

## 1. DEFINITION D'UNE ACTION MECANIQUE

D'une façon générale, on appelle action mécanique toute cause physique susceptible :

- de maintenir un corps en équilibre (statique)
- de créer, de maintenir ou de modifier un mouvement (cinématique)
- de déformer un corps (résistance des matériaux)

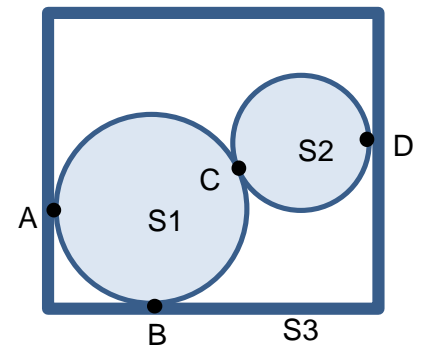
## 2. CLASSIFICATION DES ACTIONS MECANIQUES

Les actions mécaniques sont classées en deux familles:

- Les **actions mécaniques à distance** (champ de pesanteur, champ magnétique)
- Les **actions mécaniques de contact** (dans les liaisons mécaniques)

Un ensemble de corps étant défini (isolement), on distingue les actions mécaniques **extérieures**, des actions mécaniques **intérieures** à cet ensemble.

*Exemple :* Considérons les solides suivant : S1, S2 et S3  
Soit E : l'ensemble (S1+S2)



❖ **LE BILAN DES ACTIONS MECANIQUES EXERCEES SUR E EST :**

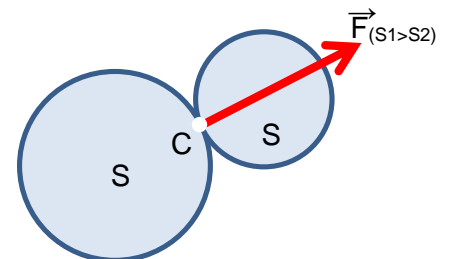
- **Actions mécaniques extérieures** qui agissent sur l'ensemble E :
  - Poids de l'ensemble E (action mécanique à distance : Poids de S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>).
  - Réactions d'appui exercées par S<sub>3</sub> sur l'ensemble E aux points A, B et D (actions mécaniques de contact).
- **Actions mécaniques intérieures** au système E :
  - Action réciproque entre S1 et S2, exercée au point C

## 3. FORCE ? MOMENT ? COUPLE ?

### 3.1 NOTION DE FORCE

On appelle **force**, l'action mécanique (attraction ou répulsion) qui s'exerce mutuellement entre deux solides. Ces deux solides ne sont pas obligatoirement en contact.

- Une force s'applique en un **point**.
- L'action mécanique exercée par une force sur une pièce dépend de :
  - l'intensité de la force
  - la direction de la force
  - du sens de la force



L'entité mathématique « **Vecteur** » est, lui aussi caractérisé par sa **Norme**, sa **Direction** et son **Sens**. Une force sera donc modélisée par un vecteur, associé à un **Point d'application**.

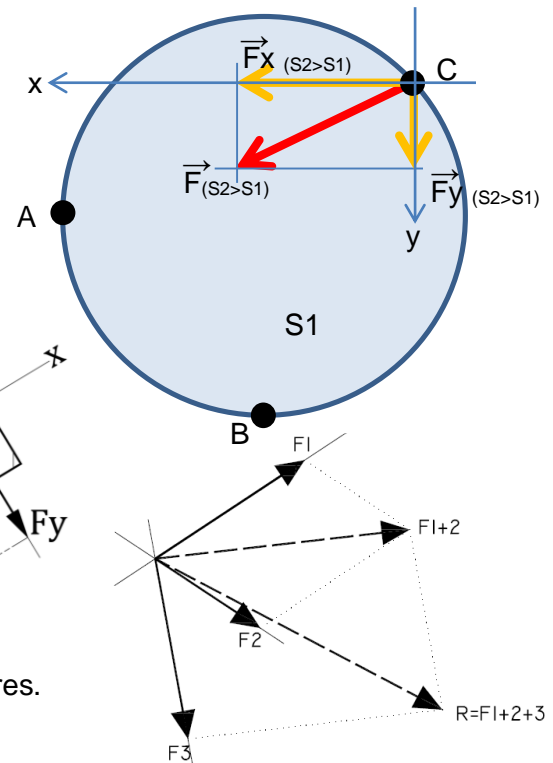
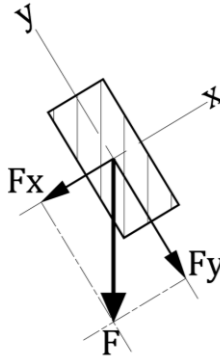
- **Unité :** Une force s'exprime en Newton (sur terre 10 N = 1 daN = 1 kg)
- **Notation :**  $\vec{F}_{S1>S2}$
- **Ordre de grandeur :** Une personne de masse 70 Kg a un poids d'environ 700 N, soit, 70 daN.

## ❖ DECOMPOSITION D'UNE FORCE

Une force  $F$  peut-être décomposée en deux autres forces, dans un repère orthonormé  $(x,y)$ . On appelle **composantes** les deux nouvelles forces obtenues, dont la somme vectoriel est équivalente à la première.

Exemple dans le cas d'une panne à devers :

- On souhaite décomposer la force  $F$  qui représente le poids de la couverture dans les deux directions principales de la panne,  $x$  et  $y$  :
- On obtient deux nouvelles forces,  $F_x$  et  $F_y$ , composantes de  $F$ .



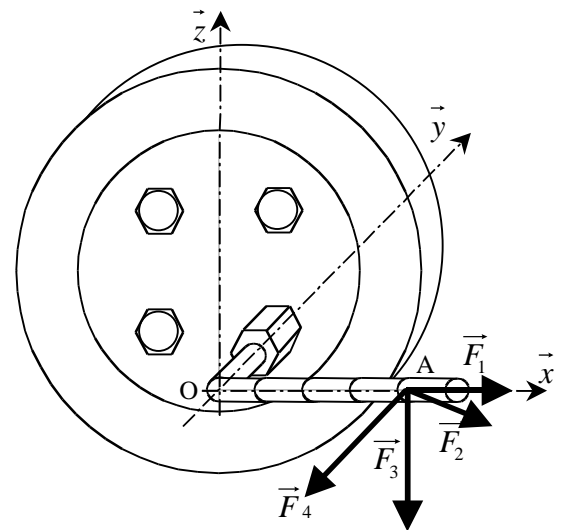
## ❖ COMPOSITION DE PLUSIEURS FORCES

Cette opération est l'inverse de la précédente. On appelle **résultante** cette nouvelle force qui remplace les premières.

## 3.2 NOTION DE MOMENT

Considérons un utilisateur qui souhaite, à l'aide d'une clé, fixer la jante d'un véhicule automobile.

- Il positionne sa main au point A. Puis il commence par exercer une force  $F_1$  intégralement portée par  $x$ . Malgré sa bonne volonté, il n'arrive pas à obtenir le serrage de la vis.
- Il décide, alors, d'incliner légèrement son action mécanique pour obtenir la force  $F_2$  portée par  $x$  et  $-z$ . Le serrage semble s'amorcer.
- Finalement il exerce une force  $F_3$  intégralement portée par  $-z$ . Son action mécanique semble être efficace...
- Pour retirer sa clé, il exercera une force  $F_4$  intégralement portée par  $y$ .



L'exemple précédent montre que les effets physiques d'une **A.M.** dépendent de :

- la position du point d'application
- l'orientation dans l'espace (direction et sens) de la force  $F$  associée à cette A.M.

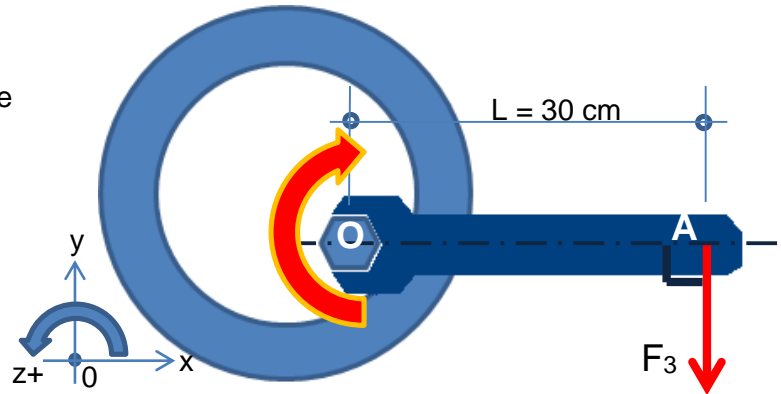
Nous sommes donc conduits à introduire la notion **de moment de la force  $F$  par rapport à un point** pour caractériser complètement l'A.M.

- Une force  $F$  exercée sur un levier, à la distance  $L$  d'un point A, crée un moment de rotation autour de l'axe  $z$  ;
- Ce moment est noté  $M_{F,A}$  ;
- Sa valeur est égale à  $F$  [N] \*  $L$  [m].

## ❖ ETUDE DU PROBLEME EN PLAN :

La distance entre le **point d'application** (A) et le **centre de rotation** (O) est de 30 cm.

- La longueur du bras de levier est de :
  - **0.30 m**
- La direction de la force  $F_3$  :
  - **perpendiculaire** au bras de levier
- Le sens de la force  $F_3$  :
  - **-y**



**Quelle force  $F_3$  dois-je appliquer pour serrer l'écrou au couple préconisé ?**

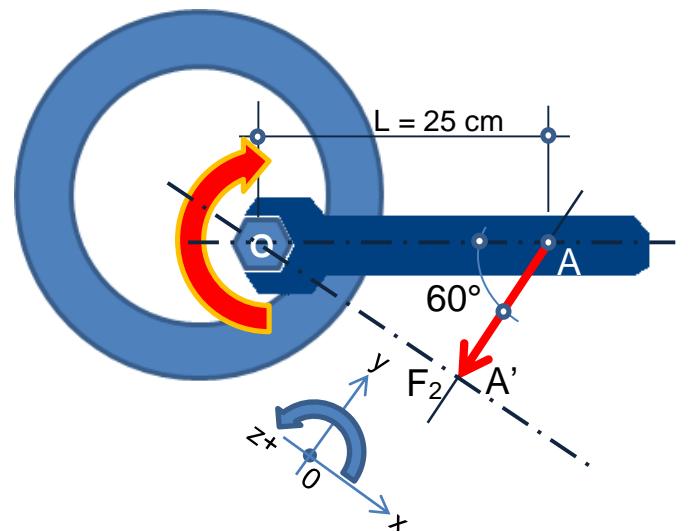
*Nota : Le moment de serrage moyen d'un goujon de roue est de 3 kg.m soit 30 N.m.*

- Moment de  $F_3$  en O, noté  $M_{F_3,O} = - L * F_3$
- $F_3 = - M_{F_3,O} / L$
- $F_3 = - 30 / 0.3 = - 100 \text{ N}$

**Il faut appliquer une force de 100 N (soit l'équivalent de 10 kg), de direction verticale et de sens -y**

Maintenant, pour une raison quelconque, je dois forcer sur la clé dans la position suivante :

- Le bras de levier est réduit à :
  - **0,25 m**
- La direction de la force  $F_2$  :
  - **60° / direction** du bras de levier
- Le sens de la force  $F_3$  :
  - **-y**



## ❖ SOLUTION :

- Calculer la longueur utile du bras de levier ( $OA'$ )

**Quelle force  $F_2$  dois-je appliquer pour serrer l'écrou au couple préconisé ?**

$$OA' / OA = \sin 60^\circ; OA' = OA \times \sin 60^\circ$$

$$OA' = 21.6 \text{ cm}$$

Le moment exercé par  $F_2$  en O :

$$M_{F_2,O} = F_2 \times OA'; F_2 = M_{F_2,O} / OA'$$

$$F_2 = 30 / 0.216 = 139 \text{ N}$$

**Il faut appliquer une force de 139 N, soit l'équivalent de 14 kg...**

## 3.3 NOTION DE COUPLE

Notre opérateur souhaite desserrer la vis bloquée installée sur la jante. Après avoir utilisé le premier modèle de clé sans grande réussite, il préfère utiliser un modèle de type « croix ». Il pose ses mains en A et en B et exerce deux forces  $F_A$  et  $F_B$  telles que :

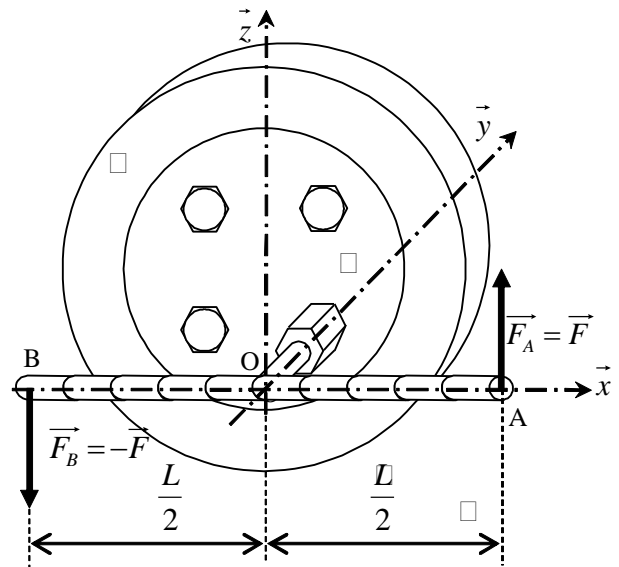
- $F_A = -F_B = |F|$

Un rapide calcul lui donne les moments par rapport au point O de ces deux forces :

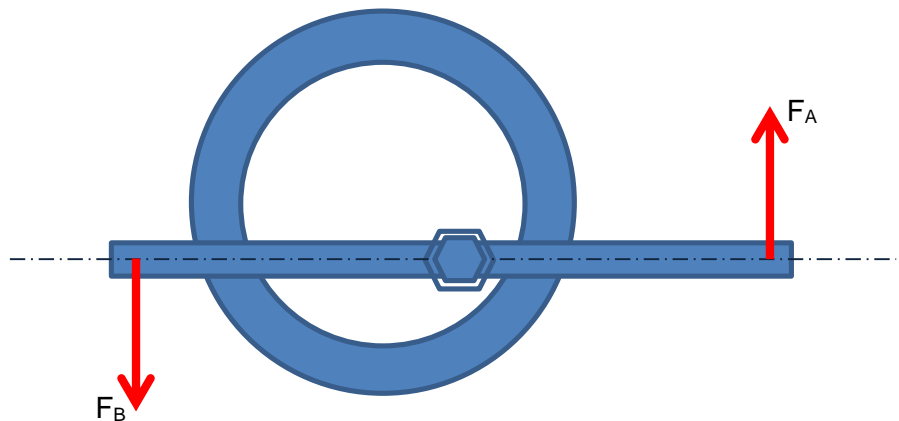
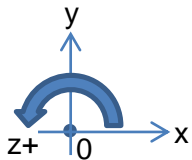
$$M_{\vec{F}_A, O} = M_{\vec{F}_B, O} = \vec{F} * \frac{L}{2}$$

Le bilan des A.M. exercées par l'utilisateur sur la croix est composé :

- d'une résultante des forces : 
$$\vec{R} = \vec{F}_A + \vec{F}_B = 0$$
- d'un moment résultant par rapport au point O : 
$$\vec{M}_R = \vec{F}_A * \frac{L}{2} + \vec{F}_B * \frac{L}{2} = \vec{F} * L$$
- La résultante de ces deux forces est nulle. Par contre, ces mêmes deux forces génèrent un moment que l'on appellera : un **Couple**.



### ❖ ETUDE EN PLAN



Quelle force F dois-je appliquer pour serrer l'écrou au couple préconisé ?

--	--