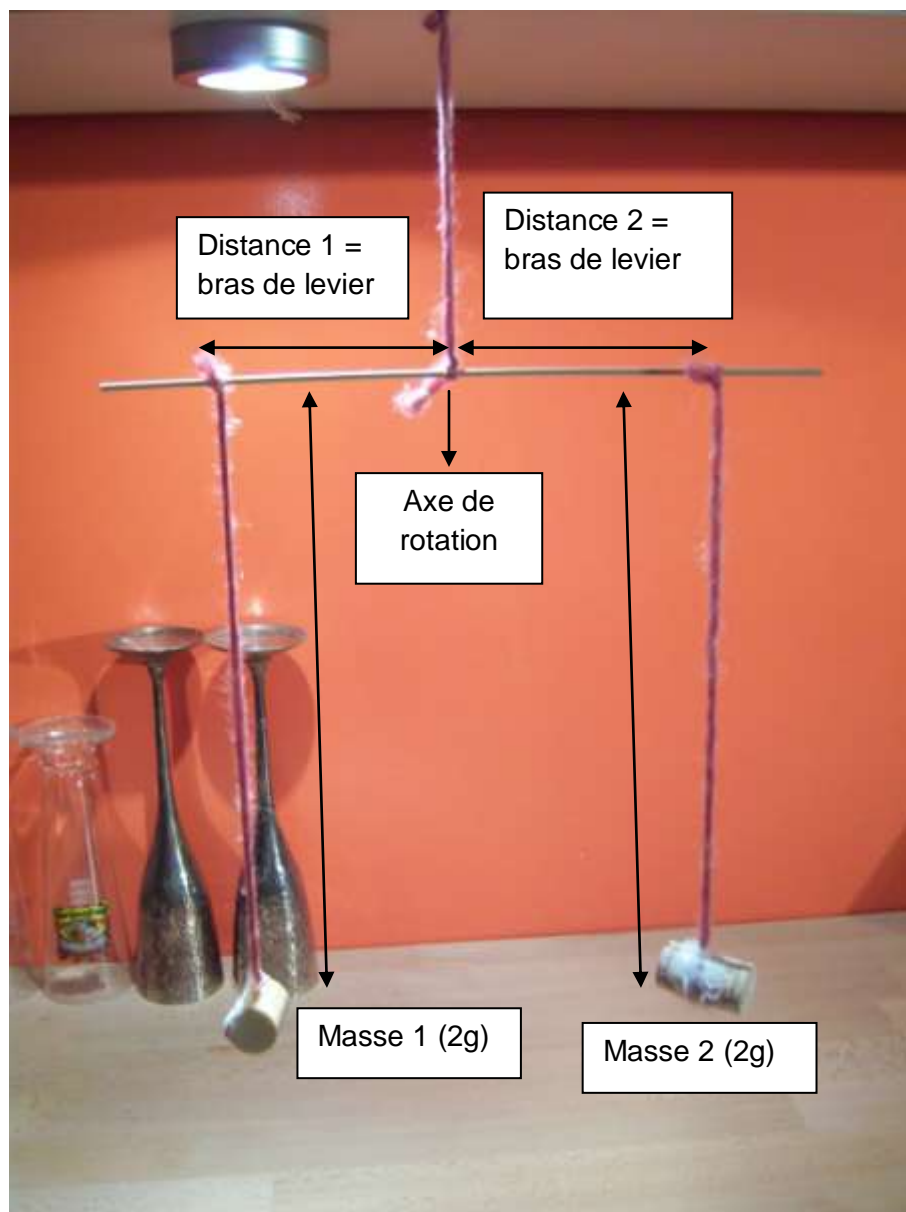
Ce que j'observe et analyse :



Le mobile penche du côté du point A (4cm).
Si sur mon fléau (de 28cm), je soulève la ficelle au milieu (à 14cm) où est situé le mobile (même masse « 2 bouchons de 2g » suspendus à une même longueur de ficelle « 30cm », placée respectivement au point A « à 4cm » et au point B « à 10cm »), mon mobile n'est pas équilibré. Il penche parce les distances (point A/milieu du fléau et point B/milieu du fléau) ne sont pas égales.

Ce que je trouve comme solution : pour équilibrer horizontalement le mobile, je dois déplacer mon point B vers la droite (6cm) : le mobile est

instable et non équilibré horizontalement. Je coulisse mon point B à nouveau mais je place la ficelle à exactement 4 cm : le mobile est parfaitement équilibré horizontalement.



Dans la condition où la masse des 2 objets est identique $M_1=M_2$. Pour obtenir l'équilibre du mobile : il faut que les distances soient égales donc $D_1=D_2$.

Ce que je remarque (en plus) : le mobile tourne sur lui-même. Le milieu du fléau est situé à 14cm, en plaçant mes ficelles au point A et au point B avec le même objet (même masse), je remarque que le mobile tourne dans un sens et dans l'autre par l'effet d'un courant d'air.

Pour qu'un mobile équilibré tourne, on conçoit intuitivement que l'action des forces tendant à le faire tourner dans un sens doit être compensée par l'action des forces tendant à le faire tourner dans l'autre sens (il faut que les moments s'annulent).



Vidéo 1 : le mobile tourne sur un axe_testLMOV

Ce que j'en conclus (les résultats) :

Si je veux qu'un mobile soit parfaitement équilibré horizontalement, je dois placer les objets suspendus (même masse) à égale distance de l'axe de rotation du fléau. Et si je veux qu'il tourne, il faut que les objets suspendus soit de même masse et les situer à égale distance de l'axe de rotation.

Matériel (mobile 2) : un pic brochette en bois (28 cm), deux ficelles en laine de longueur identique (30 cm), un bouchon en liège (2g), une gomme (10g), 1 ficelle de 30 cm, 2 morceaux identiques de double scotch

Ce que je me pose comme question de départ :

Comment équilibrer un mobile horizontalement ?

Condition : 1 objets (2g) et 1 gomme (10g).

Ce que je vais tester (test 2) : je cherche l'équilibre horizontale du fléau.

Phase de construction : mobile 2

Je marque d'un point noir le milieu (axe de rotation) du fléau à 14cm.

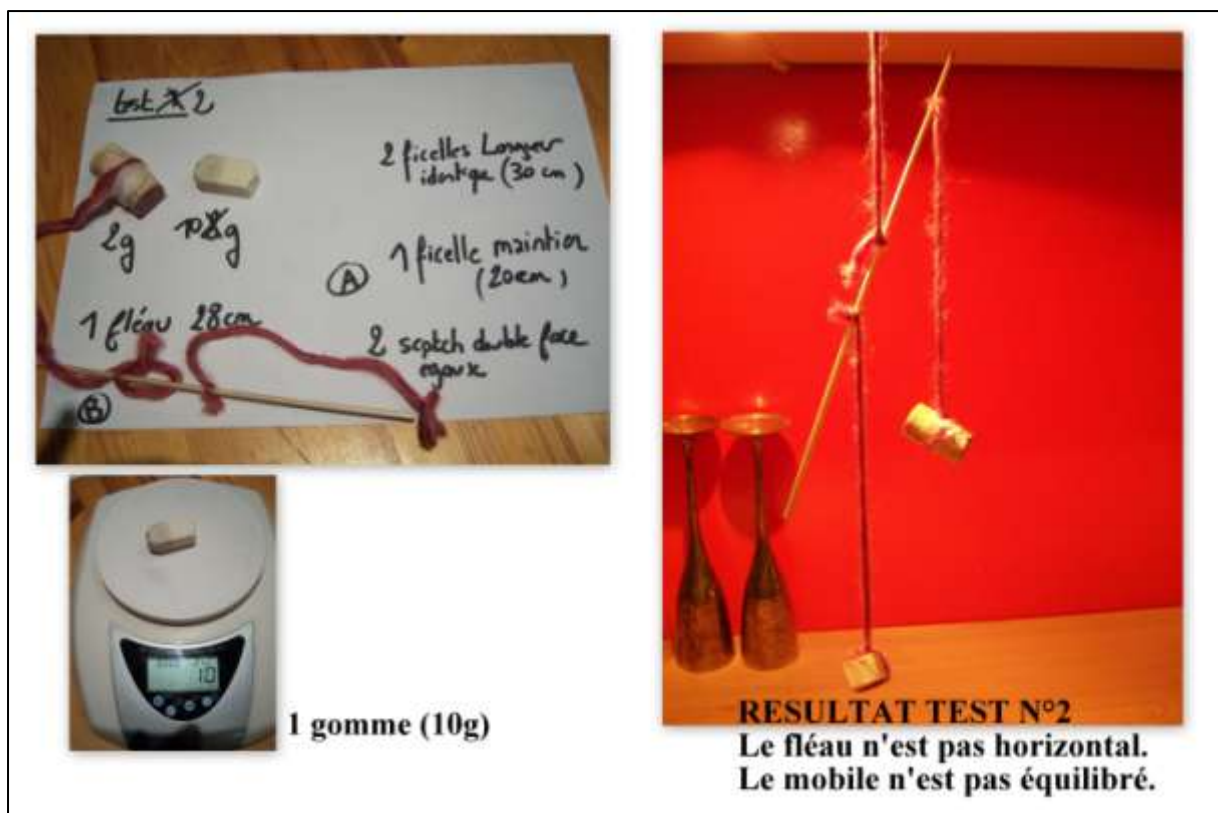
Je marque deux repères :

- un point rouge (A) à 4cm de mon fléau (côté gauche)
- un point rouge (B) à 10 cm de mon fléau (côté droite).

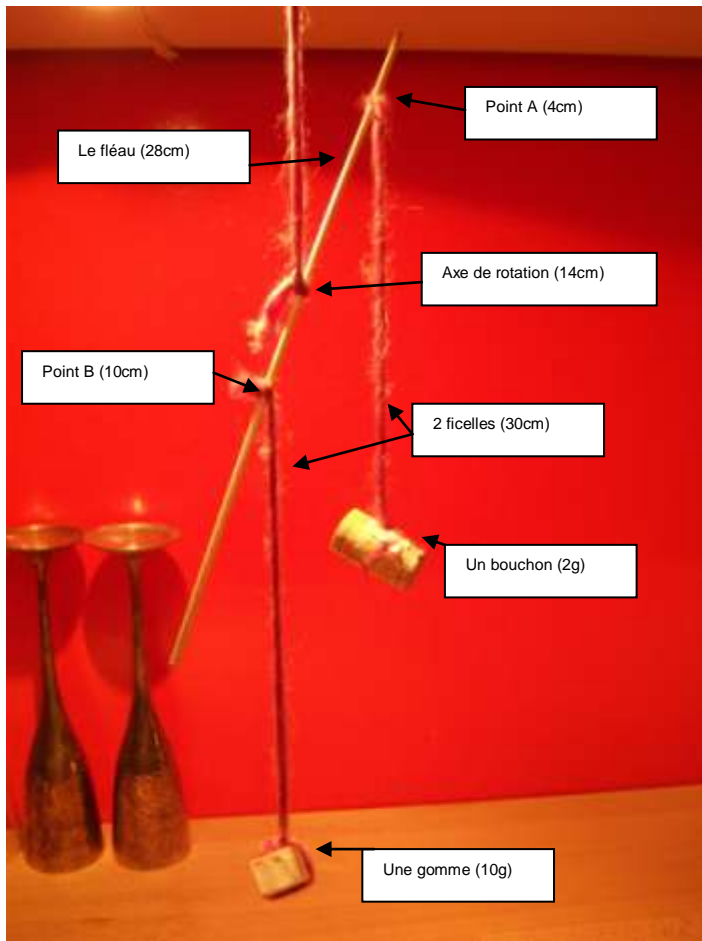
Au point A, j'accroche une 1^{ère} ficelle de 30cm dont l'extrémité porte un bouchon de 2g.

Au point B, j'accroche une 2^{ème} ficelle de longueur 30 cm dont l'extrémité porte une gomme de 10g.

Au milieu du fléau, j'attache une ficelle avec boucle pour l'accrocher (20cm) afin de procéder à la vérification de l'équilibration du mobile.



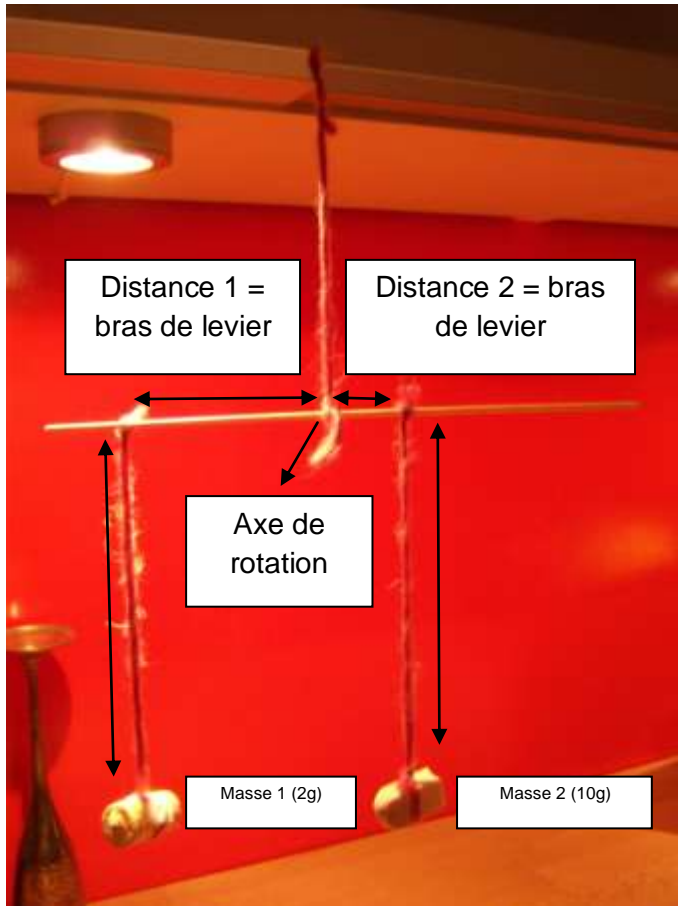
Ce que j'observe et analyse :



Le mobile penche du côté du point B (10cm).
Si sur mon fléau (de 28cm), je soulève la ficelle au milieu (axe de rotation, à 14cm) où est situé le mobile, celui-ci penche là où l'objet a la plus grande masse (gomme 10g).
Il penche parce la masse de la gomme est supérieure à celle du bouchon (2g).

Ce que je trouve comme solution : pour équilibrer horizontalement le mobile, je dois déplacer mon point B vers l'axe de rotation (11cm) : le mobile

se redresse progressivement et finit par se stabiliser : le mobile est parfaitement équilibré horizontalement à 11,5cm. Il tourne également.



Dans la condition où la masse des 2 objets est différente $M1 \neq M2$. Pour obtenir l'équilibre du mobile : il faut que $D1 \times M1 = D2 \times M2$

L'objet ayant la masse la plus grande doit être plus près de l'axe de rotation pour permettre l'équilibre.



Le mobile tourne sur
un axe_test2.MOV

Vidéo 2 :

Ce que j'en conclus (les résultats) :

Si je veux qu'un mobile soit parfaitement équilibré horizontalement, je dois placer les objets suspendus (de masse différente) à des distances différentes. L'objet ayant la masse la plus lourde doit être situé le plus proche de l'axe de rotation tandis que l'objet le plus léger doit s'en éloigner. Et si je veux qu'il tourne, il faut que les objets suspendus se situent à des distances différentes comme expliqué ci-dessus.

Ce que je dois retenir (trace) : Pour équilibrer un mobile, il faut comprendre 3 paramètres :

- la masse de chaque objet.
- la distance entre l'axe et le point de suspension de l'objet (bras de levier).
- la longueur des ficelles n'engendrent aucun changement sur l'équilibration du mobile.



Pour la démarche, j'ai supposé que le fléau à vide est bien équilibré c'est-à-dire que son poids, s'exerçant sur l'axe lui-même, possède un moment nul (égal à zéro) et n'intervient pas dans l'équilibre.

Test : Si je déplace l'axe de rotation

Condition : 2 objets de masse différente

Quand l'axe de rotation est déplacé et n'est plus au milieu du fléau, les objets en suspension ne sont plus à égale distance de l'axe.



L'objet le plus lourd doit être placé au plus près de l'axe de rotation pour permettre l'équilibre du mobile.

Test : Si j'ai deux suspensions d'objets (2g et 10g), mon mobile penche.

Solution: on peut ajouter un autre mobile du côté de la suspension la plus légère pour modifier la répartition des masses et rétablir l'équilibre.

Test : un équilibre n'est pas forcément horizontal.

Test : on peut fabriquer également un mobile avec deux fléaux et des objets fixés suspendus.