

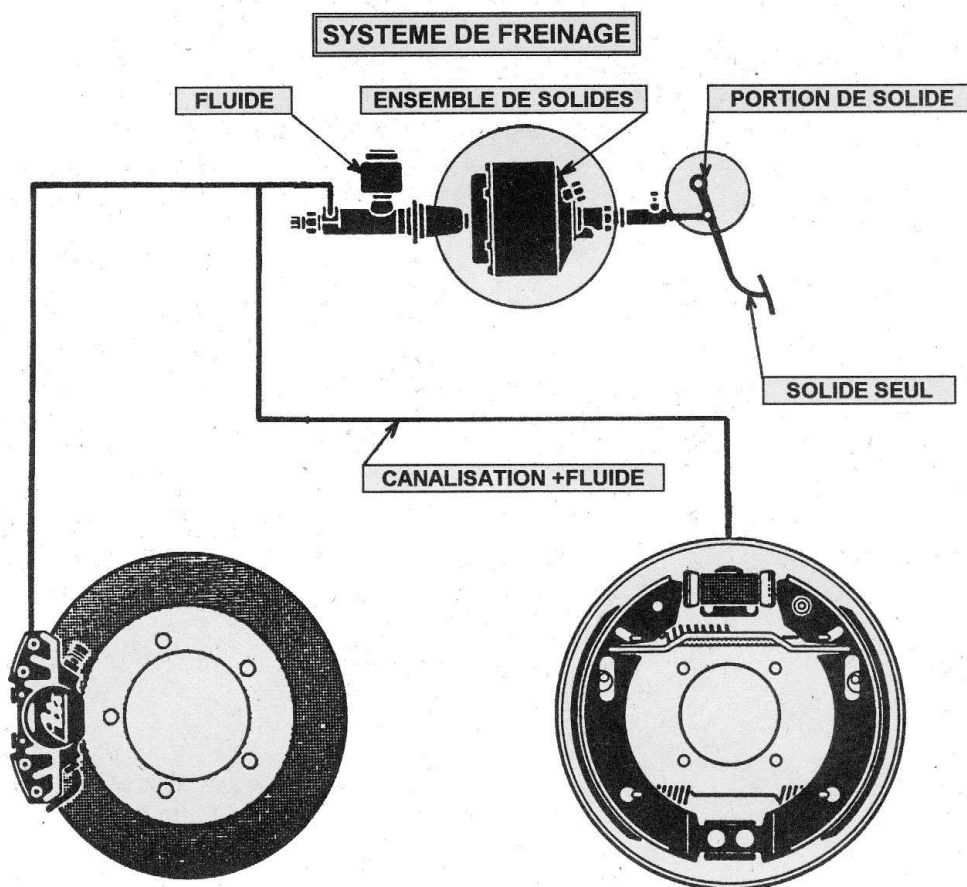
STATIQUE

MODELISATION DES ACTIONS MECANIQUES

Introduction : La statique est la partie de la mécanique qui étudie l'équilibre des systèmes matériels.

Système matériel : on appelle système matériel une quantité de matière, homogène ou non, dont la masse reste constante pendant son étude.

Classification : Solide seul
 Ensemble de solides
 Portion de solide
 Fluide, gaz
 Canalisation + fluide.



Définition

On appelle « **action mécanique** » toute cause physique pouvant

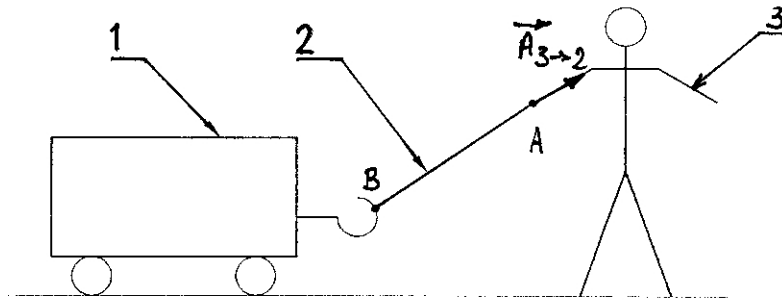
- Modifier le mouvement d'un système matériel
- Empêcher le mouvement d'un système matériel
- Déformer un système matériel

Notion de force

On appelle « **force** » l'action mécanique qui s'exerce naturellement entre deux particules élémentaires, pas forcément en contact.

Cette force est modélisable par un « **vecteur-force** » ou « **glisseur** ».

Exemple : homme 3, barre 2, chariot 1



On note le glisseur $\vec{A}_{3 \rightarrow 2}$ l'action mécanique exercée par 3 sur 2
 Une force est caractérisée géométriquement par

- Point d'application ;
- Direction ou droite d'action
- Sens
- Norme ou intensité exprimée en Newton N.

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Norme en N
$\vec{A}_{3 \rightarrow 2}$	A	Droite (AB)	B vers A	$\ \vec{A}_{3 \rightarrow 2}\ $

La norme ou l'intensité d'une force est mesurable à l'aide d'un dynamomètre.

Principe des actions mutuelles

Toute force implique l'existence d'une autre force qui lui est directement opposée

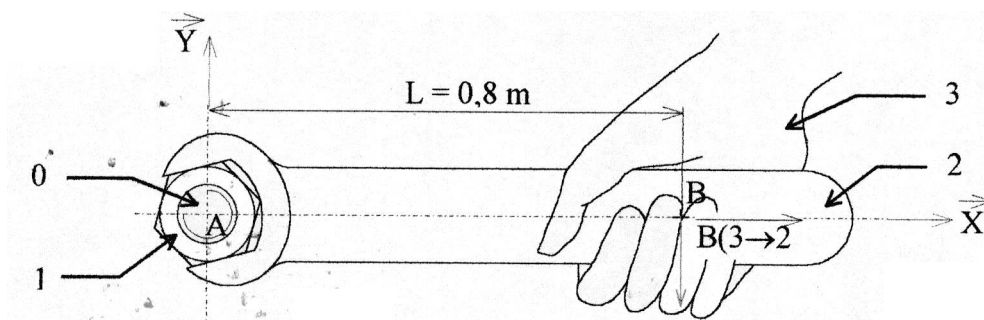
$$\vec{A}_{3 \rightarrow 2} = -\vec{A}_{2 \rightarrow 3}$$

$\vec{A}_{2 \rightarrow 3}$ l'action mécanique exercée par 2 sur 3

Les actions $\vec{A}_{3 \rightarrow 2}$ et $\vec{A}_{2 \rightarrow 3}$ ont même droite d'action, même point d'application et même norme mais de sens contraire.

Notion de moment d'une force par rapport à un point.

Pour serrer un écrou 1 sur une vis 0, un opérateur utilisant une clé plate 2 devra exercer sur celle-ci une force de serrage $\vec{B}_{3 \rightarrow 2}$. Cette force peut être évaluée par le moment par rapport au point A de la



force $\vec{B}_{3 \rightarrow 2}$ noté $\vec{M}_A(\vec{B}_{3 \rightarrow 2})$

La norme $\|\vec{M}_A(\vec{B}_{3 \rightarrow 2})\| = AB \times \|\vec{B}_{3 \rightarrow 2}\|$ exprimée en Newton mètre Nm.

La distance AB est appelée « bras de levier » perpendiculaire à $\vec{B}_{3 \rightarrow 2}$ passant par A

Si $\|\vec{B}_{3 \rightarrow 2}\| = 100 \text{ N}$ alors $\|\vec{M}_A(\vec{B}_{3 \rightarrow 2})\| = 0.8 \times 100 = 80 \text{ Nm}$

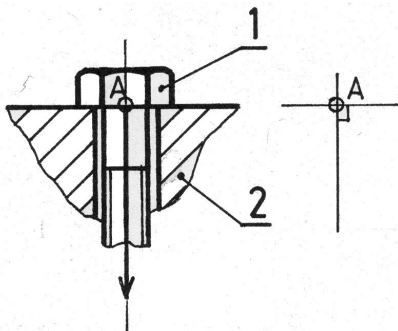
Types d'actions mécaniques

1) Actions de contact

Ce sont des actions mécaniques élémentaires qui s'exercent mutuellement entre deux particules en contact. Elles sont toujours appliquées en un point quel que soit la forme du contact.

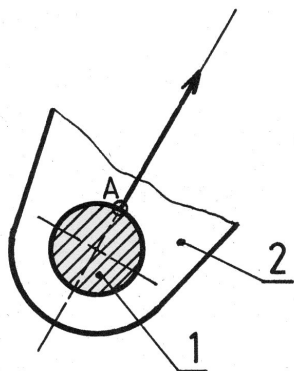
Exemples d'actions mécaniques qui s'exercent dans le cas de contacts dits « parfaits » sans **frottement** entre deux solides.

APPUI PLAN



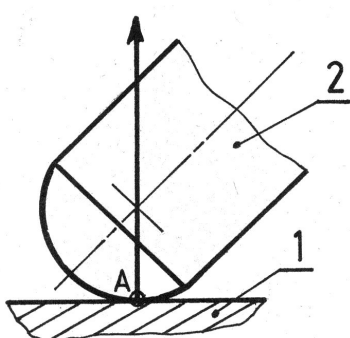
La droite d'action de $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$ est perpendiculaire au plan de contact

ARTICULATION CYLINDRIQUE (Liaison pivot dans le plan)



La droite d'action de $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$ passe par le centre de l'articulation

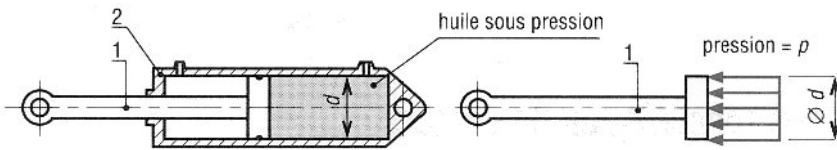
CONTACT PONCTUEL



La droite d'action de $\vec{A}_{1 \rightarrow 2}$ est perpendiculaire au plan tangent commun en A.

Cas particulier : ACTION D'UN FLUIDE SUR UNE SURFACE S

Exemple action de l'huile sur un piston de vérin $\vec{F}_{\text{fluide} \rightarrow \text{piston}}$ avec $\|\vec{F}_{\text{fluide} \rightarrow \text{piston}}\| = p \cdot S$



Avec p = pression de l'huile en Pascal Pa. Unité usuelle le bar.

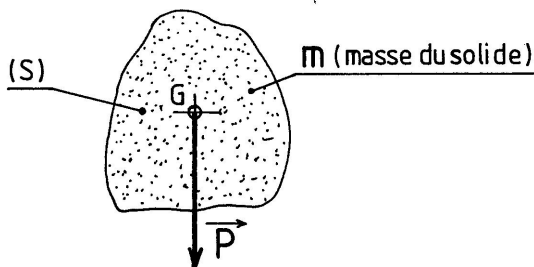
1 bar = 100 000 Pa
Et S en m^2
 $S = \pi r^2$

2) Actions à distance

Ce sont des actions mécaniques qui agissent « à distance », c'est-à-dire sans avoir aucun contact matériel avec le système que l'on étudie.

2.1) Action de la pesanteur

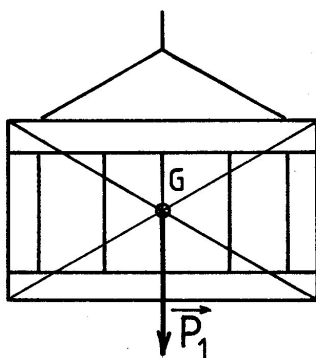
C'est l'action exercée par la Terre sur le système matériel, on la note \vec{P} et on l'appelle **le poids**



G est le centre de gravité du solide
 M masse du solide en kilogramme kg
 $\|\vec{g}\|$ accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Norme en N
\vec{P}	G	Verticale	Descendant	$\ \vec{P}\ = m \ \vec{g}\ $

Exemple :



Soit une caisse suspendue de masse $m = 1,2$ tonne
Calculer \vec{P}_1

$\Rightarrow \|\vec{P}_1\| = 1200 \cdot 9,81 = 11772 \text{ N}$

2.2) Actions magnétiques, électromagnétiques

- Moteur électrique : action stator sur rotor
- Actionneur de fourchette de démarreur : Solénoïde sur noyau plongeur

Notion d'isolement d'un solide

Il s'agit de :

- **Définir** le système matériel étudié parmi le reste du mécanisme
- **Modéliser** le solide dans la **même** position géométrique que celle dans le mécanisme

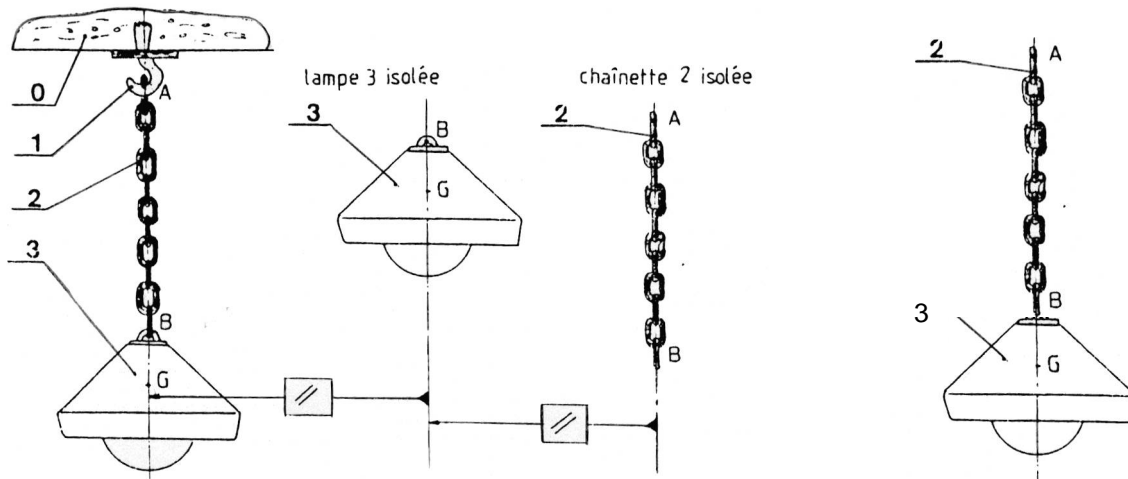
- **Inventorier et modéliser** toutes les actions mécaniques **extérieures** au système étudié dans le tableau suivant :

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Norme en N

Remarque : le **poids** est toujours une action mécanique **extérieure** au système étudié.

Exemple : Lampe suspendue

La lampe suspendue représentée ci-dessous se compose d'une lampe 3 maintenue en B par la chaînette 2. L'ensemble est accroché en A sur le crochet 1 encastré dans le plafond 0. Les contacts en A et B seront assimilés à des contacts ponctuels. Le poids de la lampe 3 est modélisée par \vec{P} et $\|\vec{P}\| = 40 \text{ N}$. Les actions en A et B seront modélisées par des glisseurs.



1) isoler la lampe 3

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Norme en N

2) isoler la chaînette 2

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Norme en N

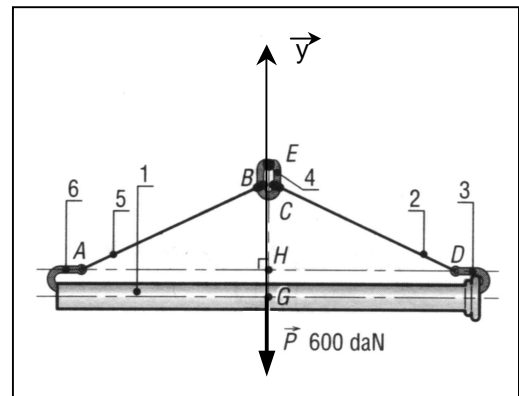
3) isoler l'ensemble {lampe 3+chaînette 2}.

Action	Point d'application	Droite d'action	Sens	Norme en N

Que peut-on dire de $\vec{B}_{3 \rightarrow 2}$?

Un tuyau (1) de poids P (600daN) est soulevé par l'intermédiaire de crochets (3 et 6), d'élingues (2 et 5) et d'un anneau (4) dont les poids sont négligés.

⊗ Le bureau d'étude veut déterminer la tension dans les élingues.



Déterminer la tension dans les élingues.

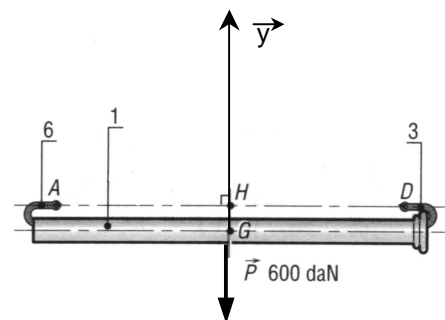
La tension dans les élingues est modélisée par les actions $\vec{A}_{6 \rightarrow 5}$ et $\vec{D}_{3 \rightarrow 2}$.

Or, nous connaissons l'action P , nous allons donc isoler les solides 1+6+3 afin de déterminer les actions $\vec{A}_{5 \rightarrow 6}$ et $\vec{D}_{2 \rightarrow 3}$.

ETAPE 1 : Isoler l'ensemble $S_1 = (1, 3, 6)$

Bilan des actions mécaniques appliquées système isolé :

Action	Pt app.	Dir.	Sens	Norme
\vec{P}				

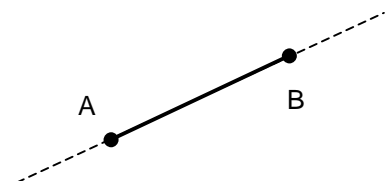


Conclusion :

Pour résoudre le problème posé, il est nécessaire de connaître plus d'éléments du bilan des actions mécaniques. Pour cela, nous allons isoler l'élingue 2 et l'élingue 5

ETAPE 2 : Isoler l'élingue 5 :

Conclusion :



ETAPE 3 : Résoudre graphiquement

Ech. 10mm → 300daN

Dynamique des forces

G •

$\vec{A}_{5 \rightarrow 6} =$

$\vec{D}_{2 \rightarrow 3} =$

