

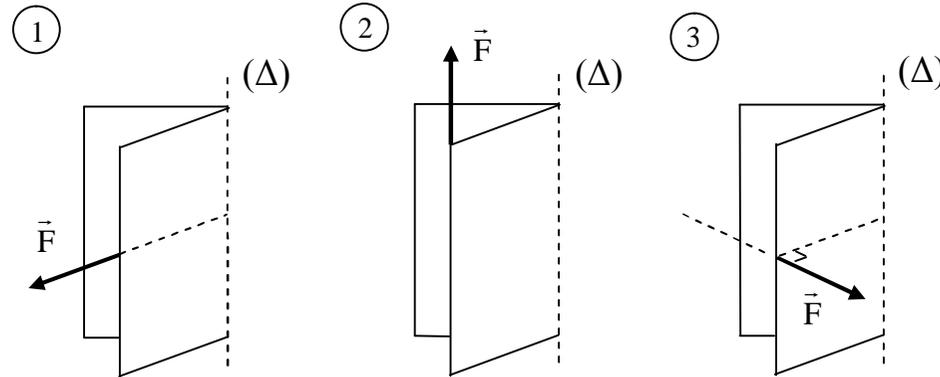
<b>Niveau</b> : 2 <sup>nde</sup> C	<b>OG 2</b> : APPLIQUER LES CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX OU TROIS FORCES A LA RESOLUTION D'EXERCICES SMPLES DE STATIQUE.	
<b>TITRE</b> : <b>EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE</b>		<b>Durée</b> : 5 H
<b>Objectif spécifique</b> : <b>OS 1</b> : Utiliser les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.		
<b>Moyens</b> :		
<b>Vocabulaire spécifique</b> :		
<b>Documentation</b> : Livres de Physique AREX Seconde, Eurin-gié Seconde. Guide pédagogique et Programme.		
<b>Amorce</b> :		
<p><b>Plan du cours</b> :</p> <p>I) Rotation d'un solide autour d'un axe fixe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1° Effet de rotation d'une force <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1° Expériences et observations</li> <li>1.2° Conclusion</li> </ul> </li> <li>2° Moment d'une force par rapport à un axe fixe <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1° Expériences</li> <li>2.2° Définition du moment d'une force</li> <li>2.3° Le moment : grandeur algébrique</li> </ul> </li> </ul> <p>II) Conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1° Théorème des moments <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1° Expérience</li> <li>1.2° Résultats</li> <li>1.3° Enoncé du théorème des moments</li> </ul> </li> <li>2° Conditions générales d'équilibre</li> </ul>	 <p><b>Fomesoutra.com</b> ça soutra ! Docs à portée de main</p>	

# EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

## I) Rotation d'un solide autour d'un axe fixe

### 1° Effet de rotation d'une force

#### 1.1° Expériences et observations



Il n'y a pas de rotation

Il y a rotation

#### 1.2° Conclusion

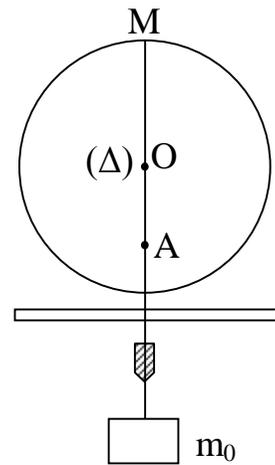
Une force a un effet de rotation sur un solide mobile autour d'un axe fixe si sa droite d'action :

- n'est pas parallèle à l'axe de rotation ;
- ne coupe pas l'axe de rotation.

## 2° Moment d'une force par rapport à un axe fixe

### 2.1° Expériences

- Dispositif expérimental

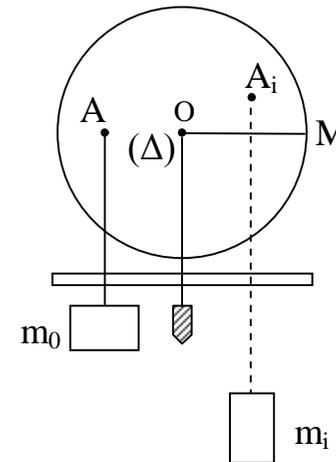


$$m_0 = 600 \text{ g}$$

$$OA = d_0 = 15 \text{ cm}$$

Exerçons différentes forces à différentes distances  $d$  de l'axe  $(\Delta)$ , par l'intermédiaire de masses marquées, de sortes à ramener le rayon  $OM$  à l'horizontale.

**Fomesoutra.com**  
*ça soutra !*  
 Docs à portée de main



• Tableau de mesure

<b>F (N)</b>	$F_0 = 6$	$F_1 = 4,5$	$F_2 = 6$	$F_3 = 9$
<b>d (m)</b>	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d_3 = 0,10$
<b>F × d</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>

• Exploitation des résultats

On obtient le même effet de rotation chaque fois que :  $F_0 \times d_0 = F_i \times d_i$ .

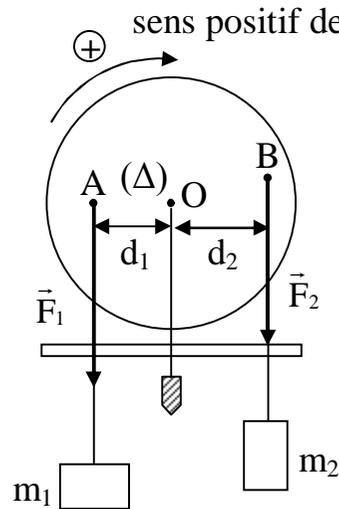
L'effet de rotation dépend donc à la fois de l'intensité  $F$  de la force exercée et de la distance  $d$  à l'axe de rotation. Cette distance  $d$  est appelée **bras de levier**.

**2.2° Définition du moment d'une force**

Le moment  $M_{\Delta}(\vec{F})$  par rapport à un axe fixe  $(\Delta)$  d'une force  $\vec{F}$  orthogonale à cet axe est égal au produit de l'intensité  $F$  de la force par la longueur  $d$  du bras de levier :

$$\begin{array}{c} \text{(N.m)} \leftarrow \boxed{\mathbf{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \mathbf{F} \times \mathbf{d}} \rightarrow \text{(m)} \\ \downarrow \\ \text{(N)} \end{array}$$

### 2.3° Le moment : grandeur algébrique



$\vec{F}_2$  tend à faire tourner le disque dans le sens positif **choisi** et  $\vec{F}_1$  dans le sens contraire. On pose que :

$$\mathbf{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) > \mathbf{0} \text{ et égal à } \mathbf{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) = \mathbf{F}_2 \cdot \mathbf{d}_2 ;$$

$$\mathbf{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) < \mathbf{0} \text{ et égal à } \mathbf{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) = -\mathbf{F}_1 \cdot \mathbf{d}_1.$$

### Conséquences

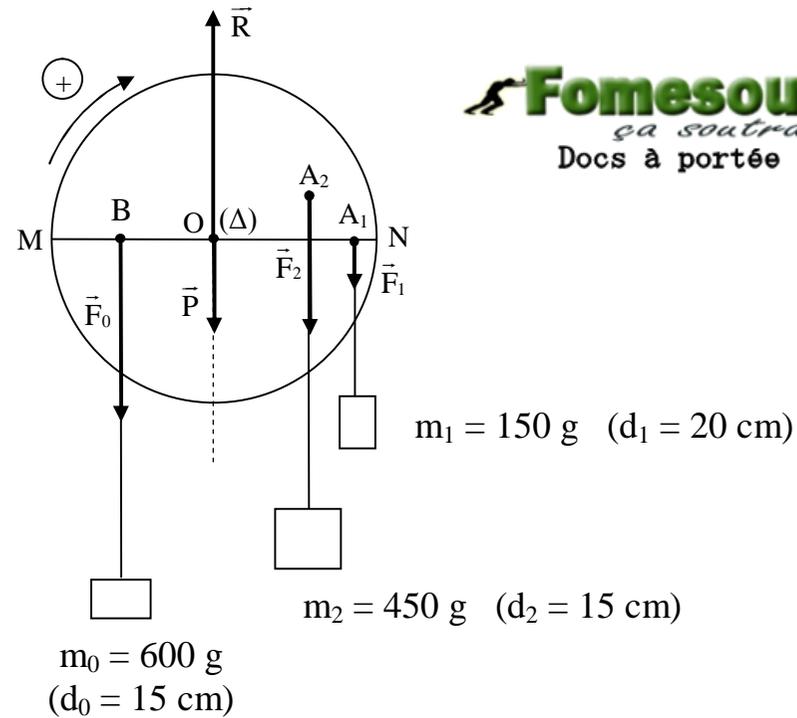
- Deux forces ayant le même moment par rapport à un axe auront le même effet de rotation.
- Si une force n'a aucun effet de rotation sur un solide alors son moment par rapport à l'axe de rotation du solide est nul.

## II) Conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

### 1° Théorème des moments

#### 1.1° Expérience

Maintenons en équilibre un disque capable de tourner autour d'un axe fixe ( $\Delta$ ) en exerçant des forces à différents endroits.



### 1.2° Résultats

<b>F (N)</b>	$F_0 = 6 \text{ N}$	$F_1 = 1,5 \text{ N}$	$F_2 = 4,5 \text{ N}$	$P = 2 \text{ N}$	$R = 14 \text{ N}$
<b>d (m)</b>	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d' = 0$	$d'' = 0$
<b><math>M_{\Delta}</math> (N.m)</b>	<b>- 0,90</b>	<b>+ 0,30</b>	<b>+ 0,60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Calculons la somme des différentes forces extérieures appliquées au disque maintenu en équilibre :

$$\begin{aligned}
 \sum M_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) &= M_{\Delta}(\vec{F}_0) + M_{\Delta}(\vec{F}_1) + M_{\Delta}(\vec{F}_2) + M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{R}) \\
 &= -0,9 + 0,3 + 0,6 + 0 + 0 \\
 \sum M_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) &= 0 \text{ N.m.}
 \end{aligned}$$

On constate que cette somme est nulle.

### 1.3° Enoncé du théorème des moments

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe, est en équilibre, la somme algébrique des moments par rapport à cet axe, de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide est nécessairement nulle :

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$



### 2° Conditions générales d'équilibre

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe ( $\Delta$ ) est en équilibre alors :

- la somme algébrique des moments par rapport à l'axe des forces appliquées est nulle :

$$\sum M_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

C'est la condition nécessaire de **non rotation** autour de l'axe ( $\Delta$ ).

- la somme vectorielle des forces appliquées est nulle :

$$\sum (\vec{F}_{\text{ext}}) = \vec{0}.$$

C'est la condition nécessaire d'**immobilité du centre d'inertie** du solide.