

Construction Mécanique	<i>MECANIQUE APPLIQUEE</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Statique des Solides</i>	<i>Page 1</i>

### 1. Solide réel :

Solide dont les atomes et les molécules occupent des positions relativement stables.

C'est à dire :

- La masse du solide reste **constante**
- Il est **Indéformable** (très peu de déformation malgré les sollicitations qu'il peut recevoir).

### 2. Solide déformable :

Solide voyant sa **forme varier** suivant les sollicitations qu'il peut recevoir.

C'est à dire:

- La masse du solide reste **constante**.
- Il est **déformable**.

On distingue parmi les solides déformables:

- Les solides **flexibles**.
- Les solides **élastiques**.
- Les solides **souples**.

### 3. Solide parfait :

- La masse du solide reste **constante**
- Il est **Indéformable**.
- Géométriquement parfait
- Homogène.
- Isotrope

#### DEFINITIONS.

**HOMOGENE** : Corps dont tous les constituants sont de **même** nature.

**ISOTROPE** : Corps dont les propriétés mécaniques sont identiques dans toutes les **directions**.

#### A RETENIR

*Dans les études que nous ferons :*

*Seul le solide parfait sera pris en considération*

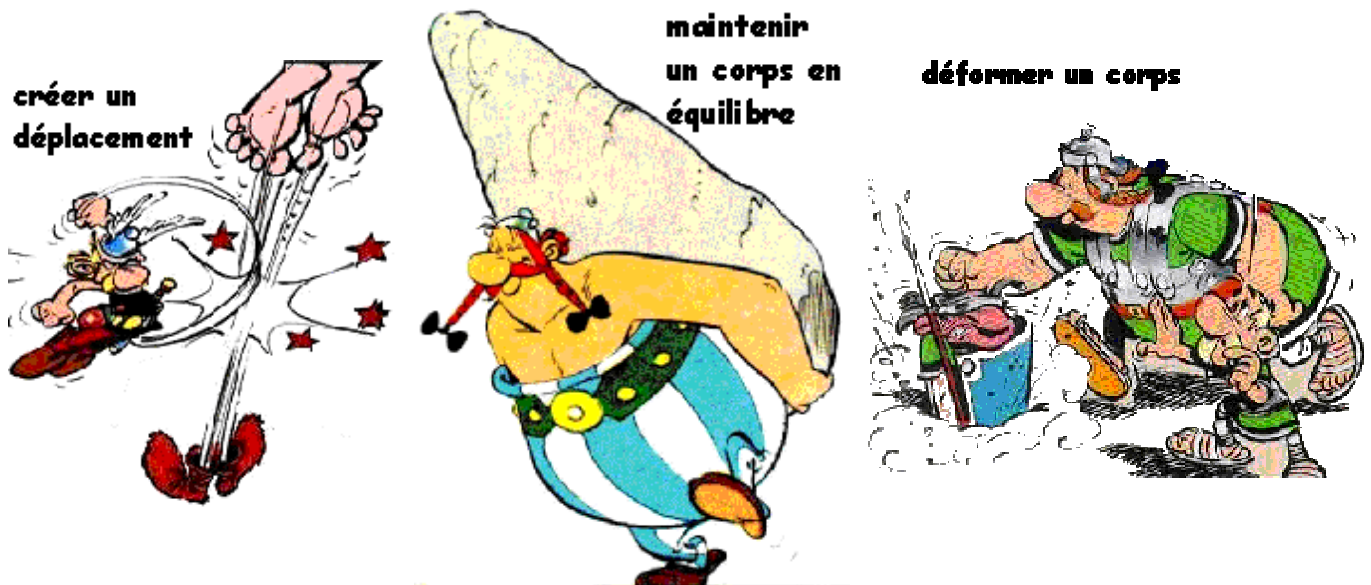


Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 2

**Définition :** La statique est la partie de la mécanique relative à l'équilibre des solides ou des systèmes mécaniques.

#### 4. Les actions mécaniques :

On appelle action mécanique toutes causes susceptibles de :



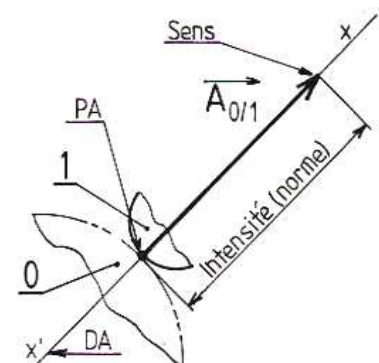
Une action mécanique est modélisable par un vecteur.

#### 5. Les vecteurs :

##### 5.1-Définition d'un vecteur, représentation graphique

Un vecteur est complètement défini si l'on connaît ses 4 paramètres:

- **Le point d'application (origine du vecteur)**
- **La direction (ou droite d'action)**
- **Le sens**
- **L'intensité**



Une force est représentée par un **vecteur**

##### 5.2-Unités

L'unité utilisée pour les forces est le **Newton** symbole **N**

On utilise aussi beaucoup son multiple le **déca Newton** symbole **daN**

Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 3

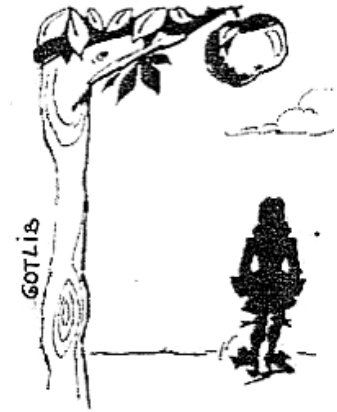
## 6. Classification des actions mécaniques :

Il existe deux types d'action mécanique :

### 6.1- Actions à distances :

Actions dues à des objets éloignés de l'élément étudié.

Exemples :



#### ➤ L'aimantation :

- L'aiguille d'une boussole est soumise à l'action du magnétisme terrestre.
- Le rotor d'un moteur électrique est soumis à l'action de l'électromagnétisme créée par le stator.

#### ➤ L'attraction entre deux corps :

- Le système solaire.
- L'attraction terrestre, un corps proche de la terre est soumis au champ de gravité de celle-ci.



Cette action est appelée **poids** ou **pesanteur**, elle est représenté par un vecteur **poids** dirigé vers le **bas**, appliqué au centre de **gravité**, dont l'intensité est définie par la formule :

$$P = m \times g$$

- Avec :
- P : **poids du corps en newton (N)**
  - m : **masse du corps en kilogramme (kg)**
  - g : **intensité de la pesanteur (N/kg)  $g = 9,81 \text{ N/kg}$**

Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 4

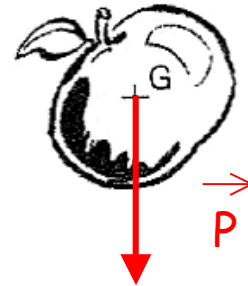
Représentation du poids d'une pomme de 100 g :

- Point d'application : **G**
- Direction : **verticale**
- Sens : **vers le bas**
- Intensité :  $P = m \times g = 0,1 \times 10 = 1 \text{ N}$



**1 kg = 1 000 g**

Echelle des actions : 2 cm  $\Rightarrow$  1N



### 6.2-Actions de contacts (Frottements négligés):

Le fait que deux éléments se touchent, fait apparaître une action mécanique d'un élément sur l'autre.



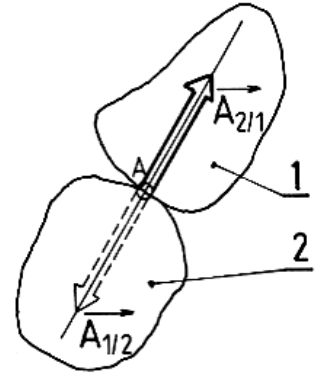
Dans l'étude d'un mécanisme on retrouve les contacts suivants :

- le contact ponctuel
- le contact linéaire
- le contact surfacique

Modélisation : Dans le cas de liaisons parfaites (sans frottements), on représente une action de contact par un vecteur dont deux paramètres sont définis :

- Le point d'application qui est **le milieu (centre)** de la surface de contact.
- Le support qui est **perpendiculaire** à la surface tangente au contact.

- Exemple :
- Colorier l'action mécanique  $\vec{A}_{2/1}$
  - Colorier le solide qui est sollicité par cette action
  - Donner la valeur en newtons du module de cette action (1 mm représente 12N)  $18 \times 12 = 216N$
  - Comparer  $\vec{A}_{2/1}$  et  $\vec{A}_{1/2}$



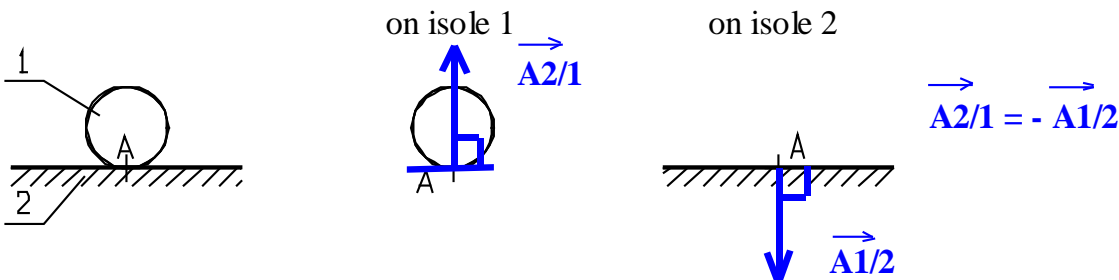
	$\vec{A}_{2/1}$	$\vec{A}_{1/2}$
Point d'application	A	A
Support	droite	droite
Sens	Vers le haut	Vers le bas
Intensité	216N	216N

$\vec{A}_{2/1}$  et  $\vec{A}_{1/2}$  sont 2 actions opposées.

### 6.2.1- Actions ponctuelle ou charge concentrée :

Chaque fois que l'effort de contact est concentré sur un point, l'action peut-être représentée par une force perpendiculaire à la surface de contact et appliquée sur le point de contact.

Exemple : Bille sur plan



### 6.2.2- Actions répartie sur une ligne :

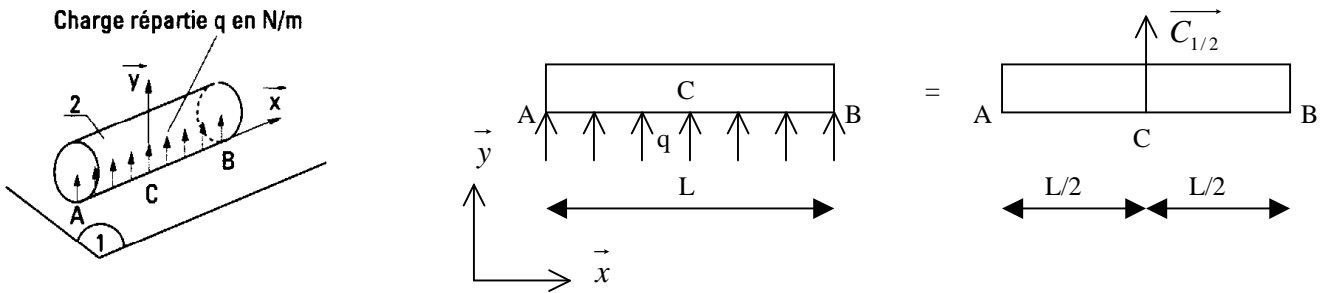
L'effort de contact réparti sur une ligne peut-être représenté par une charge linéique « q » uniforme (unité : N/m). On pourra remplacer une charge linéique uniforme par sa résultante F, telle que :

$$P = q \times l$$

Cette force sera appliquée au centre de la ligne de contact.

Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 6

Exemple : Cylindre sur plan



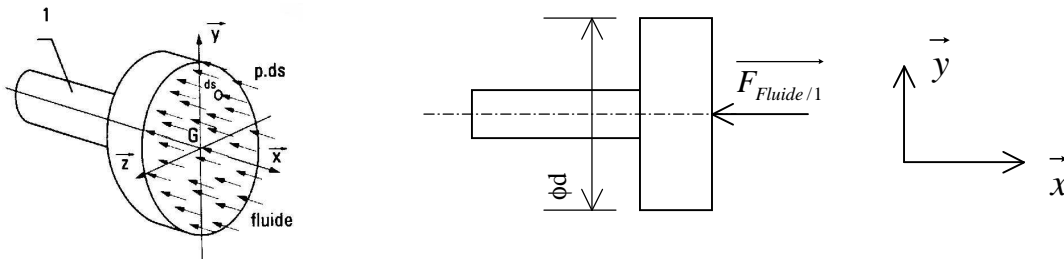
### 6.2.3-Actions répartie sur une surface :

L'effort de contact réparti sur une surface peut être représenté par une pression de contact «  $p$  » uniforme (unité : Bar = 1 daN/cm<sup>2</sup>). On pourra remplacer une pression de contact uniforme par sa résultante  $F$  telle que :

$$F = p \times S$$

Cette force sera appliquée au centre de gravité de la surface.

Exemple : Piston de vérin



Action résultante due à un effort de pression:

$$\|F_{Fluide/1}\| = p \cdot s = p \cdot \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$$

$\swarrow$  N                       $\downarrow$  N/mm<sup>2</sup> = MPa                       $\searrow$  mm<sup>2</sup>

Rappel : 1 bar = 0,1 MPa = 10<sup>5</sup> Pa = 1 daN/cm<sup>2</sup>  
1 MPa = 10<sup>6</sup> Pa

Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 7

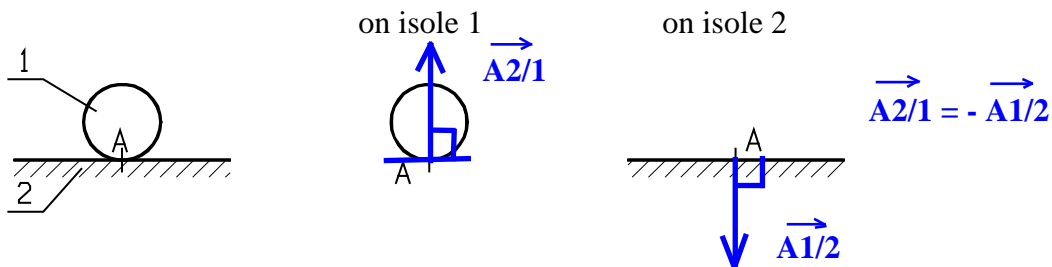
## 7. Principe des actions mutuelles

Pour 2 solides en contact et en équilibre, repères 1 et 2, l'action exercée par le solide 1 sur le solide 2 est égale et directement opposée à l'action du solide 2 sur le solide 1

Remarque:

S'il n'y a pas de frottement les actions sont perpendiculaires au plan tangent aux 2 surfaces de contact et sont dirigées vers l'intérieur de la matière

Exemple:

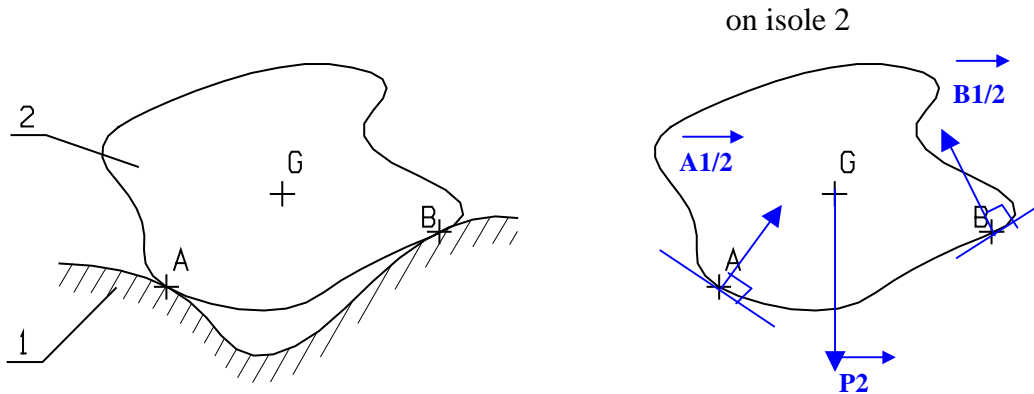


## 8. Isoler un système

Pour isoler un système:

- Commencer par dessiner ce système seul dans la même position
- À l'emplacement de chaque contact supprimé tracer l'action exercée en tenant compte du principe des actions mutuelles
- Tracer les actions à distance sauf quand elles sont négligées

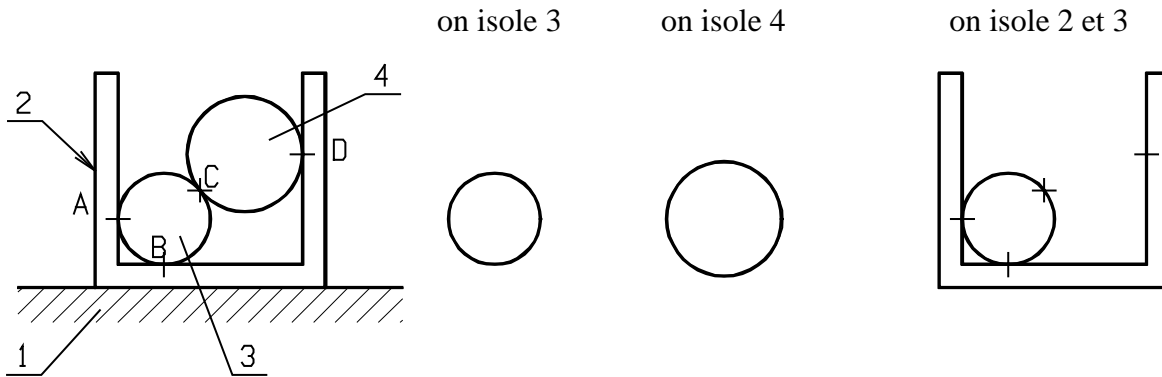
Exemple:



Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 8

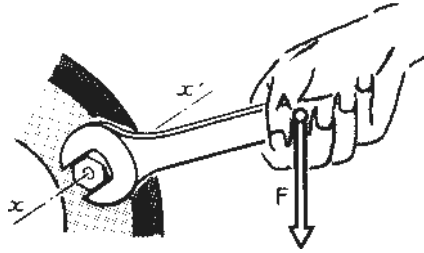
## 9. Exercice

Soit l'ensemble ci-dessous composé des 4 pièces 1, 2, 3 et 4, le poids de la pièce 2 étant négligé.  
On vous demande d'isoler les systèmes suivants:

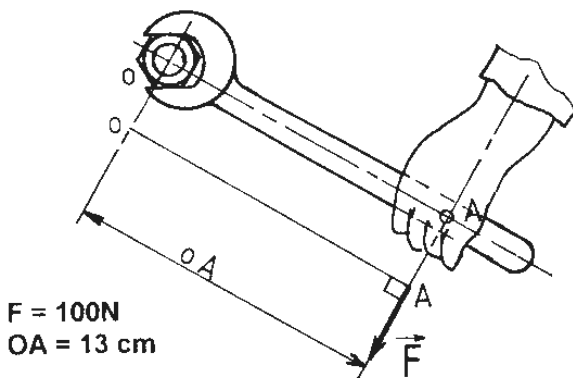


Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	Statique des Solides	Page 9

## 10. Moment



### 10.1- Moment d'une force par rapport à un point

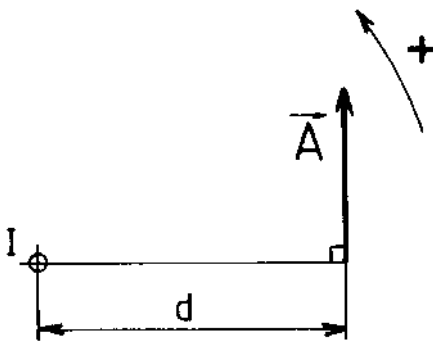


On appelle moment d'une force  $F$  par rapport à un point  $O$ , noté  $M_O(F)$  le produit de la force par la distance de la force au point (bras de levier)

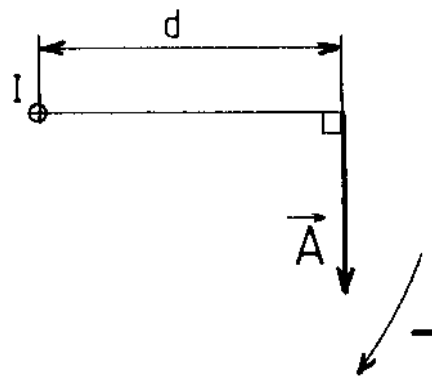
$$\vec{M}_O(F) = F \times OA = F \times d$$

Unité: N.m (Newton x mètre)

### 10.2- Convention de signe



$$M_{I(\vec{A})} > 0$$



$$M_{I(\vec{A})} < 0$$

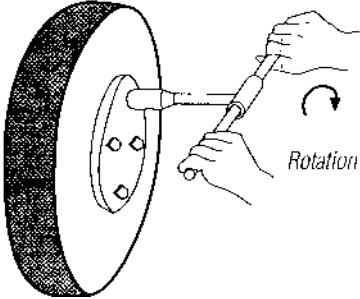
### 10.3- Moment résultant de plusieurs forces

Le moment résultant en un point  $O$  de plusieurs forces  $F_1, F_2, \dots, F_n$  est égal à la somme algébrique des moments en  $O$  de chacune des forces

$$M_O(\vec{R}) = M_O(\vec{F}_1) + M_O(\vec{F}_2) + \dots + M_O(\vec{F}_n)$$

Construction Mécanique	<i>MECANIQUE APPLIQUEE</i>	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	<i>Statique des Solides</i>	<i>Page 10</i>

### 10.4- Couple de forces



Un couple de force est un système formé de deux forces ayant même direction, même intensité et sens contraire, appliquées en deux points différents non situés sur la même ligne d'action.

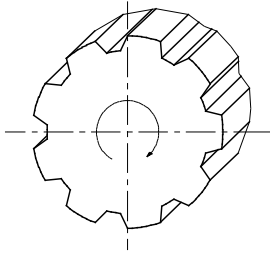
On appelle moment d'un couple  $C$  par rapport à un point  $O$  le produit de l'intensité de la force par la distance entre les droites d'action.

$$M_o(C) = F \times d$$

❶ Actions réparties autour d' un axe :	❷ Couple de forces :	❸ Force(s) distante(s) de l'axe de rotation:
--	----------------------	--

Exemples :

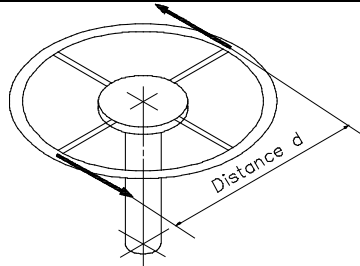
- Transmission d' énergie par cannelures par un ajustement serré
- Action d' une main sur un tournevis



Le moment du couple est noté : **C**  
Il vaut la somme des moments de toutes les actions réparties

Exemples :

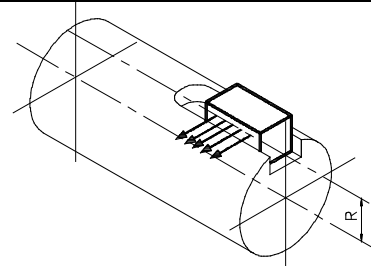
- Action sur un volant, sur une clé de mandrin de tour, sur une vrille .



Le moment du couple vaut :  
**C = F x d**

Exemples :

- Transmission d' énergie par clavette
- Serrage d' un écrou avec une clé
- Entraînement d' une poulie par courroie



Le moment du couple vaut :  
**C = F x R**