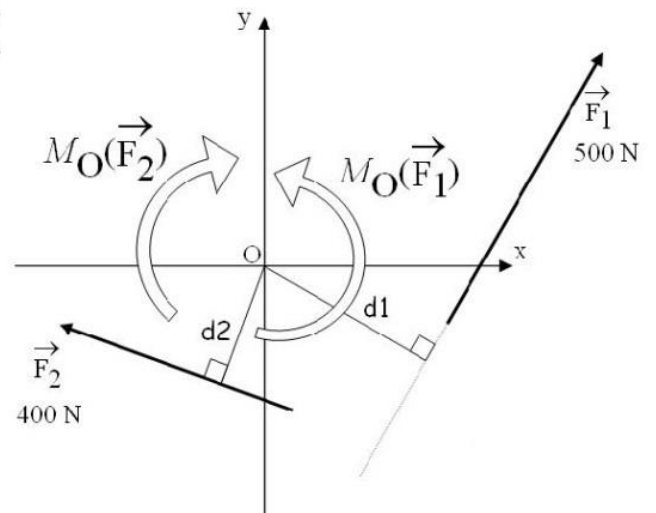


# Statique du Solide



- Présentation
- Les actions mécaniques
- Principe fondamental de la statique
- Conditions d'équilibre

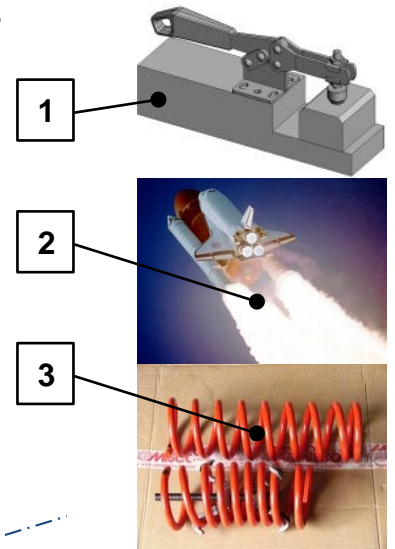
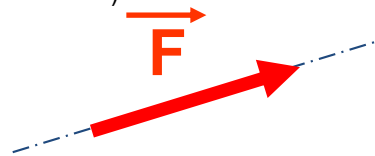
## A – Définitions

### Statique :

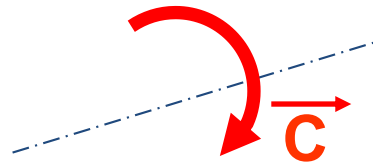
- La **statique** étudie les **Actions Mécaniques (A.M.)** exercées sur des **systèmes matériels** indéformables et en **équilibre**

### Action Mécanique :

- On appelle action mécanique toute cause physique susceptible de :
  - 
  - 
  -
- Les actions mécaniques sont réparties en 2 familles :
  - (pousser ou tirer **suivant** un axe)

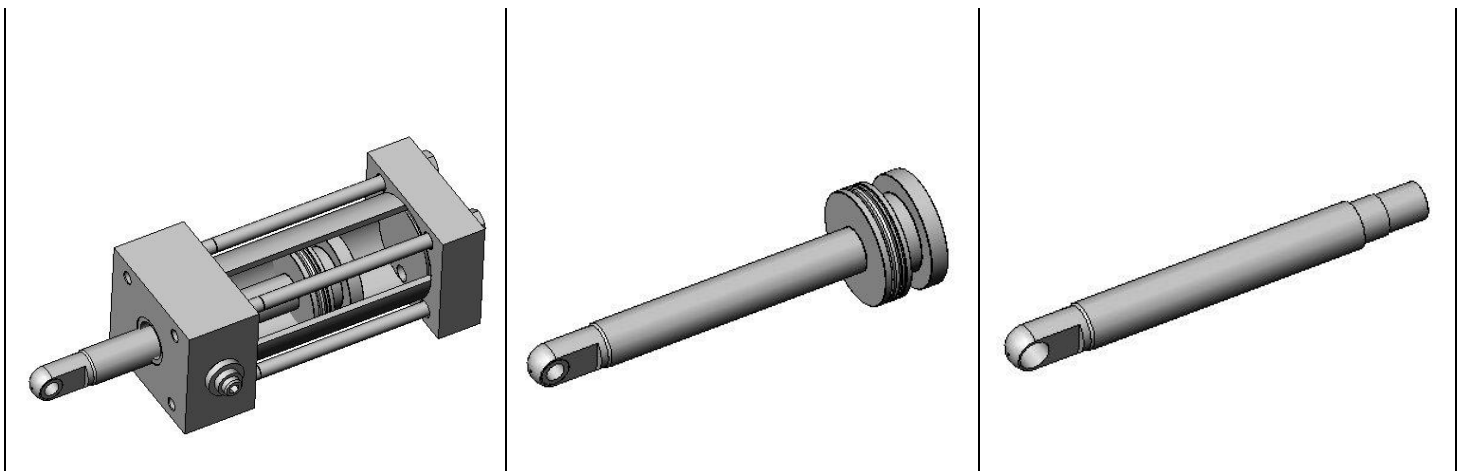


- (tourner ou tordre **autour** d'un axe)



### Système matériel

Le système matériel peut être :



Le système matériel est supposé géométriquement parfait et indéformable

### Equilibre

Malgré 2, 3 ou « x » actions mécaniques exercées sur un système matériel, celui-ci reste statique (pas de mouvement).

## B - Présentation des actions mécaniques

### B-1 – Les forces :

**Définition :**

On appelle force extérieure toute force exercée sur le système par un élément n'appartenant pas au système.

**Exemple :**

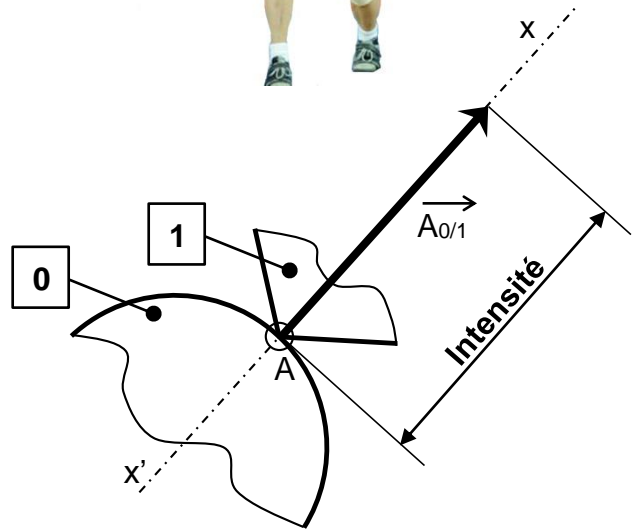
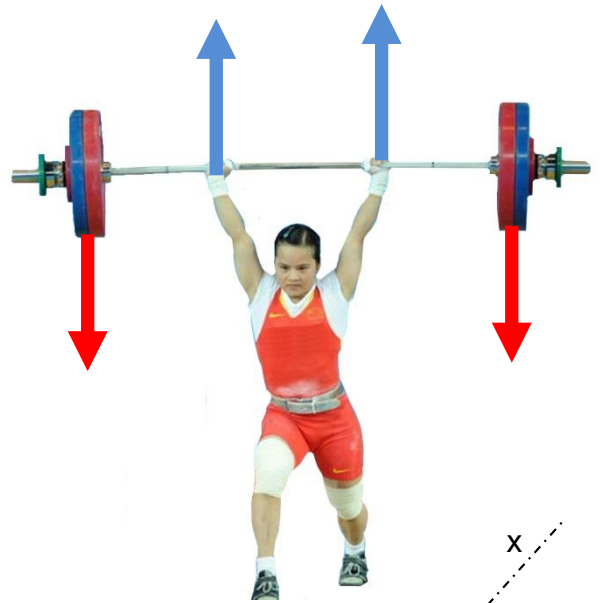
- 2 poids répartis symétriquement agissent sur les mains
- 2 mains placées symétriquement soutiennent les 2 poids



**Vecteur :**

Une action mécanique (force ou action) peut s'exercer à **distance** ou par **contact**, elle est représentée par un **vecteur** caractérisé par :

- 
- 
- 
- 



### B-1-1- Les actions à distance :

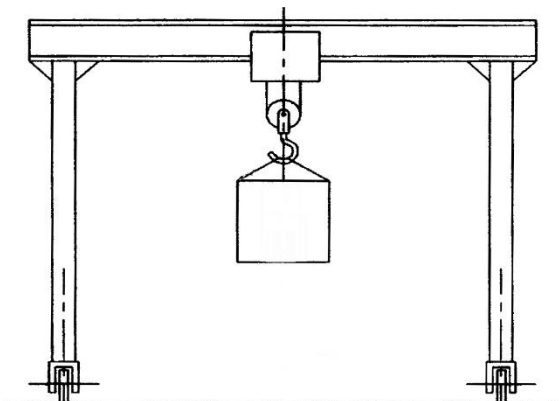
Il n'y a aucun contact entre les deux solides, elles peuvent être classées en 2 types :

- **Poids :**

d'origine gravitationnelle exercée par la Terre sur un

corps massique.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad ( \quad )$$



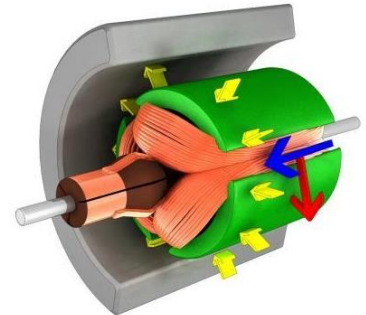
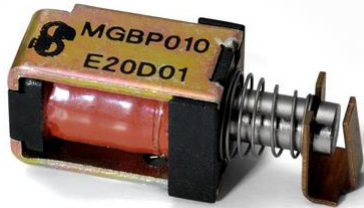
Tracer le vecteur-poids  $\vec{P}$  appliqué au centre de gravité de la charge de ce pont roulant

- **Aimantation :**

Les aimants permanents ou électro-aimants exercent des forces à distance qui engendrent un mouvement.



Création d'un mouvement de translation (attraction de l'aimant et déplacement de l'axe central de l'électro-aimant)

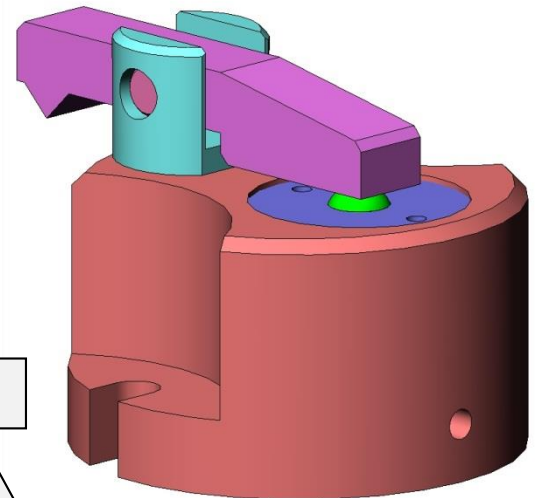


Création d'un mouvement de rotation entre le rotor et le stator

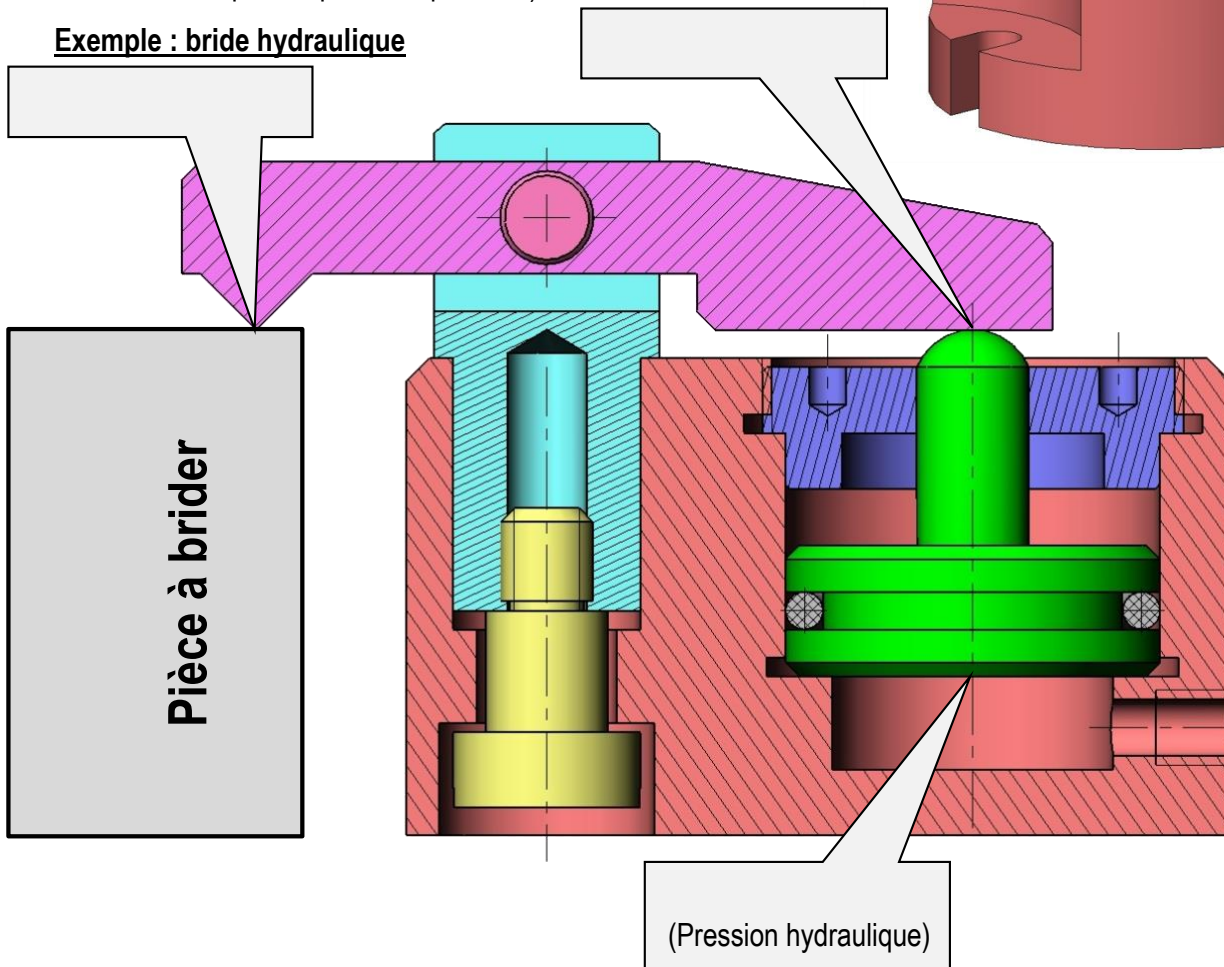
**B-1-2- Les actions de contact :**

Elles peuvent être classées en 3 types :

- (sphère/plan, pointe cône/plan)
- (cylindre/plan, arête/plan)
- (plan/plan ou cylindre/cylindre ou cône/cône ou sphère/sphère ou pression)

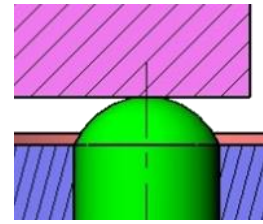


**Exemple : bride hydraulique**

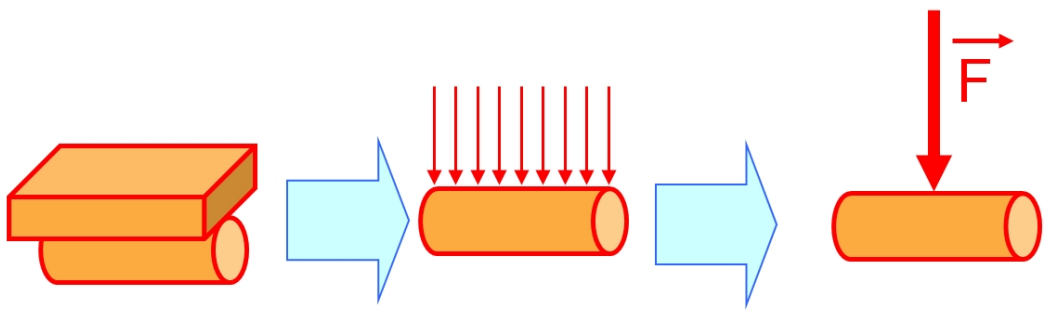




Pour une *action ponctuelle*, la droite support du vecteur passe par le point de contact et est perpendiculaire au plan tangent commun.



Pour une *action répartie uniformément* et pour simplifier les calculs, on peut remplacer l'action répartie uniformément par une action ponctuelle placée au centre de la ligne et perpendiculaire au plan tangent commun :

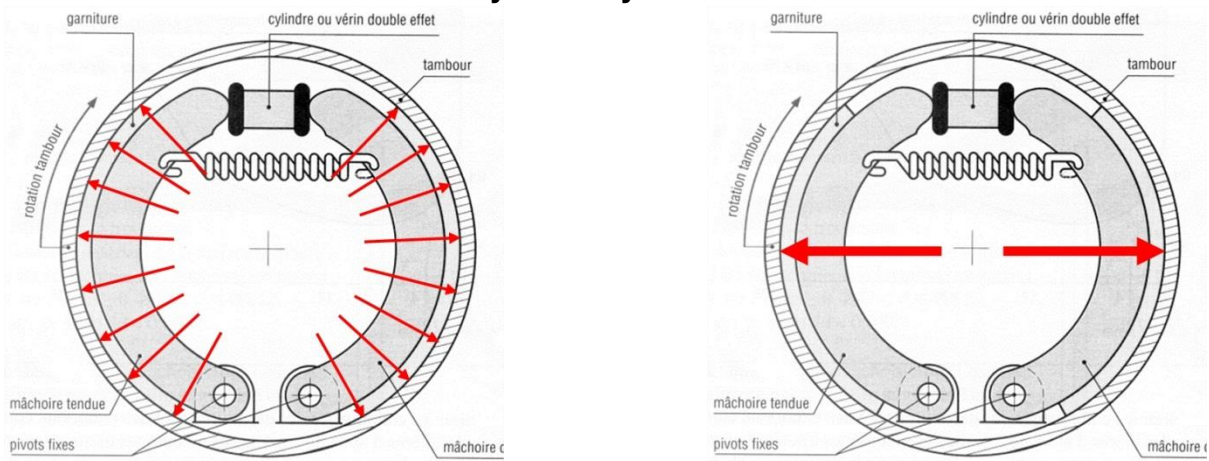


Pour une *action répartie uniformément* et pour simplifier les calculs, on peut remplacer l'action répartie uniformément par une action ponctuelle placée au centre de la surface :

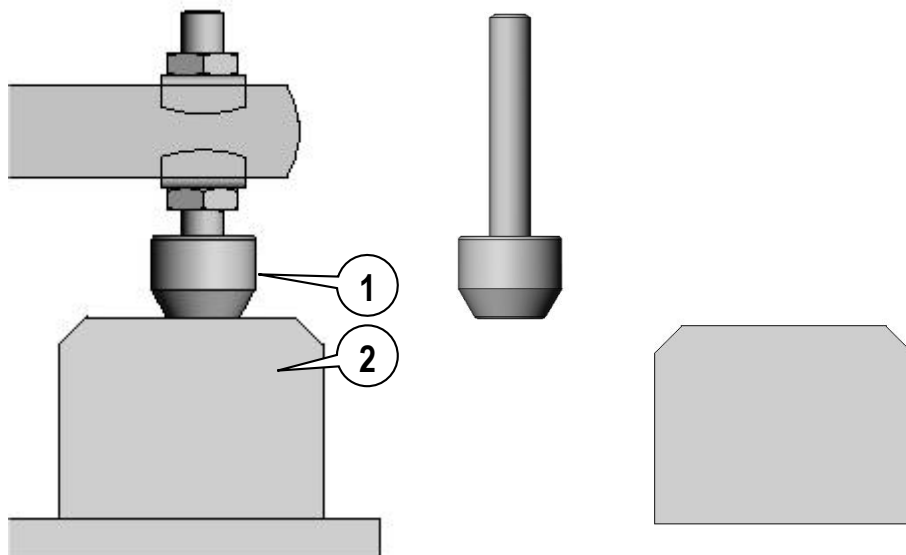
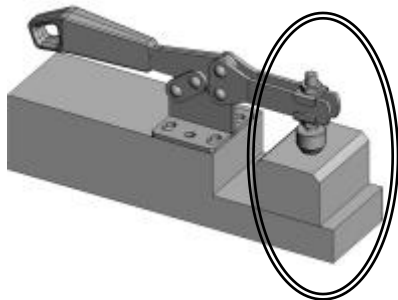
**Plan/Plan**



**Cylindre/Cylindre**



**B-1-3- Principe des actions mutuelles :**



Sur ce montage de bridage :

- 
- 
- 

donc :

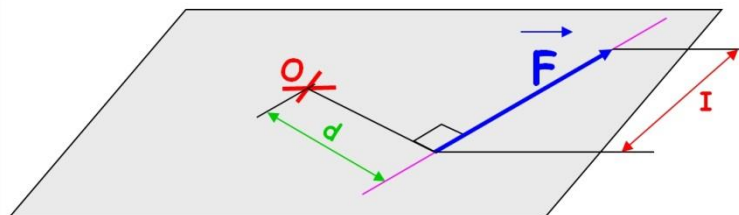
Modélisez ces 2 actions sur l'assemblage, puis sur les dessins des pièces.

Remarque :

**B-2 – Les moments :**

**Définition :**

Le moment d'une force  $\vec{F}$  par rapport à un point  $O$  est égal au produit de l'intensité de  $\vec{F}$  par la distance  $d$  entre la droite d'action de la force  $\vec{F}$  et le point  $O$ .



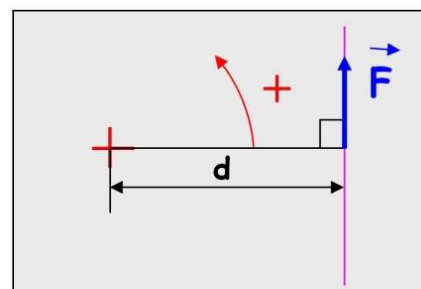
**Ecriture :**

**Equation :**

**B-2-1 - Sens conventionnel d'un moment**

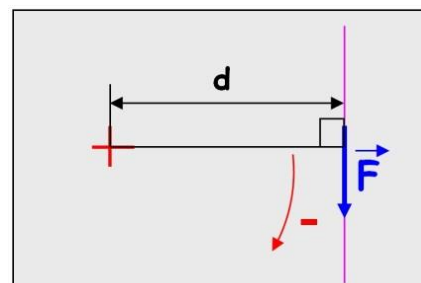
**POSITIF :**

Sens trigonométrique ou anti horaire

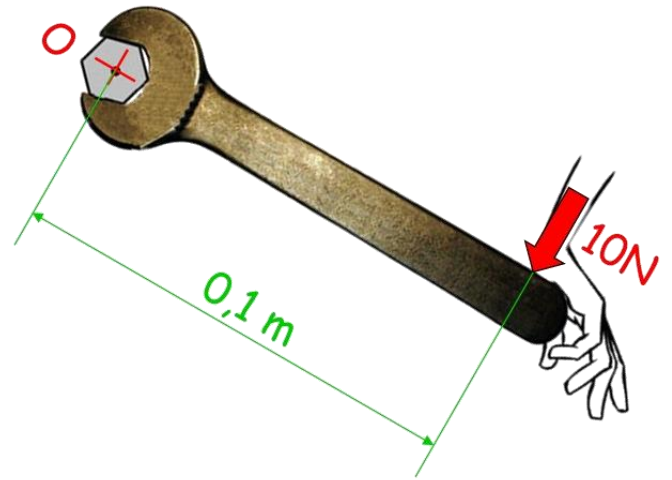
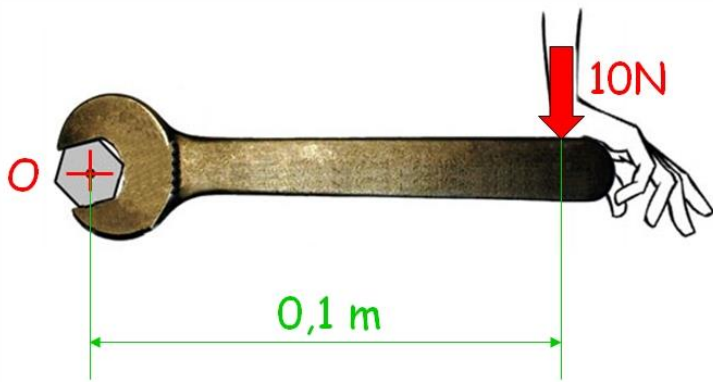


**NEGATIF :**

Sens anti trigonométrique ou horaire

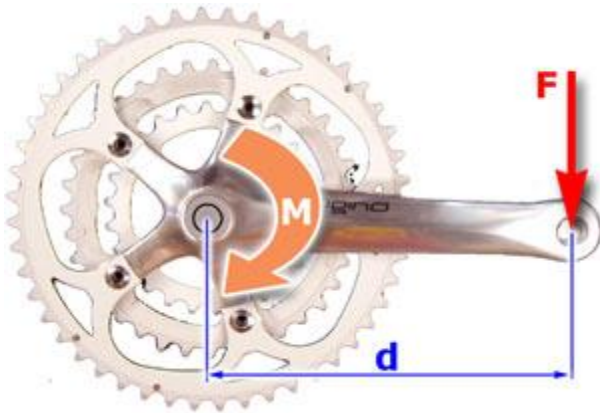


Exemple 1 :

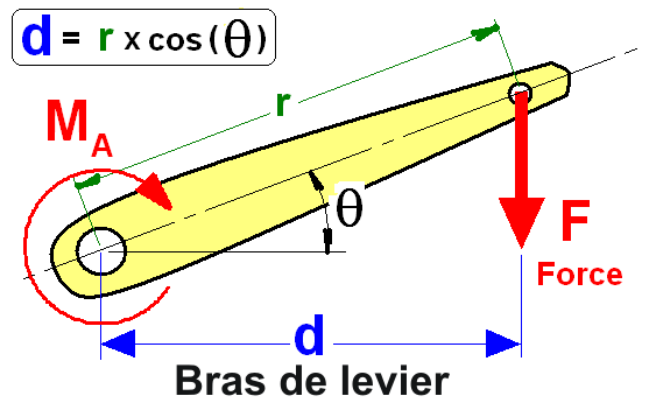


$$\{\mathcal{M}_{\vec{F}}\} = - 10 \times 0,1 = -1\text{N.m}$$

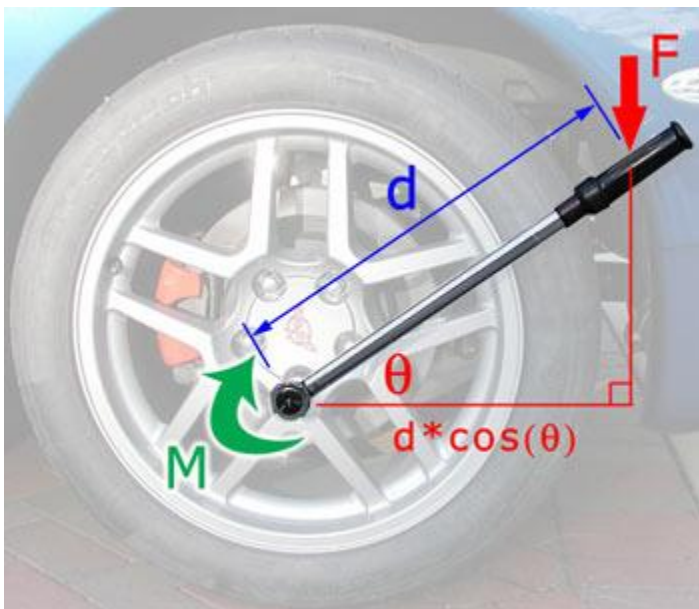
Exemple 2 :



Exemple 3 :

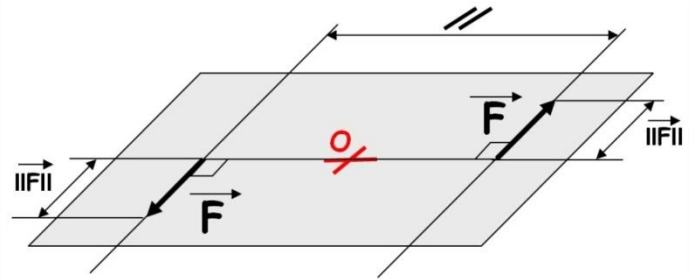


Exemple 4 :



**B-2-2 – Moment d'un couple de forces**

Un couple de forces est composé de 2 forces...



**Définition :**

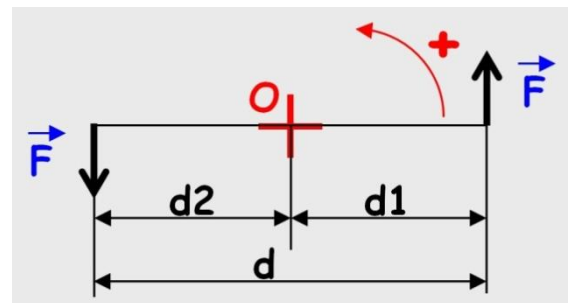
- Le moment d'un couple de forces est égal au produit de l'intensité de l'une des 2 forces par la distance « d » qui sépare leurs droites d'action.

**Equation :**

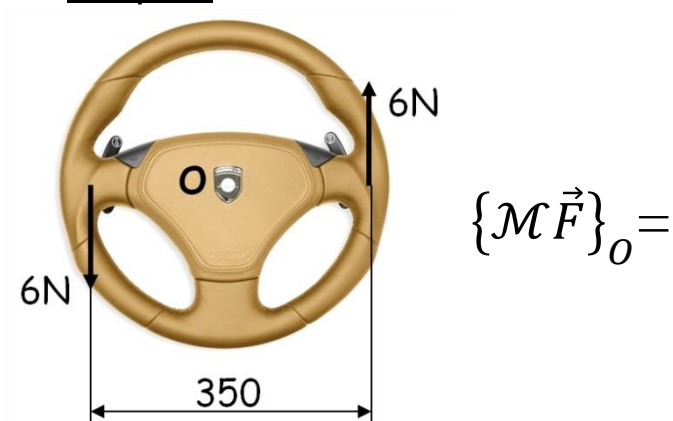
$$\{\mathcal{M}_{\vec{F}}\}_O = (\|\vec{F}\| \times d_1) + (\|\vec{F}\| \times d_2)$$

$$\{\mathcal{M}_{\vec{F}}\}_O = \|\vec{F}\| \times (d_1 + d_2)$$

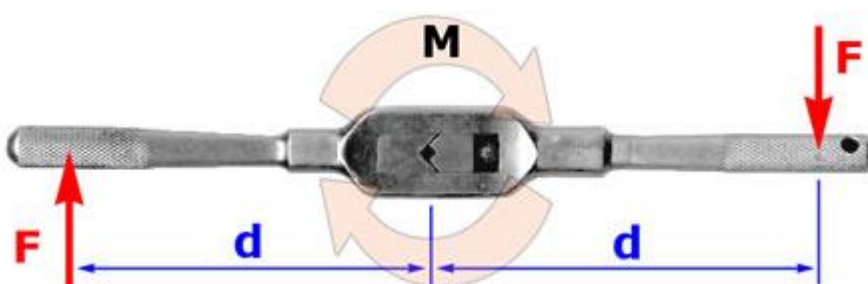
$$\{\mathcal{M}_{\vec{F}}\}_O =$$



**Exemple 1 :**



**Exemple 2 :**



Tourne à gauche (porte taraud) pour réaliser un taraudage.



**C – Principe fondamental de la statique****C-1 – Définition :**

En statique, un **solide** est en **équilibre** s'il est et demeure **immobile** par rapport à un **repère fixe**.

**C-2 – Principe fondamental :**

Un **solide** est en **équilibre** lorsque :

- la **somme vectorielle** des **actions extérieures** qui le sollicitent est **égale** au **vecteur nul**.

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0} \rightarrow$$

- la **somme des moments** de ces actions extérieures par rapport à un point (O), est nulle.

$$\sum \{ \mathcal{M} \vec{F}_{ext} \}_O = \vec{0} \rightarrow$$

**C-3 – Conditions d'équilibre :****C-3-1 Solide en équilibre sous l'action de 2 forces extérieures :**

Les 2 forces ont : -  
-  
-

**C-3-2 Solide en équilibre sous l'action de 3 forces extérieures :**

CAS 1

CAS 2

La somme des forces = 0  
La somme des moments = 0

**3 forces concourantes**

La somme des forces = 0  
La somme des moments = 0

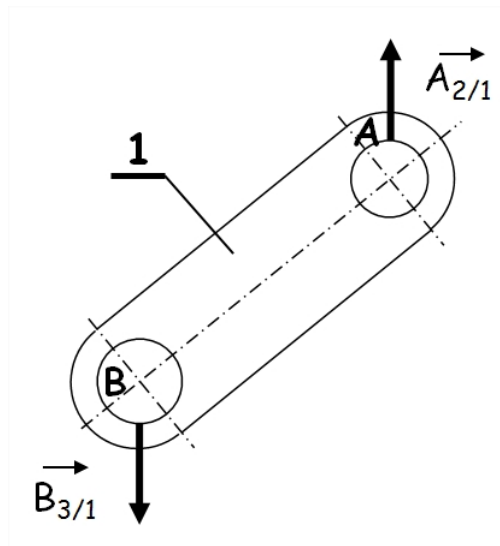
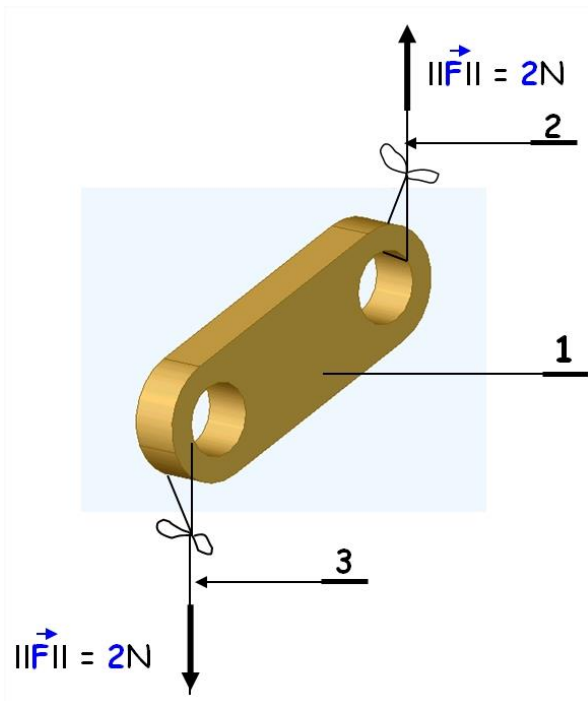
**3 forces parallèles**

## D – Conditions d'équilibre

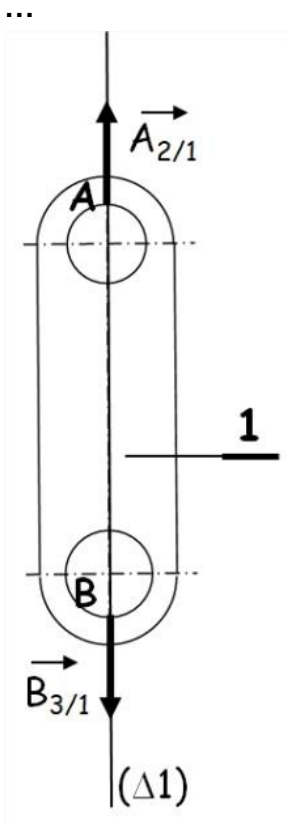
### D-1 – Solide soumis à l'action de 2 forces extérieures :

On lie 2 ficelles 2 et 3 aux extrémités du solide 1 et on applique, par l'intermédiaire de ces 2 ficelles,

sur ce même solide...



Sous l'action des 2 forces...



Les 2 forces ont maintenant la **même droite d'action (Δ1)** qui passe par les points d'application des 2 forces.

**RAPPEL :** Un solide soumis à 2 forces est en **équilibre** si ces 2 forces sont **égales** et **directement opposées** (même droite d'action, sens opposés et même intensité).

Toutes les données sont regroupées dans un tableau récapitulatif appelé :

(BAE)


F =

P.A. =

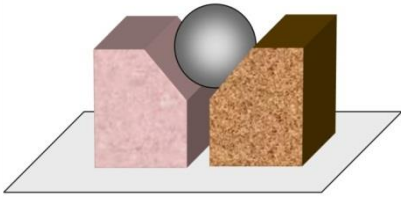
D =

S =

A =

I =

**D-2 – Solide soumis à l'action de 3 forces extérieures concourantes :**

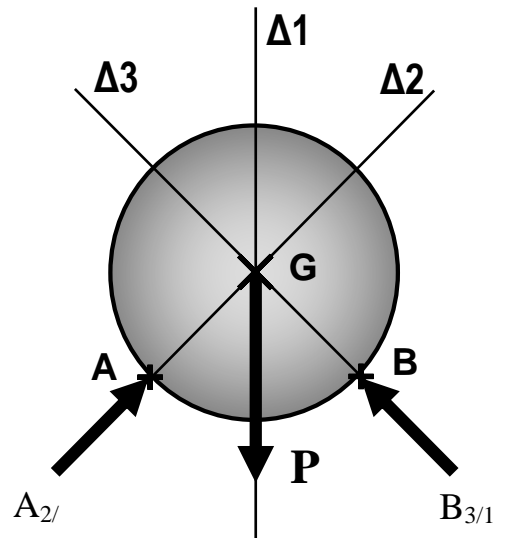
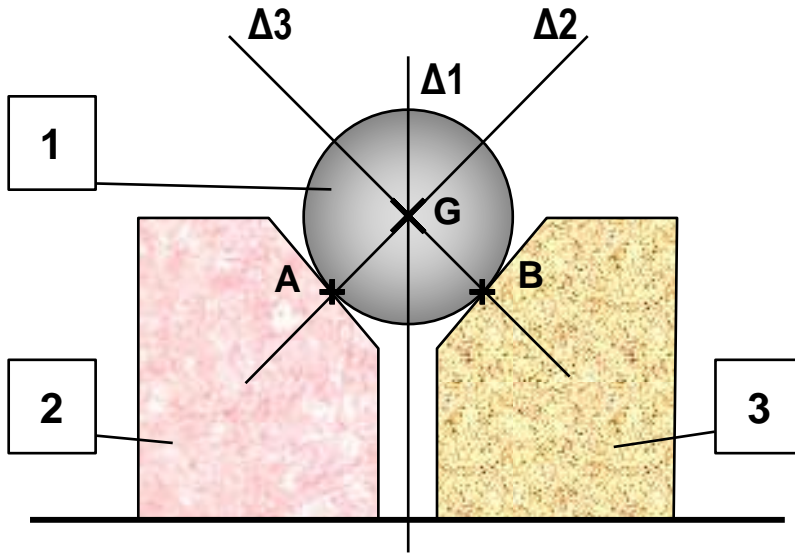


Une bille 1 se trouve en position d'équilibre sur 2 blocs 2 et 3

Etudions la **bille 1**. On appelle cela **ISOLER UN SYSTEME** pour analyser toutes les actions qui agissent sur celui-ci.

La **bille 1** est en équilibre sous l'action de :

- Une force à distance, son poids  $P$  appliqué au centre de gravité  $G$  de direction verticale et de sens  $270^\circ$
- Une force au point  $A$  de la pièce 2 sur la bille 1  $\rightarrow \overrightarrow{A_{2/1}}$
- Une force au point  $B$  de la pièce 3 sur la bille 1  $\rightarrow \overrightarrow{B_{3/1}}$



La **liaison** entre la **bille 1** et le **bloc 2** est un **contact ponctuel**...

- La ligne d'action  $\Delta_2$  de  $\_A_{2/1}$  est donc perpendiculaire au plan de contact entre 1 et 2
- L'action  $\_A_{2/1}$  est orientée de 2 vers 1

**La ligne d'action  $\Delta_2$  coupe la ligne d'action  $\Delta_1$**

La **liaison** entre la **bille 1** et le **bloc 3** est un **contact ponctuel**...

- La ligne d'action  $\Delta_3$  de  $\_B_{3/1}$  est donc perpendiculaire au plan de contact entre 1 et 3
- L'action  $\_B_{3/1}$  est orientée de 3 vers 1

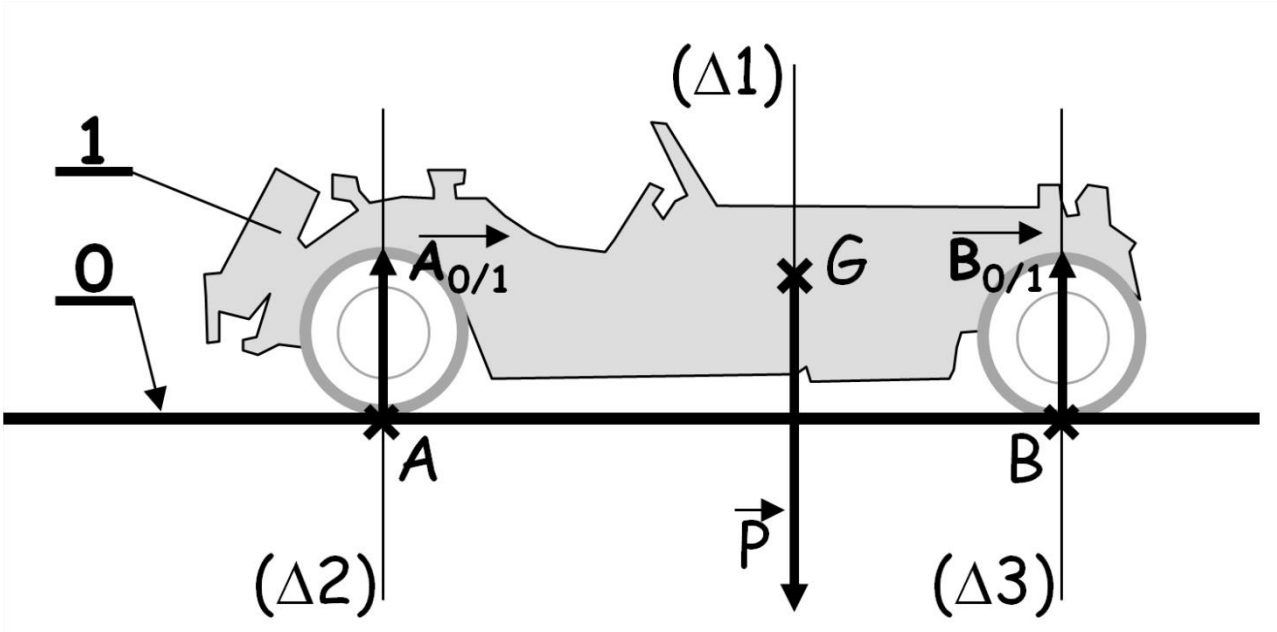
**La ligne d'action  $\Delta_3$  coupe les lignes d'action  $\Delta_1$  et  $\Delta_2$  au même point**

**Bilan des Actions Extérieures :**

F	P.A.	D	S	A	I

Ce problème peut maintenant être résolu graphiquement ou analytiquement.

**D-3 – Solide soumis à l'action de 3 forces extérieures parallèles :**



Un véhicule (1) de masse (m) est en **équilibre** sur le sol (0) sous l'action de :

- Une **force à distance**, le poids  $\mathcal{E}P$  appliqué au centre de gravité  $G$  du véhicule, de direction verticale et de sens  $270^\circ$
- La résultante des actions de contact  $\_A_{0/1}$  du sol (0) sur les **roues arrière** du véhicule (1), de direction verticale et de sens  $90^\circ$
- ➔ **La ligne d'action  $\Delta 2$  est parallèle à la ligne d'action  $\Delta 1$**
- La résultante des actions de contact  $\_B_{0/1}$  du sol (0) sur les **roues avant** du véhicule (1), de direction verticale et de sens  $90^\circ$
- ➔ **La ligne d'action  $\Delta 3$  est parallèle aux lignes d'action  $\Delta 1$  et  $\Delta 2$**

**Bilan des Actions Extérieures :**

F	P.A.	D	S	A	I

**Ce problème peut maintenant être résolu graphiquement ou analytiquement.**