

## Leçon N°6: Moment d'un couple de forces –Moment d'un couple de torsion

### I Moment d'un couple de forces:

#### I.1 Notion de couple de forces:

Un couple de force est un ensemble de deux forces parallèles ,de même intensité, et de sens contraires. ( le couple de force tend à faire tourner le corps auquel il s'applique).

**Exemple :**

- Pour ouvrir un robinet on applique un couple de force.
- Pour faire tourner le volant de la voiture on applique un couple force

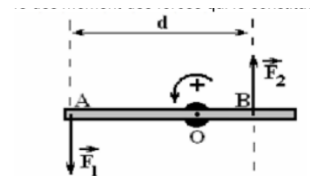
#### I.2 Détermination du moment d'un couple de force:

Le moment du couple de force est la somme des moment des forces qui le constitue :

$$\mathcal{M}_{\Delta}(C) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) = F_1.d_1 + F_2.d_2$$

avec  $F_1 = F_2 = F$  et  $d_1 + d_2 = d$  d est la distance séparant les deux droites d action.

$$\mathcal{M}_{\Delta} = F.d$$



Puisque tout couple de force possède un sens qui correspond au sens de rotation qu'il tend à produire. Si la rotation s'effectue dans le sens du couple ,le moment du couple est positif , si elle s'effectue dans le sens contraire le moment du couple est négatif.(par conséquent le moment d'un couple est algébrique).

#### I.3 Définition:

On appelle moment d'un couple de forces le produit de l'intensité commune des deux forces par la distance entre leurs droites d'action.(compté algébriquement).

En générale Le moment d un couple de force est :  $\mathcal{M}_{\Delta} = \pm F.d$

- $\mathcal{M}_{\Delta}$  : moment du couple de forces.(en N.m)
- F:lintensité commune des deux forces. (en N)
- d:la distance qui sépare les droites d'action des deux forces. (en m).

### II Moment d'un couple de torsion:

#### II.1 Définition d'un couple de torsion:

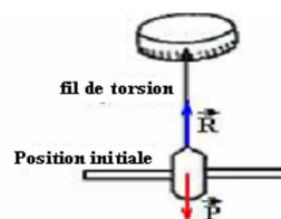
Un pendule de torsion est un solide suspendu à un fil vertical, le centre de masse étant sur l'axe du fil, l'autre extrémité du fil étant maintenue fixe dans un support.

**Le premier équilibre:**

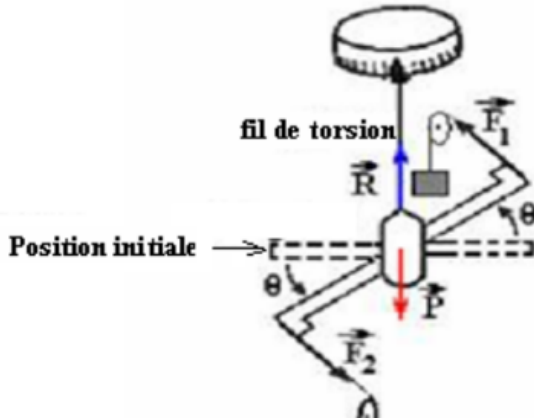
Puisque la barre est en équilibre :

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

$$M_{P/A} + M_{R/A} = 0$$



**Le deuxième équilibre:** Pour maintenir la barre en équilibre lorsque le fil est tordu d'un angle  $\theta$  on exerce sur lui un couple de forces .



Cet équilibre se réalise lorsque le fil de suspension est tordu d'un angle  $\theta$   
La réaction du fil qui résiste à cette torsion est due à l'existence des forces de torsion  $\sum \vec{f}_i$  exercées par le fil tordu.

A ces forces de torsion ayant mêmes caractéristiques d'un couple de forces, on associe un couple qu'on appelle couple de torsion dont le moment noté  $M_t$  (appelé **moment du couple de torsion**).

### Etude du 2ème équilibre:

- Système étudié : la barre
- Bilan des forces: les forces qui s'exercent sur la barre à l'équilibre sont :
  - $\vec{R}$  : action du fil.
  - $\vec{P}$  : poids de la barre.
  - $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  : Le couple de force dont le moment  $M_c = F.d$
  - Les forces de torsion  $\sum \vec{f}_i$  dont le moment du couple de torsion  $M_t$

- la barre est en équilibre, donc  $\sum M_{\vec{F}/\Delta} = 0$  et  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

- $\sum \vec{F} = \vec{0}$  donc

$$\vec{R} + \vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \sum \vec{f}_i = \vec{0}$$

d'après le premier équilibre On a :  $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

aussi  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$  d'après les caractéristique d'un couple de forces donc  $\sum \vec{f} = \vec{0}$

- $\sum M_{\vec{F}/\Delta} = 0$  donc

$$M_{\vec{P}/\Delta} + M_{\vec{R}/\Delta} + M_{\vec{C}/\Delta} + M_{\vec{T}/\Delta} = 0$$

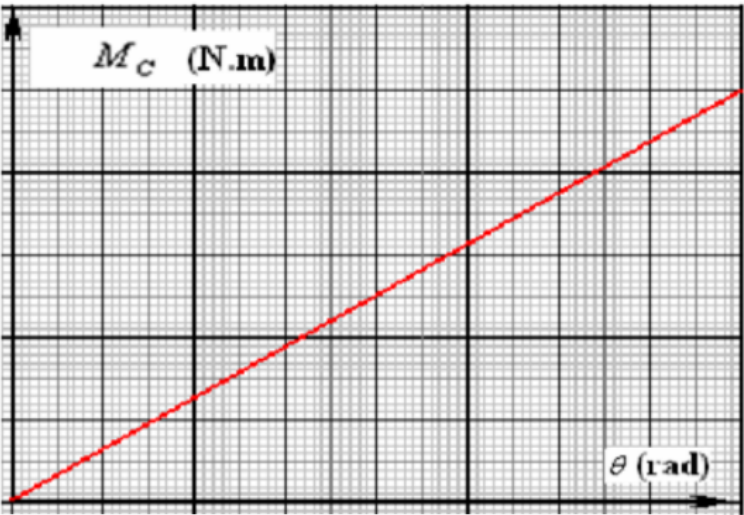
avec  $M_{\vec{R}/\Delta} = M_{\vec{P}/\Delta} = 0$  alors

$$M_{\vec{C}/\Delta} = -M_{\vec{T}/\Delta}$$

## II.2 Etude expérimentale:

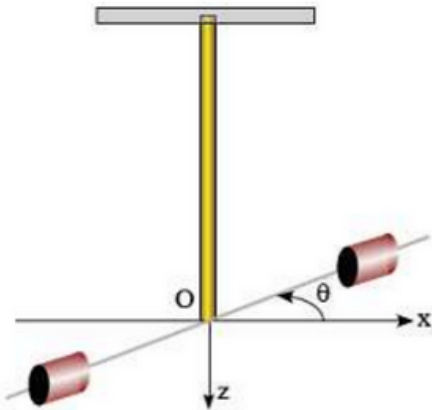
On fait varier le moment du couple de forces exercée sur la barre en modifiant l'intensité de la force commune F ou bien la distance d entre les droites d'action des deux forces et on mesure la valeur de l'angle de torsion  $\theta$ .

0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	F(N)
10	8	8	6	6	4	d(cm)
0.030	0.024	0.016	0.012	0.006	0.004	$M(\vec{F}_{/\Delta}) = F.d$
69	55	37	28	14	9	$\theta^\circ$
1.2	0.96	0.64	0.48	0.24	0.16	$\theta(\text{rad})$



Quand le solide tourne autour de l'axe du fil, celui-ci réagit à la torsion en exerçant des forces de rappel équivalentes à un couple dont le moment par rapport à l'axe est proportionnel à l'angle de torsion  $\theta$  en (rad) :

$$\mathcal{M}_{\Delta} = -C.\theta$$



La constante C dite constante de torsion dépend de la longueur et du diamètre du fil (supposé cylindrique) et de la nature du matériau constituant le fil en N.m/rad.