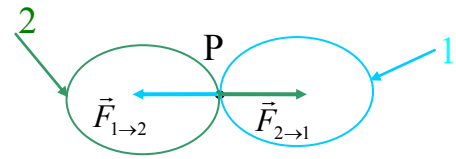


Objectif : Rechercher les caractéristiques des actions mécaniques qu'exerce le milieu extérieur sur un système au repos (en équilibre).

1- Principe des actions mutuelles :

Soient 2 solides (1) et (2) en contact au point P.



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

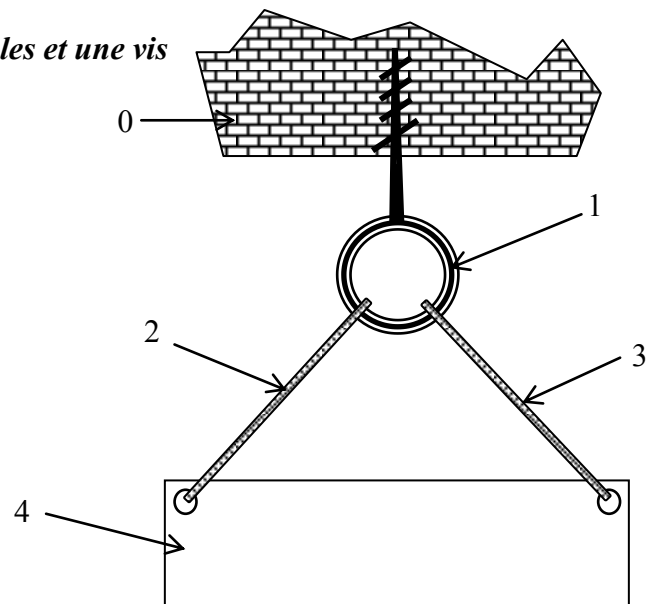
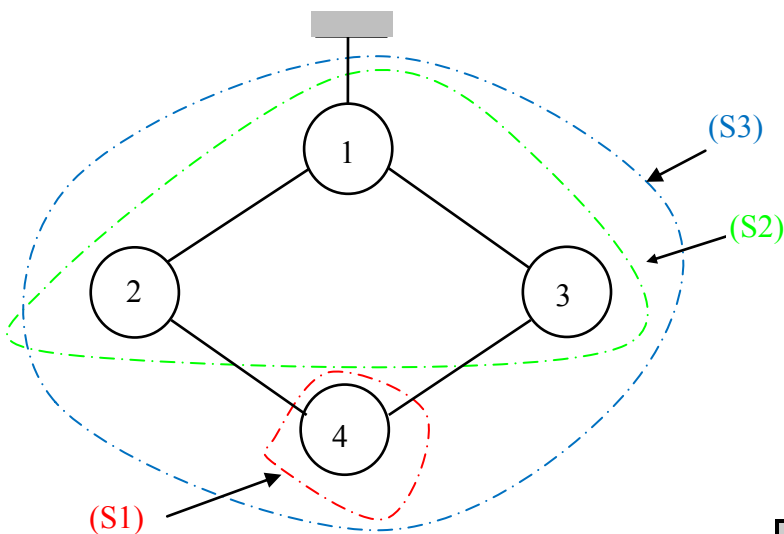
$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = -\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$$

2- Notion d'action mécanique extérieure à un système de solides :

- Le système isolé peut être :
- Un solide.
 - Plusieurs solides.
 - Un morceau de solide.
 - Un fluide....

Une action mécanique appliquée à un système étudié peut être intérieure ou extérieure à ce système suivant la frontière d'isolement retenue.

Exemple : Pancarte accrochée au plafond par 2 câbles et une vis
On schématise le système par un graphe.



- 1^{er} Cas :** On isole le solide 4 S1={4}:
Système matériel constitué par le solide 4.
- 2^{ème} Cas :** On isole le système S2={1+2+3}:
Système matériel constitué des solides 1, 2, et 3.
- 3^{ème} Cas :** On isole le système S3={1+2+3+4}:
Système matériel constitué par les solides 1, 2, 3, et 4.

Solides	Système {S1}	Système {S2}	Système {S3}
1			
2	$\vec{F}_{2 \rightarrow S1}$ Extérieure		
3	$\vec{F}_{3 \rightarrow S1}$ Extérieure		
4		$\vec{F}_{4 \rightarrow S2}$ Extérieure	
0		$\vec{F}_{0 \rightarrow S2}$ Extérieure	$\vec{F}_{0 \rightarrow S3}$ Extérieure
pesanteur	\vec{P}_4	\vec{P}_{S2}	\vec{P}_{S3}

- ⇒ On appelle action mécanique extérieure au système isolé S, toute action qui « traverse » la frontière d'isolement.
- ⇒ L'action de la pesanteur est toujours une action mécanique extérieure lorsqu'elle concerne un solide du système isolé.

On fait systématiquement le Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (A.M.E.) au système isolé.

I- PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE :

Enoncé du principe :

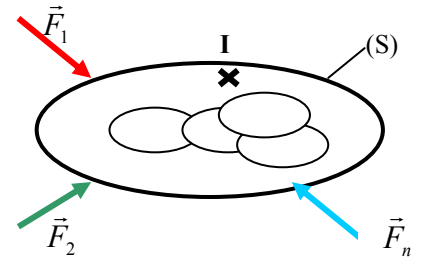
Un solide indéformable en équilibre sous l'action de n forces $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ reste en équilibre si :

La somme de toutes les forces extérieures est nulle

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$$

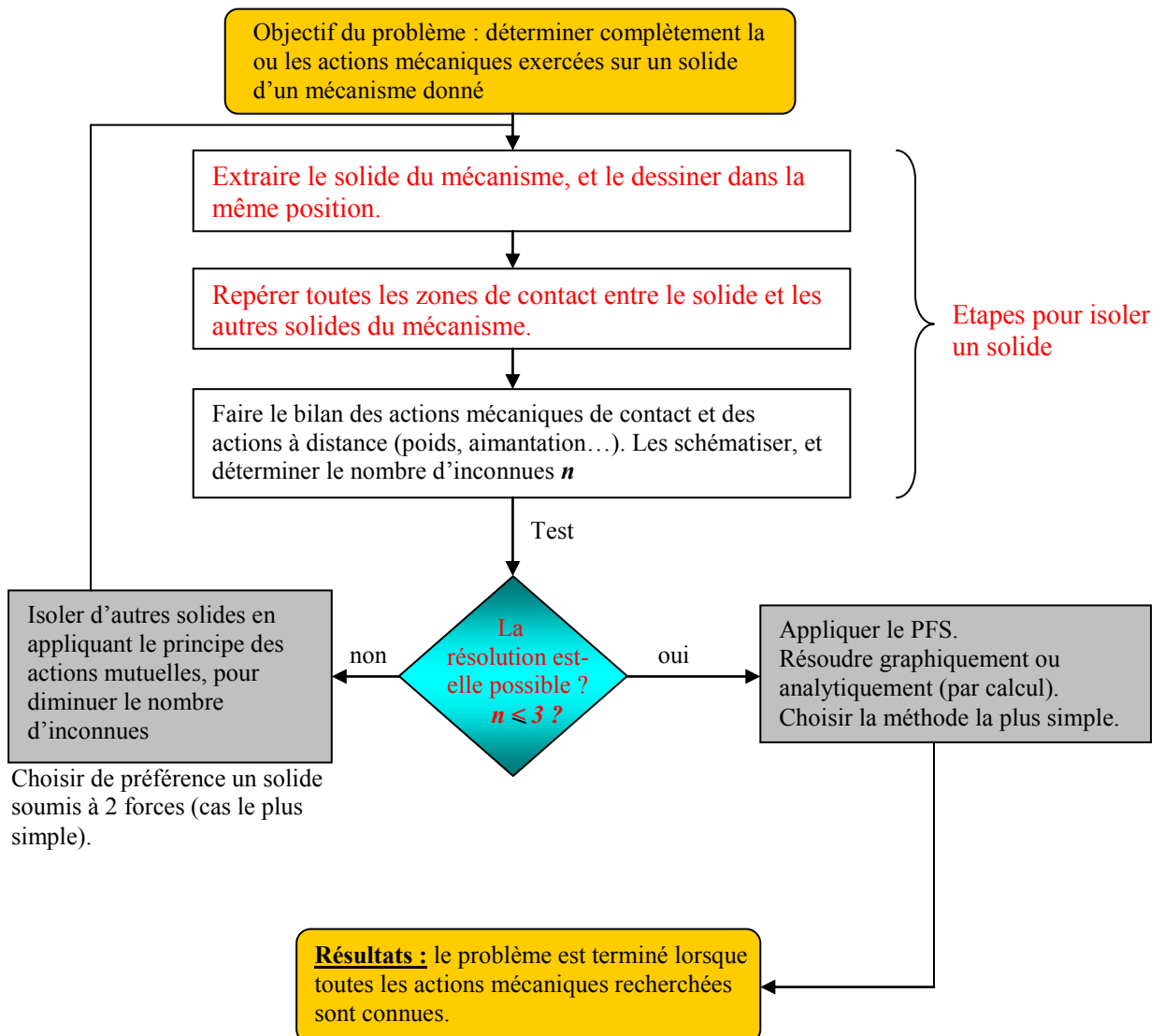
En n'importe quel point A, la somme des moments des forces extérieures est nulle

$$\vec{M}_{I,\vec{R}} = \vec{M}_{I,\vec{F}_1} + \vec{M}_{I,\vec{F}_2} + \dots + \vec{M}_{I,\vec{F}_n} = \vec{0}$$



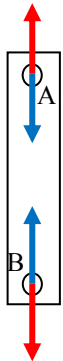
II-METHODE DE RESOLUTION DES PROBLEMES DE STATIQUE PLANE :

1- Organigramme :



2- Principaux cas

Hypothèse : L'action de la pesanteur est négligée.



2 cas possibles envisageables
cas rouge ou cas bleu

2.1 - Système soumis à l'action de 2 forces :

Soit une biellette (1), soumise aux actions mécaniques extérieures en A et en B.
(1) est en équilibre donc :

$$\begin{aligned} \Sigma \Phi_{\text{ext} \rightarrow 1} &= 0 \\ \Sigma M_{I, \Phi_{\text{ext} \rightarrow 1}} &= 0 \end{aligned}$$

conclusion :

Le Principe Fondamental de la Statique (P.F.S.) se traduit donc par :

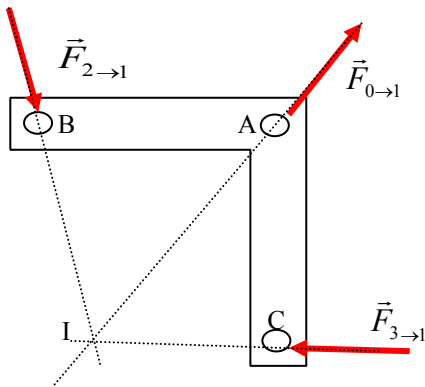
Un solide est en équilibre sous l'action de 2 forces coplanaires ssi ces 2 forces sont :

TRES IMPORTANT

- de même direction (ou support)
- de sens opposés
- de même norme

} Directement opposées

2.2 - Système soumis à l'action de trois forces coplanaires concourantes:



On isole la pièce (1).

Bilan des Actions Mécaniques Extérieures (A.M.E.):

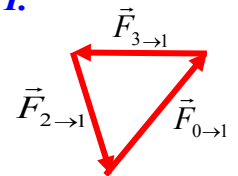
- Action de (2) sur (1) en B : $\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$
- Action de (0) sur (1) en A : $\vec{F}_{0 \rightarrow 1}$
- Action de (3) sur (1) en C : $\vec{F}_{3 \rightarrow 1}$

(1) est en équilibre donc :

$$\begin{aligned} \Sigma \Phi_{\text{ext} \rightarrow 1} &= 0 \\ \Sigma M_{I, \Phi_{\text{ext} \rightarrow 1}} &= 0 \end{aligned}$$

$\Sigma M_{I, \Phi_{\text{ext} \rightarrow 1}} = 0$ signifie que les 3 forces ont des supports qui passent par I.

$\Sigma \Phi_{\text{ext} \rightarrow 1} = 0$ se traduit graphiquement par le « Dynamique des forces »



Le P.F.S. se traduit donc :

TRES IMPORTANT : Un solide est en équilibre sous l'action de trois forces coplanaires ssi :

- les 3 forces sont concourantes en un même point I ou parallèles.
- la somme vectorielle des 3 forces est nulle: $\vec{F}_{2 \rightarrow 1} + \vec{F}_{0 \rightarrow 1} + \vec{F}_{3 \rightarrow 1} = 0$

2.3 - Système soumis à l'action de trois forces coplanaires et parallèles:

Voir plus tard.

3- Exemple

On se propose d'étudier une bride de serrage utilisée sur un montage d'usinage de fraisage.

L'ensemble comporte un plan de symétrie géométrique et mécanique. Les liaisons sont considérées parfaites.

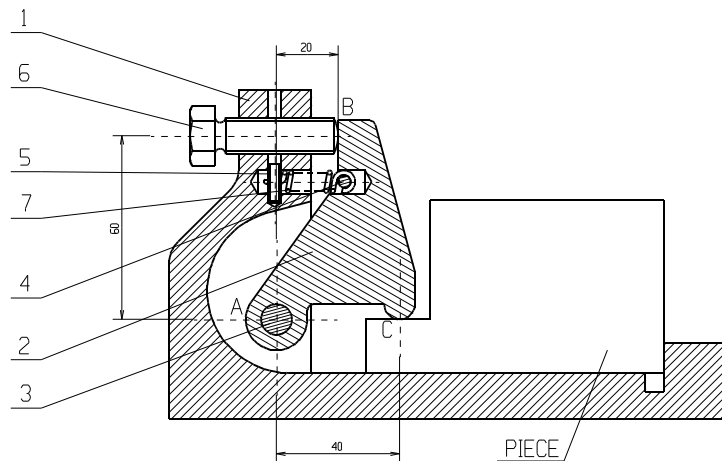
L'action du ressort 7 sera négligée devant l'effort délivré par l'ensemble vis écrou, ainsi que le poids des pièces.

La pièce à usiner, en appui sur le bâti 1, est serrée en C par la bride 2. La bride est articulée en A sur le bâti 1 (3 axe d'articulation). L'effort de serrage est fourni par la vis 6, cet effort est:

$$\|\vec{B}(6 \rightarrow 2)\| = 300 \text{ daN.}$$

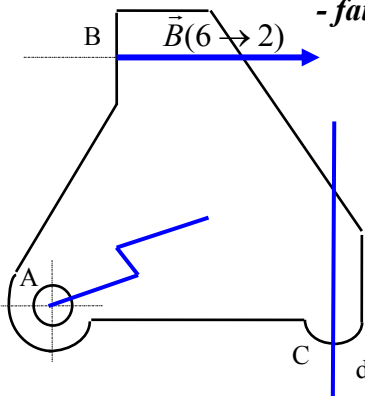
Question :

Déterminer les actions exercées sur la bride (2).



Méthode de résolution graphique pour un solide en équilibre soumis à l'action de 3 forces coplanaires et concourantes en un point :

- identifier le système isolé: **pièce 2**
- représenter le système isolé (cf. ci-contre)
- faire le bilan des Actions Mécaniques Extérieures (A.M.E.) :



A.M.E.	point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{B}(6 \rightarrow 2)$	B	Horizontal	→	3000 N
$\vec{A}(3 \rightarrow 2)$	A	?		?
$\vec{C}(P \rightarrow 2)$	C	Vertical		?

Remarque : Chaque case vide (?) correspond à une inconnue.

Si on a 3 inconnues au maximum, alors on peut résoudre, sinon il faut isoler une autre pièce pour diminuer le nombre d'inconnues

- **Ecrire le P.F.S. :**

La bride (2) est en équilibre sous l'action de 3 forces coplanaires ssi:

- les 3 forces sont concourantes en un même point I (ou parallèles).
- la somme vectorielle des 3 forces est nulle:

$$\vec{B}(6 \rightarrow 2) + \vec{A}(3 \rightarrow 2) + \vec{C}(P \rightarrow 2) = 0$$

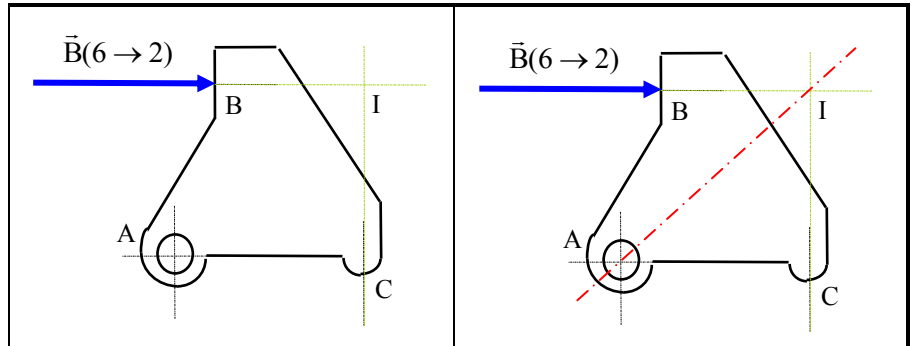
- Résolution :

Recherche des directions (support) des 3 forces.

les 3 forces sont concourantes en I.

Tracer l'intersection des 2 directions connues (point I).

Tracer la 3^e direction qui doit passer par I.

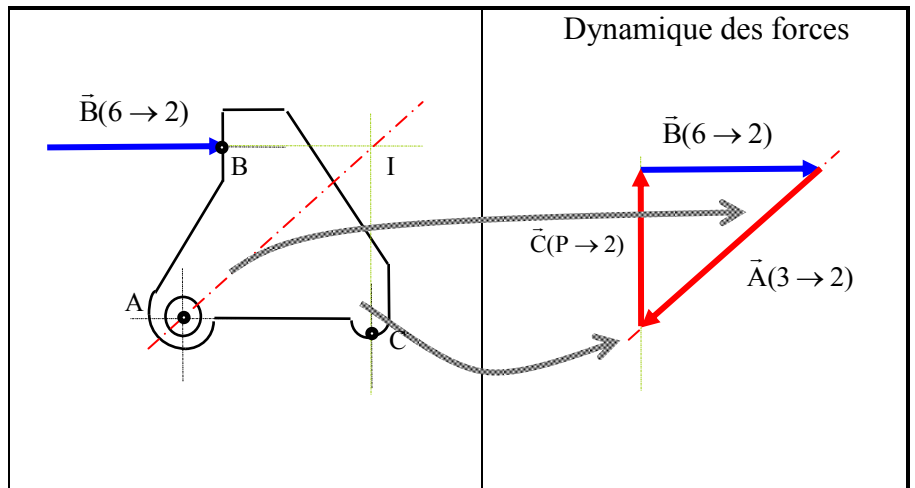


- Tracé du dynamique fermé des forces (choix de l'échelle des forces en fonction de la place disponible)

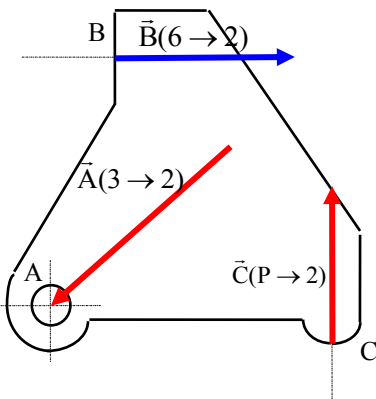
la somme vectorielle des 3 forces est nulle

On trace les parallèles aux directions trouvées en les faisant passer aux extrémités de la force connue

On ferme le triangle des forces et on trouve leur sens, puis on mesure les 2 forces inconnues pour trouver leur norme.



- Récapitulatif : Compléter le tableau avec une couleur différente. Reporter les forces sur le schéma.



A.M.E.	point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{B}(6 \rightarrow 2)$	B	Horizontal	\rightarrow	3000 N
$\vec{A}(3 \rightarrow 2)$	A	(AI)	\leftarrow	mesure
$\vec{C}(P \rightarrow 2)$	C	Vertical	\uparrow	mesure