

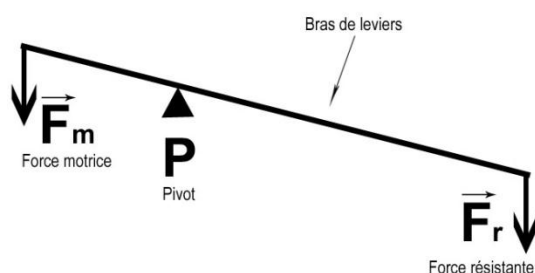
# Leviers et balances

## I- Leviers

### A) Définition d'un levier

Un levier est constitué d'un **solide** (une barre, une poutre) mobile autour d'un **axe fixe**, sur lequel s'exercent **deux forces** dont les effets tendent à s'opposer. L'axe de rotation est aussi appelé «**point d'appui**» ou «**pivot**». Les deux forces sont parfois qualifiées de «**motrice**» ( $\vec{F}_M$ ) et de «**résistante**» ( $\vec{F}_R$ ). La distance entre le point d'appui et le point d'application d'une des forces constitue le **bras de levier**.

Représentation d'un levier



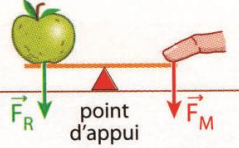
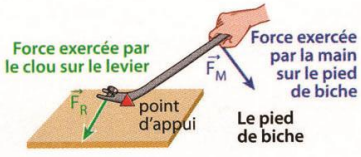
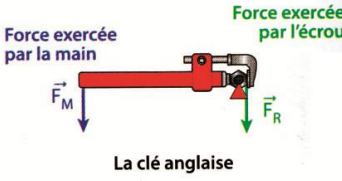
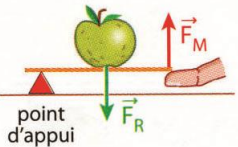
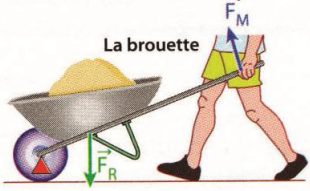
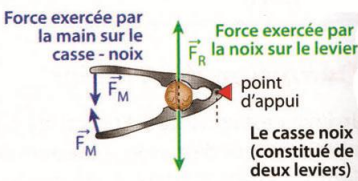
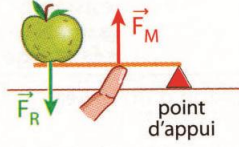
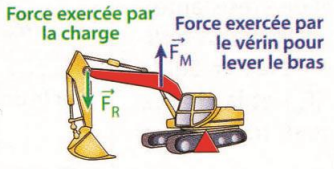
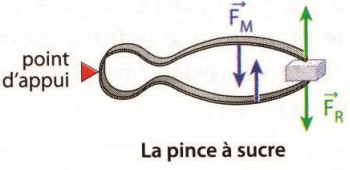
Une action mécanique est modélisée par une force caractérisée par **sa direction, son sens, sa valeur** (ou intensité) exprimée en Newton (N) et son **point d'application**. On représente une force par un segment fléché.

Sur la figure 1, le doigt exerce la force motrice ( $\vec{F}_M$ ) et la charge exerce la force résistante ( $\vec{F}_R$ ). L'élément triangulaire constitue le pivot.

### B) Différents types de leviers

Il existe différents types de leviers, qui se distinguent par l'emplacement du point d'appui par rapport aux points d'application des forces motrices ( $\vec{F}_M$ ) et résistantes ( $\vec{F}_R$ ).

Levier Inter-Appui (Levier de premier type)	Levier Inter-Résistant (Levier de deuxième type)	Levier Inter-Effort (Levier de troisième type)
<p>L'axe de rotation (pivot) est situé entre les deux forces.</p> <p>Les deux forces s'exercent dans le même sens.</p> <p>Plus la charge est importante, plus l'appui doit être proche de celle-ci pour avoir un équilibre avec la force motrice.</p> <p>Ce type de levier permet de surmultiplier l'effort.</p> <p>Ex : pied de biche, paire de ciseaux, tenaille, balançoire, clé</p>	<p>La force résistante s'applique entre l'axe de rotation (pivot) et le point d'application de la force motrice.</p> <p>Les deux forces s'exercent dans un sens opposé.</p> <p>Plus le bras moteur est grand et plus l'effet de la force motrice est important.</p> <p>Ce type de levier permet de surmultiplier l'effort.</p> <p>Ex : brouette, décapsuleur,</p>	<p>La force motrice s'applique entre l'axe de rotation (pivot) et le point d'application de la force résistante.</p> <p>Les deux forces s'exercent dans un sens opposé.</p> <p>Ce type de levier permet de multiplier un déplacement plutôt qu'une force. Il permet aussi d'effectuer des travaux plus délicats, puisqu'il démultiplie la « force motrice ».</p> <p>Ex : pinces à épiler, à cornichons, bras de pelleteuse,</p>

<p>anglaise...</p> <p><b>Levier Inter-Appui</b></p>   	<p>casse-noix, porte, barre à mine...</p> <p><b>Levier Inter-Résistant</b></p>   	<p>articulation des membres du corps humain (coude,...)...</p> <p><b>Levier Inter-Effort</b></p>   
---	--	--

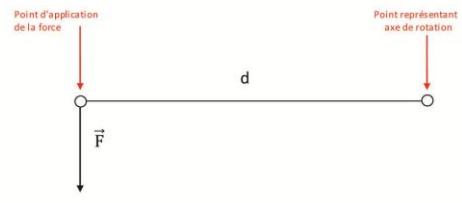
**C) Propriétés des leviers**

Les leviers peuvent être utilisés pour augmenter une force, l'amplitude d'un mouvement, d'une vitesse de déplacement ou une accélération.

1) Amplification de la force

**Amplification de la force**

Le **moment d'une force** appliquée à un objet traduit la capacité de cette force à faire tourner cet objet autour de son axe (le moment traduit l'effet de la force). Il dépend donc de la valeur de cette force et de la distance entre les points d'application de la force et l'axe de rotation.

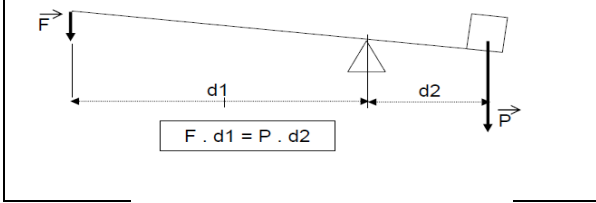


On a donc :  **$M = F \times d$**

- **M** est le moment de la force, exprimé en Newton- mètres (N.m).
- **F** est la valeur de la force exprimée en Newton (N).
- **d** est la distance séparant le point d'application de F et l'axe de rotation (longueur du bras du levier), exprimée en mètres.

*Intérêt* : Si on veut soulever un poids, il vaut mieux appliquer la force le plus loin possible de l'axe ;

« d » doit être assez grand. Cela permet de démultiplier la force, d'augmenter son efficacité.



2) Amplification de l'amplitude du mouvement, de la vitesse et de l'accélération

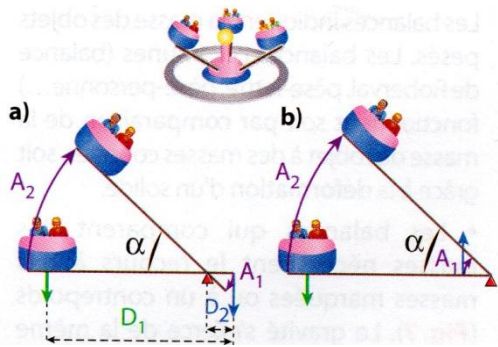
**Amplification de l'amplitude du mouvement, de la vitesse et de l'accélération**

D'un point de vue dynamique, les leviers transforment un mouvement de grande amplitude en un mouvement de faible amplitude ou inversement.

Si l'amplitude du mouvement diminue d'un côté du levier, la force augmente du même côté. Au contraire, si l'amplitude augmente, la force diminue.

**Augmentation de l'amplitude du mouvement.**

a) Avec un levier inter-appui, et b) avec les leviers inter-résistants et inter-effort.



Dans le cas du manège, l'amplitude de la nacelle ( $A_2$ ) est supérieure à celle du point d'application de la force motrice ( $A_1$ ).

L'amplitude du mouvement du point d'application des forces ( $A_1$  et  $A_2$ ) est proportionnelle à la distance entre le point d'application de la force et le pivot.

$$A_2 = 2 \times \alpha \times D_2 \times \frac{\alpha}{360}$$

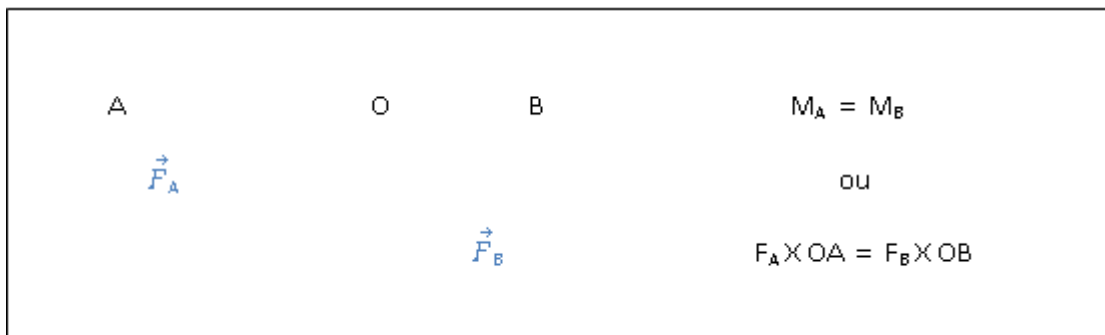
D'où  $\frac{A_2}{A_1} = \frac{D_2}{D_1}$

$$A_1 = 2 \times \alpha \times D_1 \times \frac{\alpha}{360}$$

Vitesse et accélération du mouvement sont amplifiées avec l'amplitude du mouvement.

**D) Théorème des moments**

Un solide mobile autour d'un axe est en équilibre si le moment des forces qui s'exercent sur lui pour le faire tourner dans un sens est égal au moment des forces qui tendent à le faire tourner dans l'autre sens.



## II- Balances

Une balance est un instrument de mesure des masses. Pour réaliser ces mesures, on utilise la proportionnalité entre masse et poids :

$$P = m \times g$$

- **P** le poids en newton (N) qui traduit la force d'attraction exercée par la Terre sur tout objet de son voisinage.

- **m** la masse en kilogramme (kg), qui est proportionnelle à la quantité de matière qui constitue l'objet.

- **g** l'intensité de l'apesanteur en m/s<sup>2</sup>.

Plus la masse est importante, plus le poids est élevé.

### A) Fonctionnement des balances

Les balances indiquent la masse des objets pesés. Les balances fonctionnent soit par **comparaison** de la masse de l'objet à des masses connues, soit grâce à la **déformation** d'un solide.

Les « vraies » balances

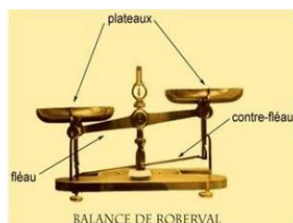
Fonctionnement par comparaison de masses (masse de l'objet et masses connues)

Pas de rapport avec la pesanteur. La masse est contenue. Le résultat sera le même sur Terre ou sur la Lune.

Les balances à bras de fléau utilisent les lois de l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe.

Quand l'équilibre est réalisé, le moment des forces (poids des objets, poids des masses marquées, poids du contrepois) se compense. On utilise alors le théorème des moments pour calculer la valeur des masses correspondantes.

#### La balance Roberval



Recherche de l'équilibre d'une barre horizontale (le fléau), mobile autour d'un axe passant par le centre.

Le fléau est posé sur l'axe par l'intermédiaire d'un couteau.

Les deux plateaux sont **accrochés** à égale distance de l'axe.

Pour peser, on pose l'objet sur l'un des 2 plateaux, et on cherche à amener le fléau à l'horizontale en posant des masses marquées sur l'autre plateau.

Selon le théorème des moments, les bras de fléau étant égaux, la masse de l'objet est égale à la somme des masses marquées posées.

#### La balance Trébuchet



Recherche de l'équilibre d'une barre horizontale (le fléau), mobile autour d'un axe passant par le centre.

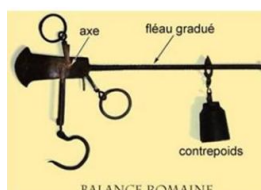
Le fléau est posé sur l'axe par l'intermédiaire d'un couteau.

Les deux plateaux sont suspendus à égale distance de l'axe.

Même façon de peser que pour la balance de Roberval.

Balance de précision (pour peser les masses faibles).

#### La balance romaine



Recherche de l'équilibre horizontal du fléau en déplaçant le contrepois le long de la tige.

Les bras de fléau sont inégaux, la longueur du bras qui supporte le contrepois est variable, celle qui supporte l'objet à peser est constante.

On obtient l'équilibre en agissant sur la longueur d'un bras de fléau. La tige la plus longue comporte des indications de masse, qu'il suffit de lire.

Cette balance permet de peser des objets 10 fois plus lourds que le contrepois. Elle n'est pas précise.

### Les « fausses » balances

#### Fonctionnement par déformation exercée par le poids des objets dont on recherche la masse

En rapport avec la pesanteur.

Ce sont des instruments de mesure de poids, même si le résultat est exprimé en unité de masse.

Le résultat dépend du lieu où l'on se trouve pour effectuer la mesure.

Ex : pèse-personne, balance à ressort...

**B) D'autres usages pour les balances**

⇒ **Le comptage** : certaines balances électroniques permettent de compter des objets. Après pesage d'une unité, la balance indique, par division, le nombre d'objets identiques posés sur le plateau.

*Ex : comptage de pièces avant ensachage (vis, bouchons de liège...)*

⇒ **La comparaison** : la tare de la balance à plateaux par exemple, où après pesage d'une unité étalon les autres composants sont dosés en fonction de cette masse de référence.

*Ex : pour faire un quatre-quarts on pèse les œufs puis les autres constituants sont dosés à partir de cette tare.*