

10

Une balance, comment ça marche ?

Dans les programmes (cycle 3)

Compétences travaillées :

- Formuler des hypothèses fondées et qui peuvent être éprouvées.
- Suivre un protocole expérimental.

La matière :

- Comparer les masses de différents corps à l'aide d'un dispositif simple qui peut être conçu par les élèves (poulie et cordelette, balance romaine, à fléau, à plateaux).

Messages à emporter :

« Lorsque l'on utilise deux masses identiques, la balance penche du côté où la masse est la plus éloignée du centre. »

« Si on déplace la masse de droite vers la gauche, alors la balance penche vers la gauche. On peut rétablir l'équilibre en déplaçant d'une même distance la masse de gauche vers la droite. »

Cette dixième leçon de Marie Curie permet d'explorer et de mieux comprendre le fonctionnement d'une balance. Elle permettra d'introduire un vocabulaire important. Elle est aussi l'occasion de travailler sur la notion de levier.

> Pour accompagner cette leçon, un **poster**, un **livret élève** et une **fiche explicative** élève sont disponibles. L'ensemble du projet est à retrouver sur **le site de la Fondation La main à la pâte**.



Dans les leçons de Marie Curie

Organisation de la 1^{ère} séance (découverte)

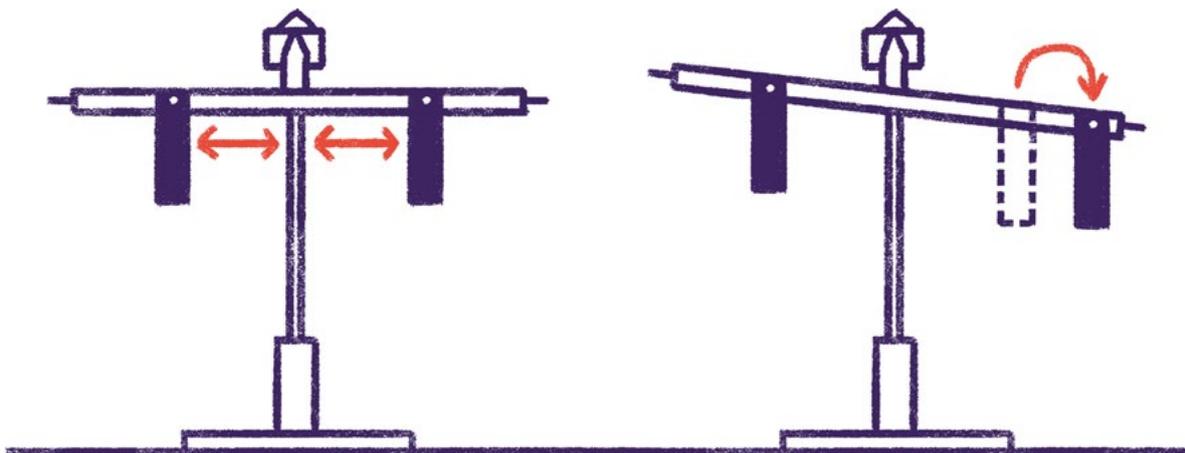
Matériel nécessaire :

- une balance pédagogique dont on aura masqué les graduations,
- des masses identiques.

Il est conseillé de prévoir des groupes de 4 enfants maximum, chaque groupe disposant de son matériel.

Rappel de l'expérience :

Partir d'une balance équilibrée (avec le fléau horizontal) par deux masses identiques placées à une même distance du centre, puis déplacer la masse de droite vers la droite et observer ce qui se passe.



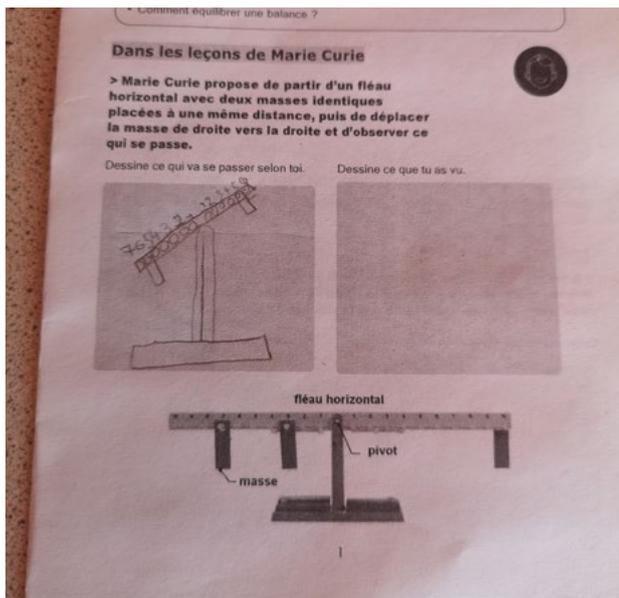
Déroulement : 60 minutes

- Un temps d'échange en amont de l'expérience est nécessaire pour relever les représentations initiales des enfants sur la notion de balance, son fonctionnement et son utilité. Il est important de distinguer les différents types de balances. 10 minutes
- Présentation du matériel et de l'expérience aux enfants par l'enseignant. L'enseignant peut montrer les gestes sans réaliser l'expérience. Il introduit également le vocabulaire spécifique en le présentant sur la balance pédagogique : fléau, bras, masse. 5 minutes
- Les élèves dessinent et expliquent alors, dans leur livret, ce qu'ils pensent qu'il va se produire. Cela va leur permettre de confronter leurs représentations à la réalité lorsqu'ils vont ensuite réaliser eux-mêmes la manipulation. On peut s'attendre à ce qu'une majorité d'enfants anticipent le résultat correctement. Leur explication permet un éclairage intéressant de ce qu'ils pensent. 10 minutes
- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. L'enseignant passe entre les groupes afin de faire verbaliser le ressenti des élèves et leurs observations. Les enfants peuvent déplacer plus ou moins la masse vers la droite et observer ce que cela entraîne. 15 minutes
- Les élèves dessinent dans leur livret ce qu'ils ont observé. 5 minutes

- En groupe classe, l'enseignant revient sur l'expérience et écoute le retour des enfants. Cet échange permettra de structurer les nouvelles connaissances acquises par les enfants sous la forme d'une leçon construite ensemble. Elle peut, par exemple, prendre la forme suivante : « Lorsqu'on déplace la masse du bras de droite vers la droite sans toucher à celle sur l'autre bras, la balance n'est plus en équilibre et va pencher vers la droite. Plus on déplace la masse vers la droite, plus la balance penche de ce côté. » **10 minutes**

Message à emporter : « Lorsque l'on utilise deux masses identiques, la balance penche du côté où la masse est la plus éloignée du centre. »

Retour de classe



L'expérience pour mieux comprendre

Organisation de la 2^{ème} séance (réinvestissement)

Matériel nécessaire :

- une balance pédagogique,
- des masses identiques.

Il est conseillé de reprendre les groupes de la séance précédente.

Rappel de l'expérience :

Déplacer la masse de droite vers la gauche et observer ce qui se passe.

Déroulement : **80 minutes**

- Un temps d'échange avec la classe est nécessaire pour revenir sur la séance précédente et rappeler ce qui a été observé et appris. Il peut être intéressant de rappeler le vocabulaire spécifique afin que les élèves l'intègrent plus rapidement. **5 minutes**
- Présentation du matériel et de la nouvelle expérience aux enfants par l'enseignant. **5 minutes**
- Les élèves écrivent alors, dans leur livret, ce qu'ils pensent qu'il va se produire et essaient de l'expliquer. Il est intéressant de passer entre les élèves et de leur demander de verbaliser leur hypothèse. L'enseignant, par des questions, va guider sa réflexion et aider la rédaction de l'explication. **10 minutes**

- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. Là aussi, les élèves peuvent décaler la masse plus ou moins vers la gauche. **10 minutes**
- Temps d'échanges en groupe classe afin de commenter et d'analyser les résultats de l'expérience. La conclusion est rédigée et construite à partir de ces échanges. **10 minutes**



Le défi

Rappel de l'expérience :

Trouver une méthode pour équilibrer la balance lorsque l'on a déplacé la masse de droite vers la droite, sans toucher à cette masse. L'élève devra déplacer la masse de gauche vers la gauche ou ajouter une ou des masses sur le bras de gauche.

- Présentation du défi à la classe. **5 minutes**
- Phase de recherche en groupe. Selon le niveau des élèves, l'enseignant peut présenter le matériel nécessaire ou laisser les enfants lister ce dont ils auront besoin selon eux. Lorsqu'un consensus est obtenu sur la méthode à utiliser, chaque enfant va la dessiner dans son livret. **15 minutes**
- Chaque groupe teste sa méthode. L'enseignant circule afin d'observer les résultats obtenus et de questionner les enfants sur ce qu'ils observent et ainsi les aider à l'analyser. **10 minutes**
- Présentation à la classe de la solution par un groupe qui explique ce qui se produit. **5 minutes**
- Chaque groupe teste alors la solution puis la dessine dans son livret. **5 minutes**

Si aucun groupe n'a trouvé la solution, l'enseignant peut prévoir, à un moment ultérieur, un nouveau temps de recherche. Sinon, il peut présenter lui-même la solution en veillant à ce que les élèves expliquent eux-mêmes la méthode.

- Un retour en groupe classe permettra d'élaborer une conclusion correspondant à peu près à celle de Marie Curie et permettant d'établir un lien entre la masse et la longueur du bras.
- Lecture de la phrase de Marie Curie, puis les enfants expliquent ce qu'ils en comprennent et comment ils font le lien avec ce qu'ils viennent de faire et d'apprendre. **5 minutes**

Message à emporter : « Si on déplace la masse de droite vers la gauche, alors la balance penche vers la gauche. On peut rétablir l'équilibre en déplaçant d'une même distance la masse de gauche vers la droite. »



L'expérience pour aller plus loin

3^{ème} séance optionnelle

Matériel nécessaire :

- une balance pédagogique,
- des masses.

Il est conseillé de reprendre les groupes de la séance précédente.

Rappel de l'expérience :

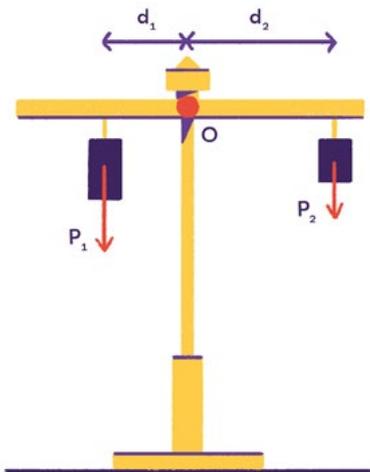
Équilibrer la balance lorsque l'on a déplacé la masse de droite vers la gauche, sans toucher aucune des deux masses déjà présentes.

Déroulement :  **30 minutes**

Séance à mettre en place avec la même organisation que la partie « défi ».



Explications



Commentaire sur l'équilibre d'une balance

Le fléau de la balance peut tourner autour du point O sous l'action des poids des masses qui y sont attachées. Ce qui compte pour l'équilibre de la balance, c'est le moment de ces forces par rapport au point O. Le moment d'une force par rapport à un point est égal à la valeur de cette force multipliée par la distance entre ce point et la droite qui supporte la force. Pour la masse 1, le moment est donc égal à $P_1 \cdot d_1$, et pour la masse 2 égal à $P_2 \cdot d_2$. Comme les deux moments tendent à faire tourner le fléau en sens inverse, il y a équilibre s'ils sont égaux, c'est-à-dire si $P_1 \cdot d_1 = P_2 \cdot d_2$. D'où la phrase de Marie Curie : « Quand un fléau à bras inégaux est en équilibre, le bras qui est deux fois plus long porte un poids deux fois plus petit ».

Sur les différentes façons de mesurer les masses et les poids des objets

Dans ses leçons, Marie Curie utilise pour comparer ou mesurer les masses des balances. Il y en a de deux types : celles à plateaux suspendus et celles à plateaux supportés. Elles sont toutes deux basées sur le même principe : celui de la mise en équilibre d'un fléau sur les deux bras duquel viennent s'appliquer les poids d'une masse inconnue à mesurer et d'une masse de référence, connue.

D'autres principes peuvent être utilisés. Dans la malle de Marie Curie, on trouve un dynamomètre à ressort. Le principe en est que le poids de l'objet à mesurer est équilibré par la force de rappel du ressort auquel on le suspend et qui produit l'allongement du ressort. Si on connaît la raideur de ce ressort, la mesure de son allongement est une mesure du poids de l'objet. L'instrument est donc gradué en Newton mais aussi en gramme, en utilisant la conversion poids/masse². On trouve aussi dans la malle une balance électronique, dont les organes de fonctionnement ne sont pas visibles. Le dispositif sensible est un capteur électronique, appelé jauge de contrainte, qui mesure la déformation sous l'action de la force appliquée (le poids à mesurer) d'une pièce métallique solidaire du plateau de la balance. Cette balance peut être très précise.