

CH6

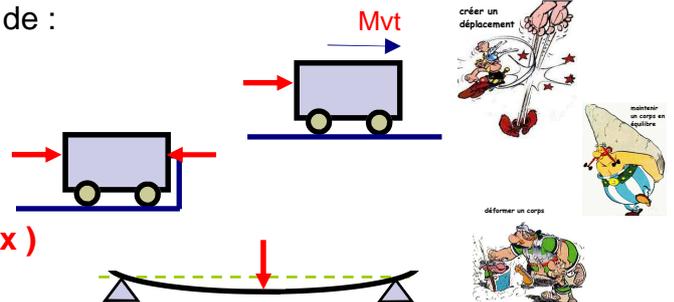
Modélisation des actions mécaniques

Objectif : Modéliser les actions mécaniques (forces) agissant sur un système .

I - NOTION D'ACTION MECANIQUE - NOTION DE FORCE .

On appelle action mécanique, toute cause capable de :

- Créer un mouvement (Dynamique)
- Interdire un mouvement (Statique)
- Déformer un solide (Résistance des matériaux)



Les actions mécaniques représentent des efforts réels entre solides réels.

Lorsqu'une action mécanique provoque , (ou peut provoquer) sur un solide, un mouvement de **TRANSLATION** , elle définit **FORCE** .

2 - DIFFERENTES CATEGORIES D'ACTIIONS EXTERIEURES . Une force provoque ou interdit le mouvement de translation

Elles sont de deux types :

Celles qui résultent d'un contact Celles qui ne résultent pas d'un contact

- Contact surfacique
- Contact linéique
- Contact ponctuel

- La pesanteur
- Force électromagnétique

2.1 - La pesanteur.

Chaque solide possède sa masse propre , elle est soumise à l'attraction de la terre et répond à la loi suivante :

$$P = M \cdot g$$

M : Masse en kg
g : Accélération de la pesanteur m/ s²
P : poids en Newton

Le coefficient de la pesanteur se calcule de la façon suivante :

$$g = G \cdot \frac{M_T}{R^2}$$

M_T : masse de la terre $6 \cdot 10^{24}$ kg
 R : rayon de la terre $6,37 \cdot 10^6$ m
 G : $6,67407 \cdot 10^{-11}$ m³kg⁻¹

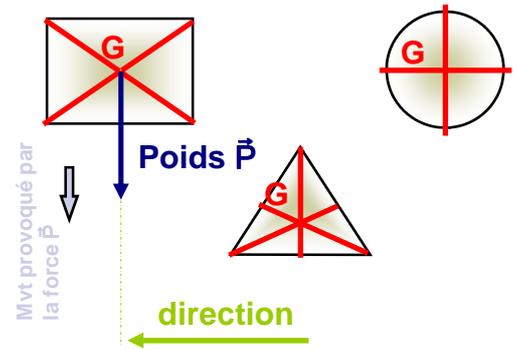


Point d'application : **centre de gravité du solide**

Mouvement provoqué : **translation verticale**

Direction : **la verticale**

Sens : **Vers le bas**

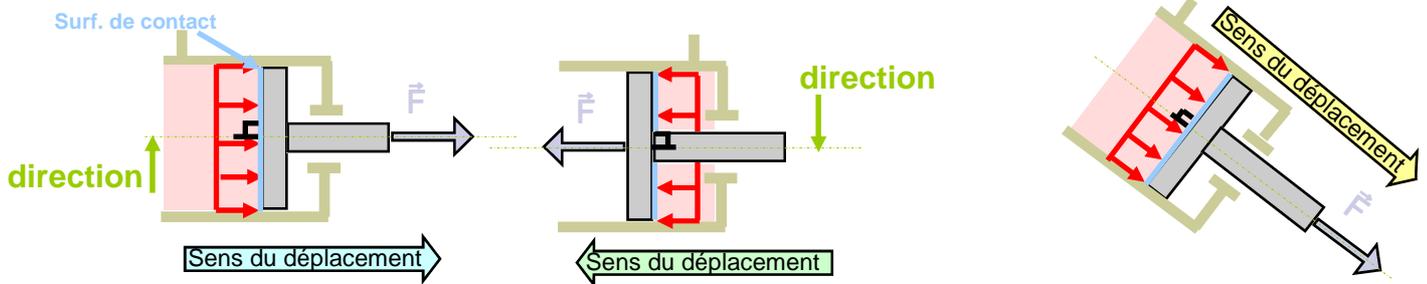


2.2 - Force de contact .

- Cas de la force qui s'applique sur une surface :

Exemple : action de l'huile sur le piston d'un vérin

L'action de contact d'un fluide de pression p répartie sur la surface d'un solide peut être schématisée par une pression de contact uniforme ou non .



On modélise l'ensemble des forces de pression par une résultante \vec{F} .

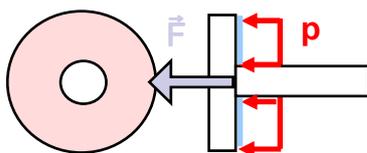
$$F = p \cdot S$$

F : FORCE RESULTANTE EN daN (1 daN = 10 N)
p : PRESSION EN daN/cm²
S : SURFACE EN CONTACT AVEC LE FLUIDE EN cm²

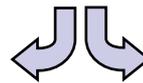
unité de pression :

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ daN} / \text{cm}^2$$

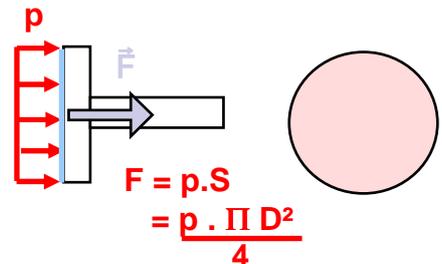
Rentrée de tige



$$F = p \cdot S \\ = \frac{p \cdot \Pi (D^2 - d^2)}{4}$$



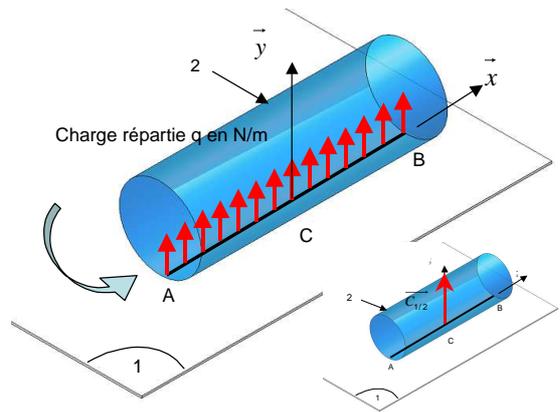
Sortie de tige



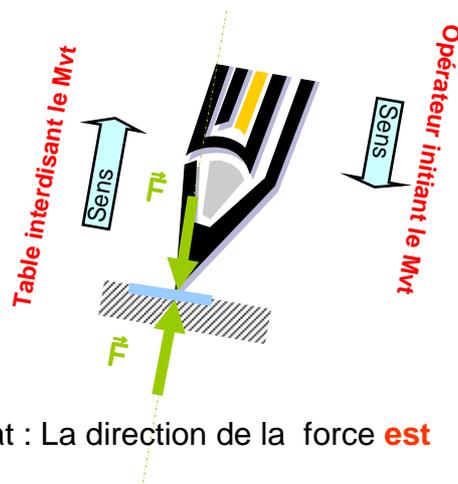
- Cas de la force qui s'applique sur une ligne :

Exemple : Tube sur la table

La force \vec{F} appliquée sur le dessus du tube se répartie suivant une ligne au niveau de la table , cette charge linéique peut être uniforme ou pas .



Une action est dite ponctuelle chaque fois que l'effort de contact est concentré en un point ou sur une toute petite surface .



Quelque soit la nature du contact un seul résultat : La direction de la force **est perpendiculaire à la surface de contact** .

Point d'application : point de contact
Mouvement provoqué OU interdit : **translation**
Direction : **perpendiculaire à la surface de contact**
Sens : **celui du mouvement souhaité**

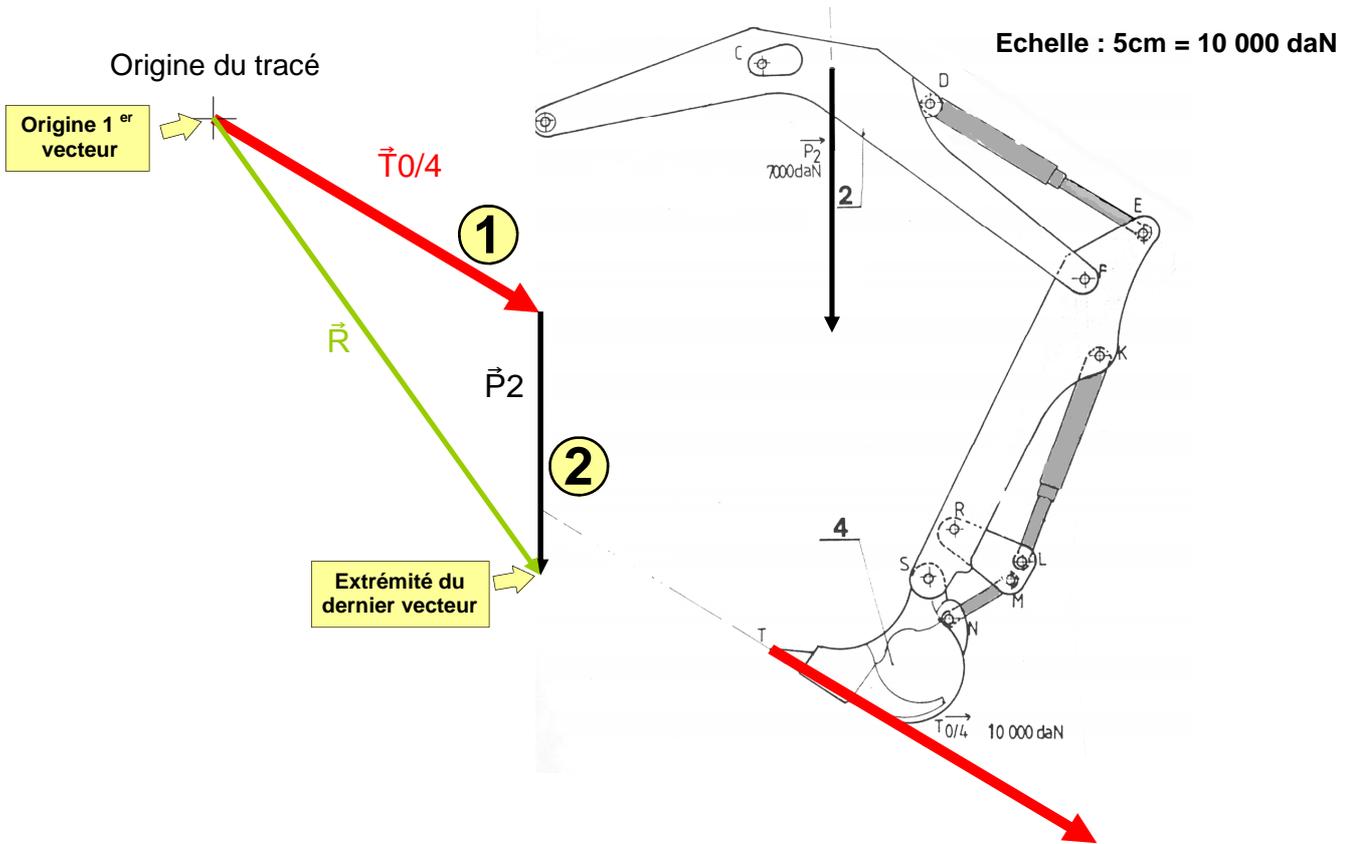
3 - L' OUTIL MATHEMATIQUE A MAÎTRISER.

3.1. ADDITION DE VECTEURS (suite)- Résultante de deux forces .

Ce point a déjà été abordé lors d'un chapitre précédent . Nous ne reviendrons pas sur la méthode à utiliser . La nouveauté réside dans le fait que nous déterminerons ici le point d'application de cette résultante . Les deux forces représentées sur la page suivante sont totalement définies .

- Déterminer graphiquement la résultante : $\vec{R} = T0/\vec{4} + P\vec{2}$.

- Cas de forces non parallèles :



La résultante correspond à la somme vectorielle des deux vecteurs connus et remplace maintenant les deux vecteurs pour la suite du problème .

- Méthode -

1 - Définir le point d'application de la résultante :

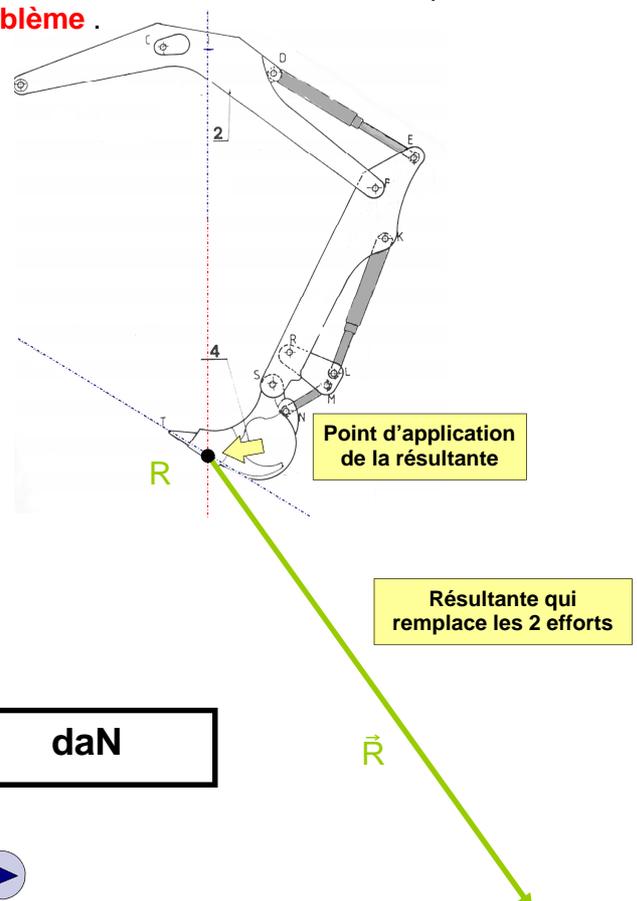
C'est le point d'intersection des deux directions ici nous le nommons R .

2 - Construire la résultante :

Tracer à la suite du premier vecteur $\vec{T}_{0/4}$, le vecteur \vec{P}_2 , la résultante a pour origine l'origine de $\vec{T}_{0/4}$ et pour extrémité, l'extrémité de \vec{P}_2 .

3 - Reporter à l'échelle la résultante en son point d'application :

longueur 7,43 cm soit $7,43 \times 10\ 000 / 5$



$R = 14\ 860 \text{ daN}$

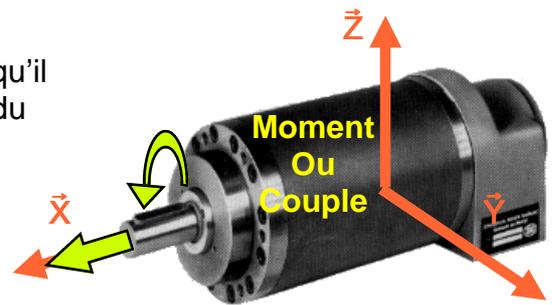
4 - Moment d'une force par rapport à un point . Un moment provoque ou interdit le mouvement de rotation

4.1 - Notion de Moment , de couple .

Le moment ou le couple est cet effort en rotation qu'il faut produire pour créer le mouvement en rotation du rotor , il se schématise de deux manières :

- par une double flèche droite
- par une double flèche circulaire

Il se schématise toujours sur l'axe de rotation
Ou autour de l'axe de rotation

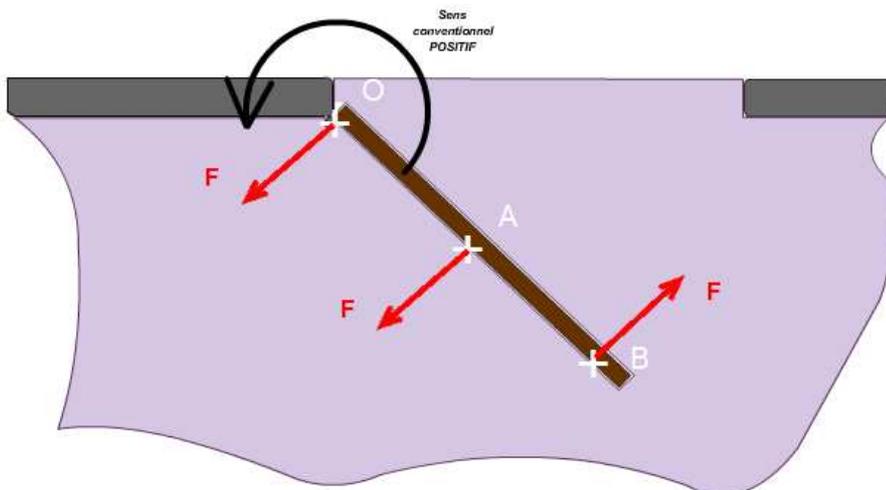


4.2 - Calcul du Moment , du couple .

4.2.1 - Grandeurs physiques intervenant dans le calcul .

4.2.1.1- Le signe du moment

Si vous exercez un effort F successivement en O, A et B, que constatez vous?



Notez que vous ne pouvez exercer qu'un seul effort à la fois

- Effort en O : Rotation +
- Effort en O : pas de Rotation
- Effort en O : Rotation -
- Effort en A : rotation +
- Effort en A : rotation -
- Effort en B : rotation +
- Effort en B : rotation -

Vérifier la réponse

Cocher les bonnes réponses.



L'intensité de l'effort F que vous appliquez sur la porte :

- reste le même quelque soit le point où il est appliqué .
- augmente au fur et à mesure que je m'éloigne de l'axe de rotation .
- diminue au fur et à mesure que je m'éloigne de l'axe de rotation .

Cocher les bonnes réponses.

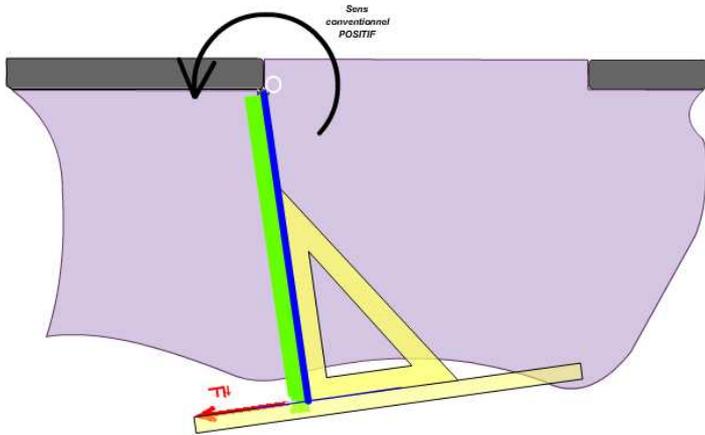
Vérifier la réponse

- Méthode directe :

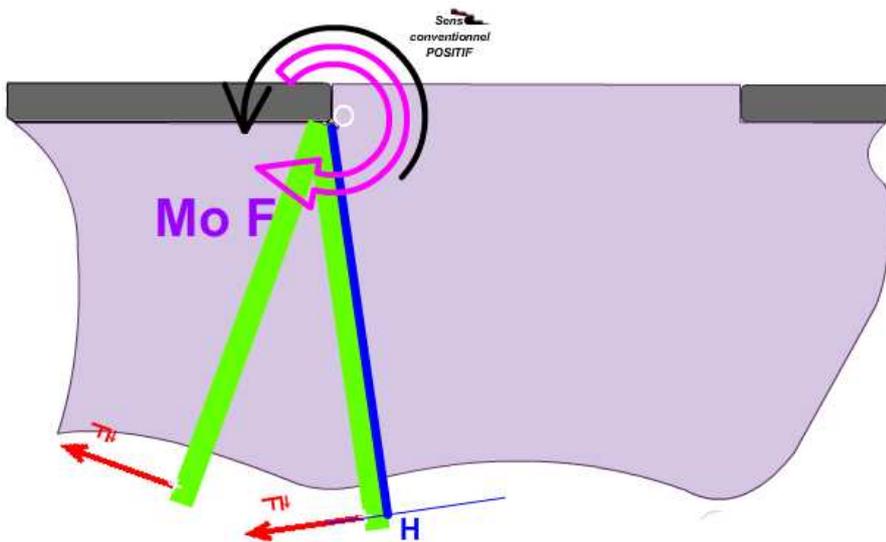
Le moment est égal au produit de la **distance** par l'**intensité** de la **force**, il vous appartient de définir le **signe**.

$$\| M_A \vec{F} \| = \pm d \cdot \| \vec{F} \|$$

Particularité : la distance correspond à la distance la plus petite entre la **direction** ou le **support de la force** et l'axe de **rotation**.



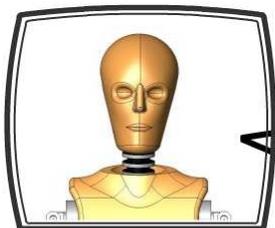
- Modéliser sur la figure ci-contre :
- La distance d.
 - Le moment .
 - puis effectuer le calcul :



- Récapitulation :

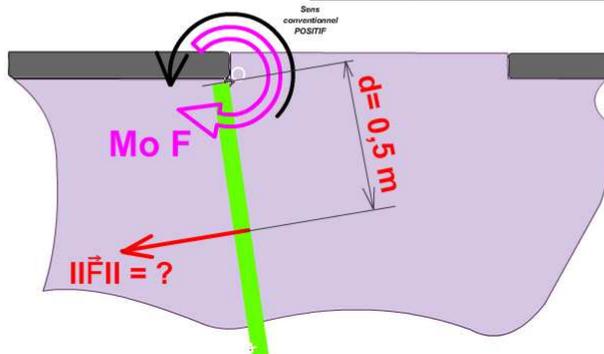
$$M_o F = +/- d \cdot F$$

$$M_o F = - 1 \cdot 50$$

$$= - 50 \text{ N.m}$$


Pour aller plus loin, interprétation du résultat :

- 1- Le produit (dxF) peut être assimilé à une "surface".
- 2- Le moment MoF nécessaire à l'ouverture de la porte est de 50 N.m .Quel devrait être l'intensité de l'effort F que je devrais fournir si j'exerçais celui-ci à 0,5 m de l'axe de rotation?



Votre réponse :

F = 100 N ✓

Correct

Suite ➔
Retour au menu

- Objectif :

Je dois faire un peu d'exercice pour rester en forme ! Pour cela je dois être capable de soulever des altères de 10kg et donc ... vous devez déterminer le couple du moteur capable de le faire, celui-ci sera implanté au niveau de l'articulation de mon épaule.
Bonne recherche !

- Données :

$OG = 700 \text{ mm}$

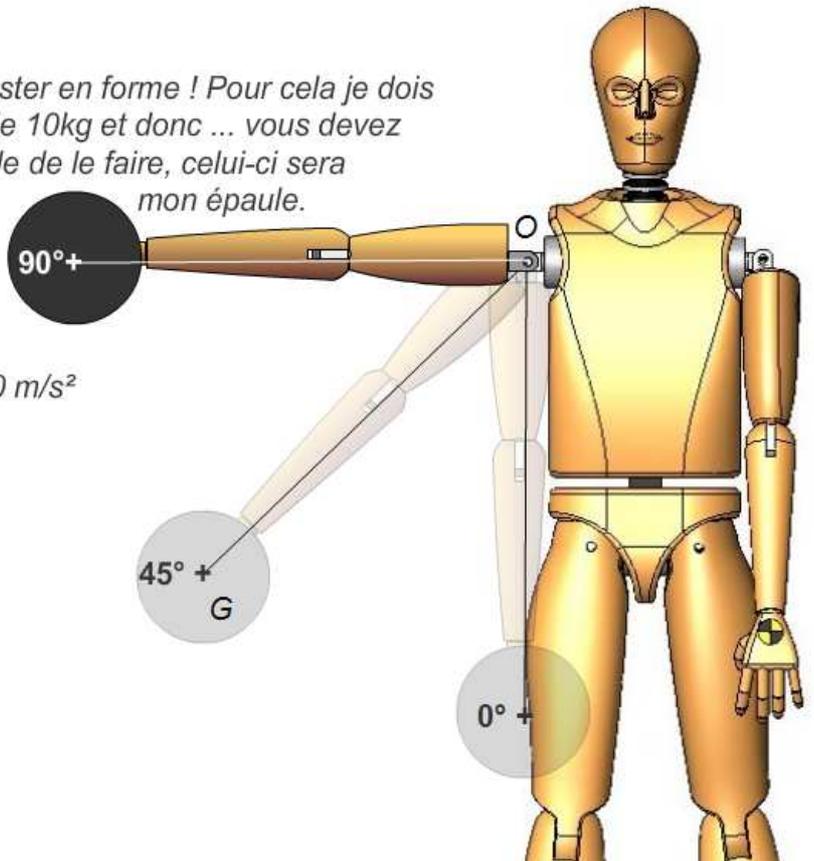
Accélération de la pesanteur $g=10 \text{ m/s}^2$

- Calculer le poids P de l'altère .

$P = \text{100} \text{ N}$

- D'après vous pour quelle position du bras le moment au niveau de l'articulation de l'épaule sera le plus important ?

$\alpha = \text{90} \text{ }^\circ$ ✔
Correct



- Schématiser sur la figure ci-contre les moments :

- $M_o \vec{P}$ et $M_o \vec{Moteur}$

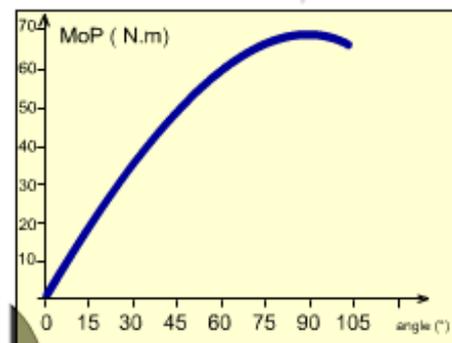
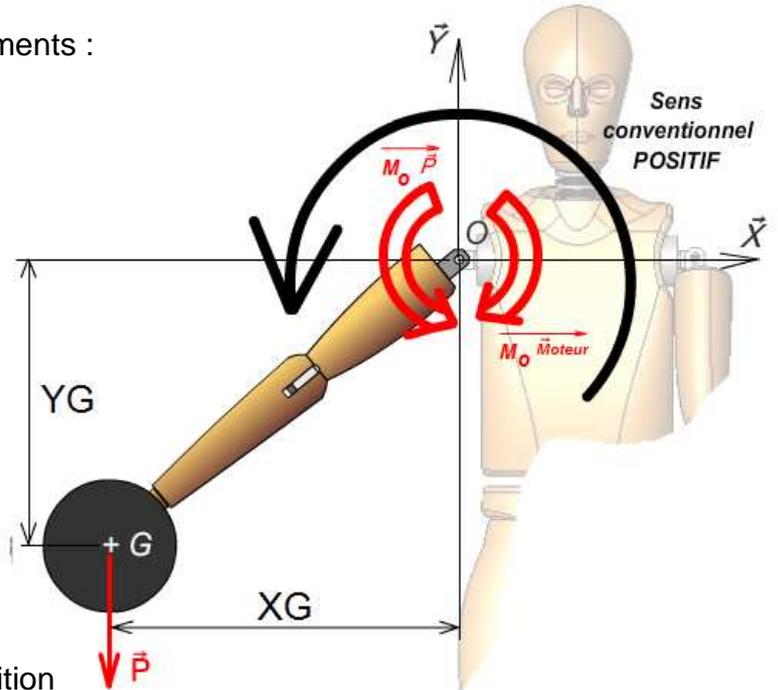
- Formule littérale du calcul du moment :

$M_o \vec{P} = + XG \cdot P$

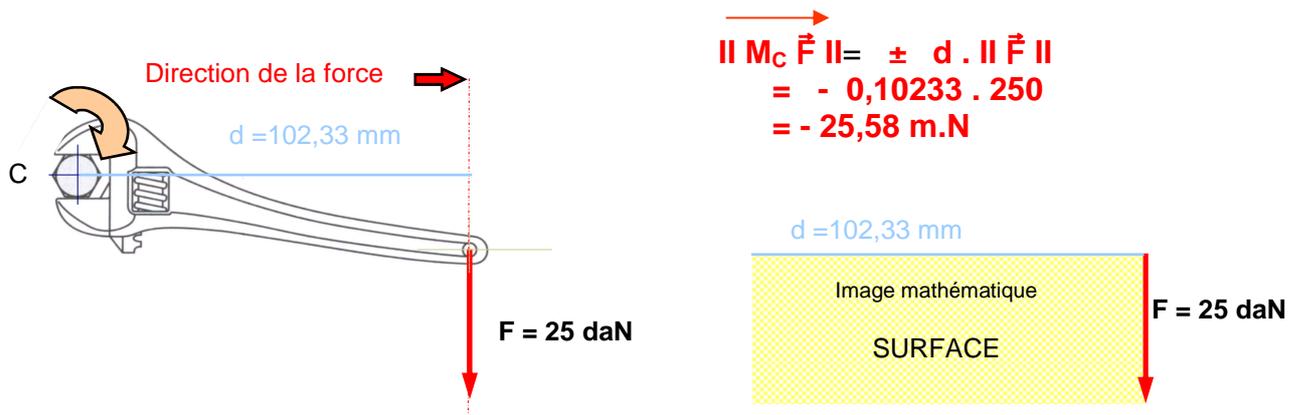
- Valeur du moment $M_o \vec{Moteur}$ pour le cas le plus défavorable $\alpha = 90^\circ$.

$M_o \vec{Moteur} = - 70 \text{ N.m}$

- Évolution du moment en fonction de la position du bras : (Tracez la courbe)



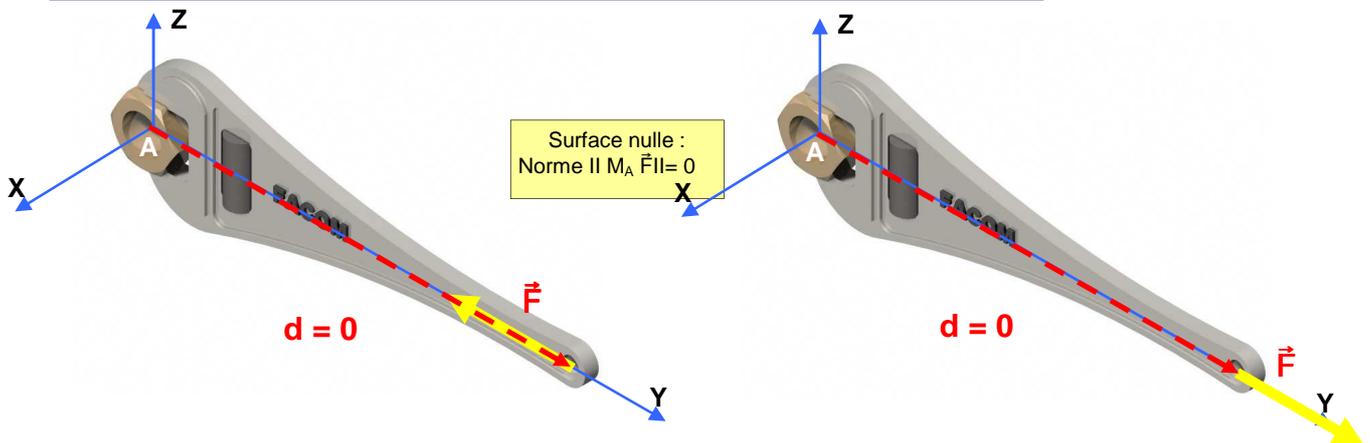
Application :



$$\begin{aligned} \|\vec{M}_C \vec{F}\| &= \pm d \cdot \|\vec{F}\| \\ &= - 0,10233 \cdot 250 \\ &= - 25,58 \text{ m.N} \end{aligned}$$

Le cas de figure le plus efficace est le cas n°2 car le moment au point C est le plus grand, efficacité maximale lorsque le bras fait un angle droit avec la clé.

3.3. Cas particuliers où le moment est NUL .



Si le MOMENT est nul cela implique au point de vue de l'interprétation mathématique que la **surface est nulle**, d'autre part sachant que le moment provoque un mouvement **de rotation si celui-ci est Nul alors la rotation est interdite**.

Schématisez à partir du point F sur chacune des figures ci-dessus les deux cas où la force \vec{F} ne provoque pas la rotation de l'écrou.

3.4 - Moment Résultant de plusieurs forces .

Le moment résultant en un point A quelconque de plusieurs forces $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ est égal à la somme vectorielle des moments en A de chacune des forces.

ce vecteur appelé moment résultant en A :

$$M_A \vec{R} = M_A \vec{F}_1 + M_A \vec{F}_2 + \dots + M_A \vec{F}_n$$

- EXEMPLE AVEC DEUX FORCES

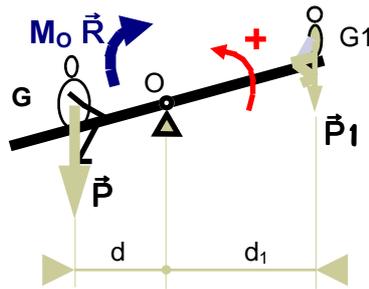
- Données :

$$P_1 = 41,5 \text{ daN}$$

$$P = 47,1 \text{ daN}$$

$$d = 1,7 \text{ m}$$

$$d_1 = 2 \text{ m}$$



IL faut **calculer le Moment de chaque force** .

$\vec{M}_O \vec{R} = \vec{M}_O \vec{P} + \vec{M}_O \vec{P}_1$

$$\begin{aligned}
 \|\vec{M}_O \vec{R}\| &= \|\vec{M}_O \vec{P}\| + \|\vec{M}_O \vec{P}_1\| \\
 &= +1,7 \times 471 + -2 \times 415 \\
 &= 800,7 - 830 = -29,3 \text{ mN}
 \end{aligned}$$

- **Remarque :**

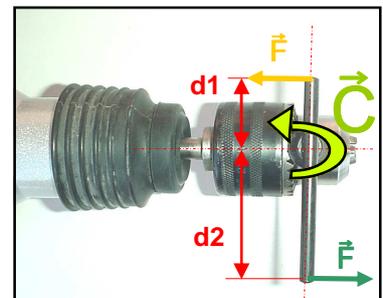
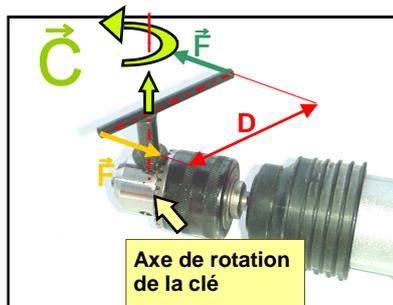
Si le moment résultant est **non nul** , le signe de ce dernier permet de définir le sens de **rotation** par rapport au sens conventionnel choisi.

Si le moment résultant est **nul**, il y a **équilibre** en rotation .

3.5 - Notion de couple .

C'est un système de 2 forces de même intensité, de directions parallèles et de sens opposés.

Ce système n'admet pas **de résultante (donc pas de translation)**



Moment résultant du couple

le moment résultant en O d'un couple, est égal à : $d_1 \times F + d_2 \times F$ soit $C = D \times F$ D étant la distance entre les deux forces .



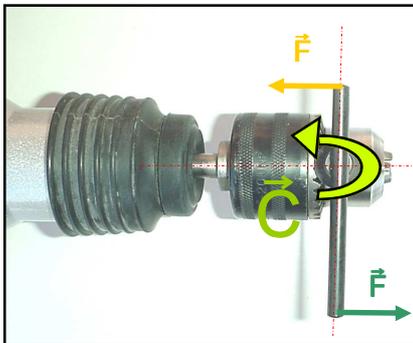
Convention de signe :

Un couple se représente comme le vecteur moment .

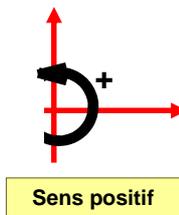
Pour un couple :

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

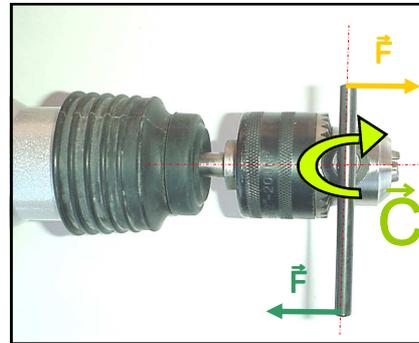
$$M_o \vec{R} \neq \vec{0}$$



Le Couple ou le Moment du couple est positif :
 $\|\vec{C}\| = \|M_o \vec{C}\| > 0$



Sens positif



Le Couple ou le Moment du couple est négatif :
 $\|\vec{C}\| = \|M_o \vec{C}\| < 0$