

## DÉTERMINER LES ACTIONS MÉCANIQUES.

### I. DEFINITIONS.

Un solide en mécanique définit la pièce ou l'ensemble de pièces sur lequel est étudié les actions mécaniques.

Une action mécanique peut maintenir un solide en équilibre (Statique), le déplacer, le déformer. Elle est généralement le produit d'un actionneur (moteur électrique, hydraulique, pneumatique, thermique, vérin...) Elle est caractérisée par deux composantes : La **force** (ou glisseur) et le **moment** (ou couple).

Une force appliquée au centre de gravité d'un solide peut entraîner sa translation.

La tige d'un vérin exerce une force. Unité : N ou daN. (Newton ou DécaNewton(10 newtons)).

Un moment appliqué à un solide peut entraîner sa rotation.

L'arbre d'un moteur électrique exerce un moment (un couple). Unité : m.N ou m.daN ou m.kg

### II. ACTION À DISTANCE. LE POIDS.

**Le poids est une action mécanique exercée à distance par la masse de la terre sur la masse d'un solide.**

Le poids d'un solide s'exerce au centre de gravité, **est toujours dirigé vers le bas**, et modélisable par **une force(glisseur)**:

Notation : Poids du solide 1 :

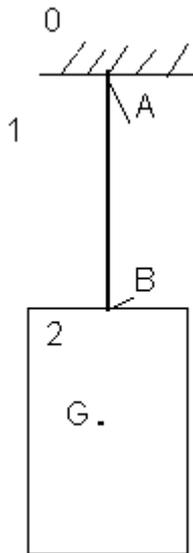
$$\vec{P}_1 \quad \text{ou} \quad \vec{G}_{Terre/1}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{mg} = \text{masse} \times \text{gravité} = \text{masse} \times 9,81 \text{ (ou 10)}$$

### III. DETERMINER LE BILAN DES FORCES.

Hormis le poids et l'électromagnétisme, les actions mécaniques ont besoin d'un contact, d'une liaison entre les solides pour pouvoir être transmises. Nous étudierons dans un premier temps uniquement les actions mécaniques qui se résument à des forces (glisseurs). Faire le bilan des actions mécaniques sur un solide, c'est faire l'inventaire des actions mécaniques qui agissent sur ce solide.

**Hyp: le problème est contenu dans le plan (x, y). Les actions mécaniques sont des forces.**



Une masse 2 est accrochée à un câble 1 en B, relié au bâti 0 en A.

a: Bilan des forces qui agissent sur le solide composé des pièces 1 & 2:

$$\vec{A}_{01} \text{ et } \vec{P}_2$$

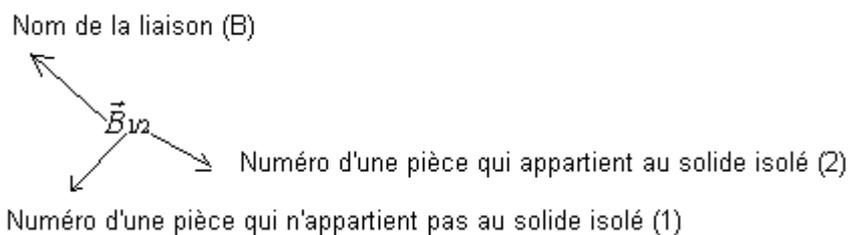
$\vec{B}_{12}$  ne fait pas parti du bilan : c'est une force intérieure au solide

b: Bilan des forces qui agissent sur le solide composé de la pièce 2:

$$\vec{B}_{12} \text{ et } \vec{P}_2$$

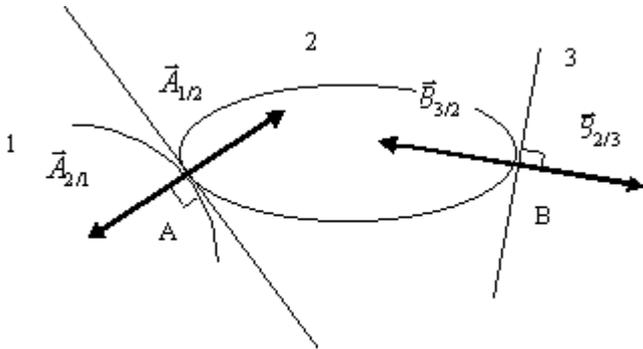
**conclusion:**

**Le nom d'une force qui fait partie du bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur le solide 2 doit être du type :**



### III. 2. Déterminer la direction d'une force quand c'est possible.

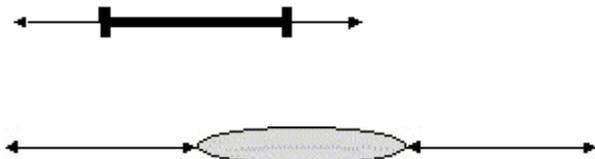
**Dans certains cas, on peut déterminer la direction de la force. C'est souvent nécessaire pour résoudre un problème de statique.**



Pour déterminer la direction d'une force dans une liaison ponctuelle (ou appui plan...) il suffit de tracer le plan tangent commun aux deux surfaces passant par le point de contact. L'action est perpendiculaire à ce plan. (Pas de frottement).

La force s'oppose toujours au mouvement.

La force est toujours dirigée vers le solide isolé.

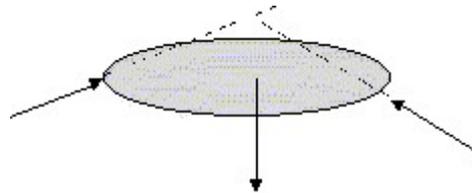
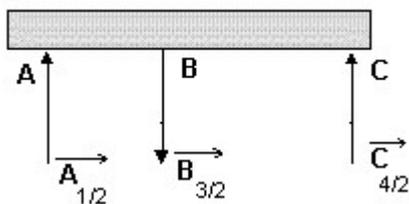


Dans le cas d'une liaison avec un câble, une chaîne, etc., dont on néglige le poids, la direction est donnée par le câble.

Quand un solide est soumis à deux forces, elles sont égales et opposées. La direction est donnée par la droite qui passe par les deux liaisons.

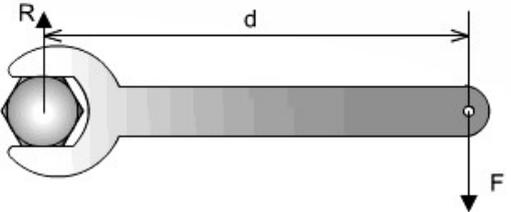
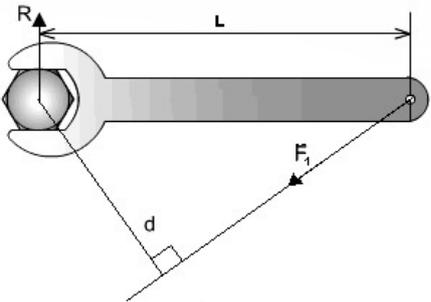
Quand un solide est soumis à 3 forces, elles sont :

- ou toutes concourantes au même point
- ou toutes parallèles.

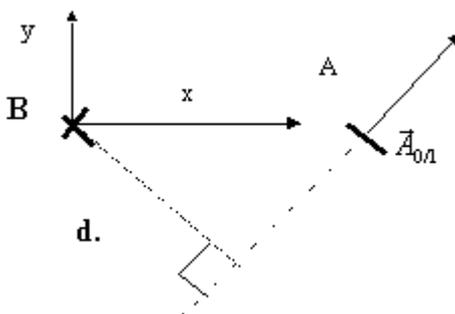


#### IV. DETERMINER LE MOMENT D'UNE FORCE.

Un moment est produit par un arbre tournant, comme l'arbre d'un moteur électrique, ou est l'effet d'une force et d'un bras de levier : Quand on utilise une clé pour serrer un écrou, l'utilisateur exerce une force "F" sur l'extrémité de cette clé, qui possède une longueur "d" et produit ainsi un couple de serrage, qu'on peut évaluer à l'aide d'une clé dynamométrique.

	$M = dxF \text{ (m.N)}$
<p>Il paraît évident que si l'effort exercé n'est pas perpendiculaire à la clé, le couple exercé sera plus faible</p> <p><math>M_1 = dxF_1 \text{ (m.N)}</math> avec <math>d &lt; L</math></p>	

#### Moment vectoriel. Problème plan.

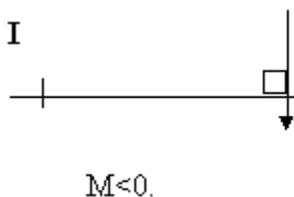


Le MOMENT D'UNE FORCE  $\vec{A}_{0/1}$  contenue dans le plan  $(\mathbf{o}, \mathbf{x}, \mathbf{y})$  par rapport à un point  $\mathbf{B}$  :

$$\vec{M}_B \vec{A}_{0/1} = \pm d \cdot \|\vec{A}_{0/1}\| \vec{z}$$

Unité: N.m. Newton-mètre.

Convention de signe.



Remarques: Si  $d = 0$ ,  $\vec{M}_B \vec{A}_{0/1} = \vec{0}$

On ne peut additionner les moments que s'ils sont écrits au même point.

**V. CARACTERISER UNE ACTION MECANIQUE TRANSMISSIBLE PAR UNE LIAISON. CAS GÉNÉRAL.**

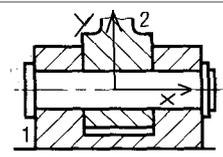
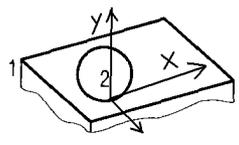
Une force peut s'exercer en un point A d'un solide 1 vers un solide 2 suivant 3 axes :

$$\vec{A}_{1/2} \begin{array}{l} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{array}$$

Un moment M peut s'exercer en un centre A d'un solide 0 vers un solide 1 autour de 3 axes :

$$\vec{M}_{0/1} \begin{array}{l} L_A \\ M_A \\ N_A \end{array}$$

**De l'étude du mécanisme, des liaisons entre les classes d'équivalences, on peut déduire les actions mécaniques transmissibles.**

Nom de la liaison.	°L	Force Moment.	Exemples
Pivot d'axe x	$\begin{array}{l} \cancel{T_x} \quad R_x \\ \cancel{T_y} \quad R_y \\ \cancel{T_z} \quad R_z \end{array}$	$\begin{array}{l} X_A \quad 0 \\ Y_A \quad M_A \\ Z_A \quad N_A \end{array}$	
Ponctuelle de normale y.	$\begin{array}{l} T_x \quad R_x \\ \cancel{T_y} \quad R_y \\ T_z \quad R_z \end{array}$	$\begin{array}{l} 0 \quad 0 \\ Y_A \quad 0 \\ 0 \quad 0 \end{array}$	

**VI. DEFINIR UNE ACTION MECANIQUE PAR UN TORSEUR.**

Les actions mécaniques qui s'exercent du solide 0 vers le solide 1 par la liaison A peuvent s'exprimer par un torseur:	Ce qui veut dire que la force transmissible par la liaison A du solide 0 sur le solide 1 est:	Ce qui veut dire que le moment transmissible par la liaison A, du solide 0 vers le solide 1 est:
$\{\tau_{0/1}\}_A = \left\{ \begin{array}{l} \vec{A}_{0/1} \\ \vec{M}_{0/1} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ Z_A & N_A \end{array} \right\}_A$	$\vec{A}_{0/1} \begin{array}{l} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{array}$	$\vec{M}_{0/1} \begin{array}{l} L_A \\ M_A \\ N_A \end{array}$

**VII. DETERMINER UN BILAN DES ACTIONS MÉCANIQUES QUI NE FAIT APPARAÎTRE QUE DES GLISSEURS. PROBLÈME PLAN.**

Le bilan des actions mécaniques qui ne fait apparaître que des glisseurs permet une résolution graphique.

Hyp: le problème est contenu dans le plan (x, y)

Les liaisons orientées ci dessous permettent un bilan composé que de glisseurs (forces).

Nom de la liaison.	Actions transmissibles		Exemples
	Force	Moment.	
Pivot d'axe Z	Xa Ya 0	0 0 0	
Pivot glissant d'axe Z	Xa Ya 0	0 0 0	
Rotule.	Xa Ya 0	0 0 0	
Linéaire rectiligne d'axe Z, de normale y.	0 Ya 0	0 0 0	
Linéaire annulaire d'axe x.	0 Ya 0	0 0 0	
Ponctuelle de normale y.	0 Ya 0	0 0 0	

**ATTENTION : DANS UN PROBLEME PLAN (X,Y), S'IL Y A UNE PIVOT GLISSANT OU UNE GLISSIERE D'AXE X OU Y ALORS LE TORSEUR ASSOCIE A CETTE LIAISON N'EST PAS UN GLISSEUR!**

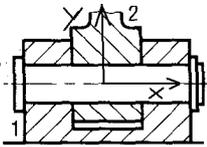
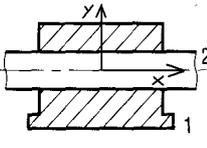
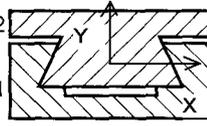
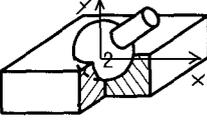
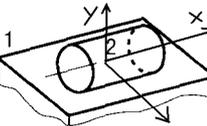
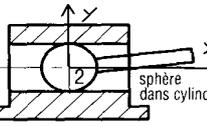
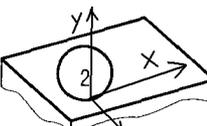
## VIII. LIAISONS ET ACTIONS MECANQUES.

Nom de la liaison.	°L	Force Moment.	Exemples
Pivot d'axe x	$\overline{T_x} \ R_x$ $\overline{T_y} \ \overline{R_y}$ $\overline{T_z} \ \overline{R_z}$	$X_a \ 0$ $Y_a \ M_a$ $Z_a \ N_a$	
Pivot glissant d'axe x	$T_x \ R_x$ $\overline{T_y} \ \overline{R_y}$ $\overline{T_z} \ \overline{R_z}$	$0 \ 0$ $Y_a \ M_a$ $Z_a \ N_a$	
Glissière d'axe z	$\overline{T_x} \ \overline{R_x}$ $\overline{T_y} \ \overline{R_y}$ $T_z \ \overline{R_z}$	$X_a \ L_a$ $Y_a \ M_a$ $0 \ N_a$	
<b>Rotule.</b>	$\overline{T_x} \ R_x$ $\overline{T_y} \ R_y$ $\overline{T_z} \ R_z$	$X_a \ 0$ $Y_a \ 0$ $Z_a \ 0$	
Appui plan de normale y	$T_x \ \overline{R_x}$ $\overline{T_y} \ R_y$ $T_z \ \overline{R_z}$	$0 \ L_a$ $Y_a \ 0$ $0 \ N_a$	
Linéaire rectiligne d'axe x, de normale y.	$T_x \ R_x$ $\overline{T_y} \ R_y$ $T_z \ \overline{R_z}$	$0 \ 0$ $Y_a \ 0$ $0 \ N_a$	
<b>Linéaire annulaire d'axe x.</b>	$T_x \ R_x$ $\overline{T_y} \ R_y$ $\overline{T_z} \ R_z$	$0 \ 0$ $Y_a \ 0$ $Z_a \ 0$	
<b>Ponctuelle de normale y.</b>	$T_x \ R_x$ $\overline{T_y} \ R_y$ $T_z \ R_z$	$0 \ 0$ $Y_a \ 0$ $0 \ 0$	

Les actions mécaniques liées aux trois liaisons repérées sont des glisseurs.

## IX. ACTIONS TRANSMISSIBLES PAR UNE LIAISON. PROBLEME PLAN.

Les actions mécaniques transmissibles quand le problème est contenu dans le plan (x, y)

Nom de la liaison.	Degrés de liberté.	Actions transmissibles		Exemples
		Force	Moment.	
Pivot d'axe x	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	$X_a$ 0 $Y_a$ 0 0 $N_a$		
Pivot glissant d'axe x	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	0 0 $Y_a$ 0 0 $N_a$		
Glissière d'axe z	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	$X_a$ 0 $Y_a$ 0 0 $N_a$		
<b>Rotule.</b>	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	$X_a$ 0 $Y_a$ 0 0 0		
Linéaire rectiligne d'axe x, de normale y.	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	0 0 $Y_a$ 0 0 $N_a$		
<b>Linéaire annulaire d'axe x.</b>	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	0 0 $Y_a$ 0 0 0		
<b>Ponctuelle de normale y.</b>	$\overline{T_x}$ $R_x$ $\overline{T_y}$ $R_y$ $\overline{T_z}$ $R_z$	0 0 $Y_a$ 0 0 0		

Les actions mécaniques liées aux trois liaisons repérées sont des glisseurs.

Remarque : Les liaisons pivot et pivot-glissant le plus souvent utilisées dans les problèmes sont d'axe z : Ce qui implique que l'action mécanique associée est un glisseur.