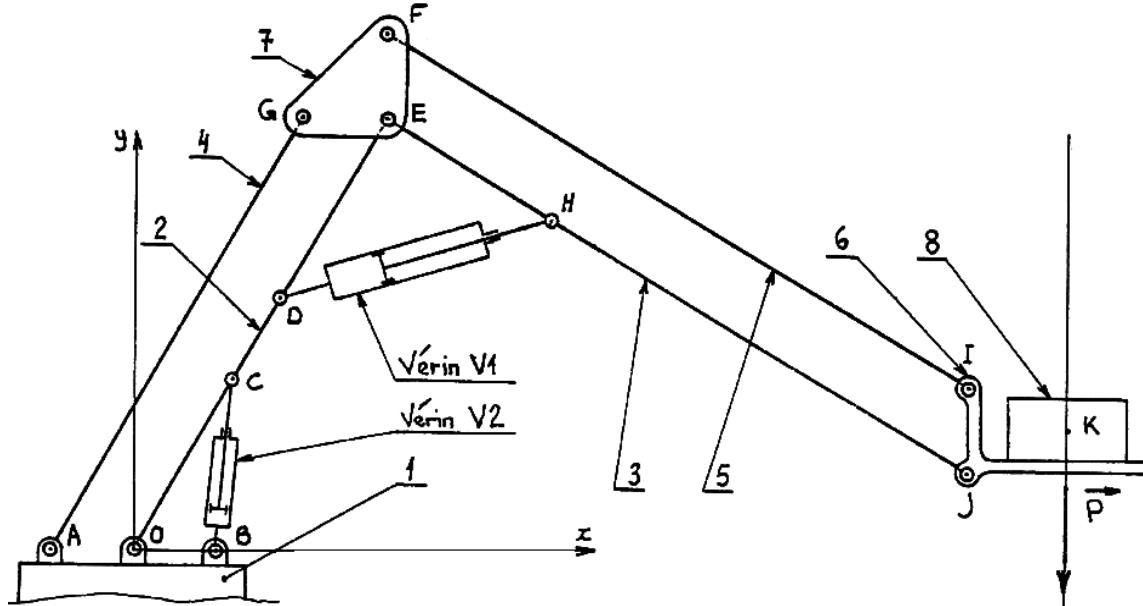


Exemple 5 : MONTE CHARGE

EZZ@HR@OUI

La figure ci-dessous représente un monte charge qui permet de soulever des charges à l'aide des deux vérins V1 et V2.

Les articulations O, A, B, C, D, E, F, H, I et J sont sans frottement, la charge 8 à soulever est de poids $P = 4000$ N. Le poids propre des différentes pièces est négligé.



1- Compléter les phrases suivantes :

1.1- L'avant bras secondaire 5 est soumis à l'action de forces qui sont :

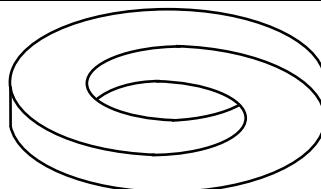
1.2- Le vérin V1 est soumis à l'action de forces qui sont :

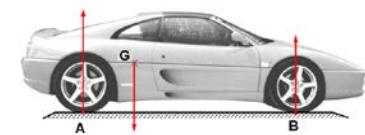
1.3- L'avant bras primaire 3 est soumis à l'action de forces qui sont :

1.4- Le porte charge 6 est soumis à l'action de forces qui sont :

2- Compléter le tableau suivant :

Ensemble isolé	Éléments isolés	Forces extérieures	Forces intérieures

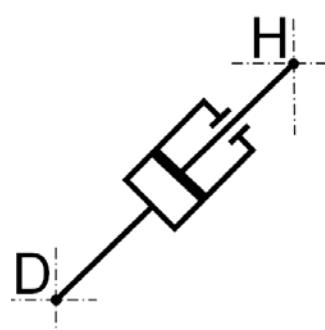




3- Isolons l'élément V1. Compléter le tableau suivant :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
$\overrightarrow{H_{3/V1}}$	$H \rightarrow D$	16200 N
.....

EZ@HR@OUI



4- Équilibre de V1 :

4.1- Énoncer le théorème de l'équilibre de V1 :

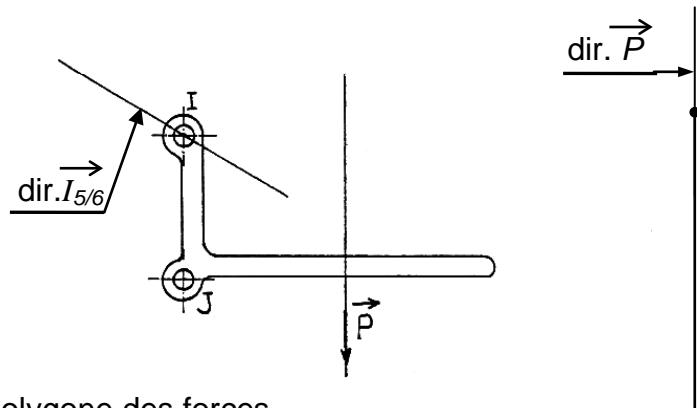
.....
.....
.....

4.2- Indiquer les forces extérieures sur la figure ci-contre

5- Équilibre de 6 :

5.1- Énoncer le théorème de l'équilibre de 6 :

.....
.....
.....
.....
.....
.....



5.2- Déterminer $\overrightarrow{I_{5/6}}$, $\overrightarrow{J_{3/6}}$ par la méthode du polygone des forces (avec l'échelle des forces : 1mm \rightarrow 100N)

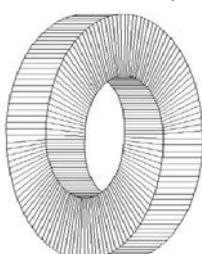
$$\|\overrightarrow{I_{5/6}}\| = \dots \dots \dots$$

$$\|\overrightarrow{J_{3/6}}\| = \dots \dots \dots$$

6- On isole l'avant bras primaire 3, déterminer $\|\overrightarrow{H_{V1/3}}\|$; $\|\overrightarrow{E_{7/3}}\|$ par la méthode du dynamique-funiculaire. (Échelle des forces : 1mm \rightarrow 300N)

$$\|\overrightarrow{H_{V1/3}}\| = \dots \dots \dots$$

$$\|\overrightarrow{E_{7/3}}\| = \dots \dots \dots$$





Exemple 6 : SOMME DES FORCES ET SUPPORT DE CHARGE

A- Soient \vec{F}_1 et \vec{F}_2 deux forces dont les modules sont respectivement 10 N et 20 N.

R étant la somme de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , ($R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$). Déterminer graphiquement et analytiquement le module de R , sachant que \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont dans le même plan.

(Échelle des forces : 1 cm \longrightarrow 5 N)

♦ Méthode graphique :



♦ Méthode analytique :

B- La figure ci-contre représente une barre 3 articulée en B sur le mur 1, et soutenue par un tirant 2 articulé en C et D.

La barre supporte une charge $\|Q\| = 500$ daN au point A.

Le poids de toutes les pièces est négligé.

1- Compléter le tableau suivant :

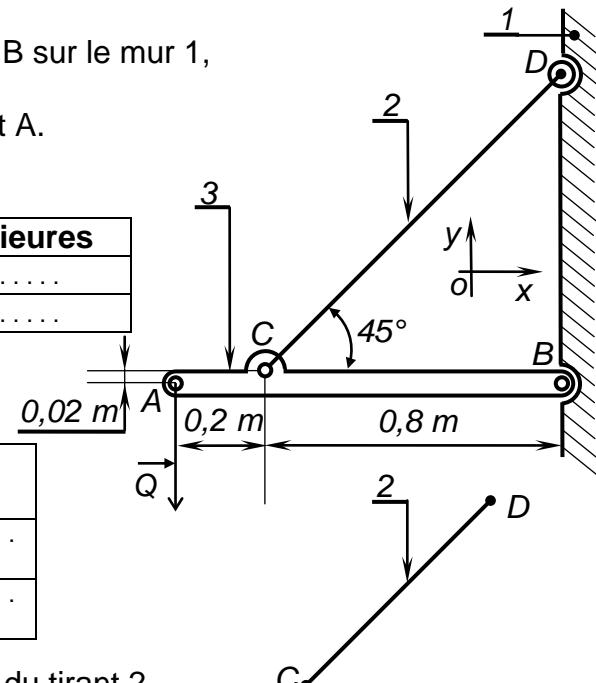
Système isolé	Forces intérieures	Forces extérieures
$S_1 = \{2\}$
$S_2 = \{2, 3\}$

2- Équilibre du tirant 2 :

2.1- On isole le tirant 2. Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures à 2 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....

2.2- Quelles sont les conditions nécessaires à l'équilibre du tirant 2.



3- Équilibre de la barre 3 :

3.1- On isole la barre 3. Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures à la barre 3 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....
.....

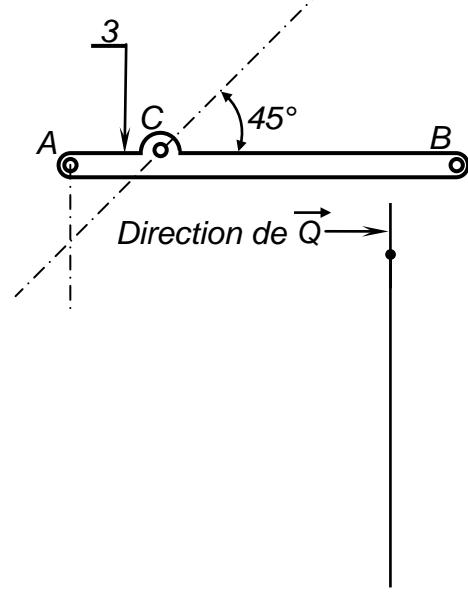
3.2- Déterminer graphiquement les actions mécaniques extérieures à la barre 3.

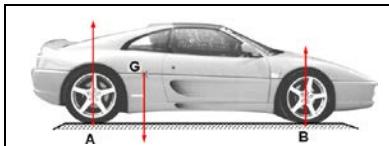
(Échelle des forces : 10 mm \longrightarrow 125daN)

$$\|B_{1/3}\| = \dots$$

$$\|C_{2/3}\| = \dots$$

3.3- Calculer les modules des moments des actions Q et $C_{2/3}$ par rapport au point B :





Exemple 7: QUESTIONS DE COURS et ÉQUILIBRE D'UNE POUTRE et LEVIER COUDÉ

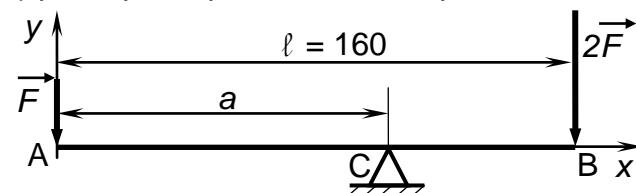
A- QUESTIONS DE COURS :

1- Énoncer le principe des actions mutuelles :

2- Citer le théorème de l'équilibre d'un corps soumis à l'action de trois forces coplanaires non parallèles :

B- ÉQUILIBRE D'UNE POUTRE :

Déterminer la distance "a" (voir schéma ci-dessous) pour que la poutre soit en équilibre :



C- LEVIER COUDÉ :

On considère le levier coudé (voir figure ci-dessous), articulé en A et en appui simple au point B.

Hypothèses : - Toute les liaisons sont parfaites
- Le poids du levier est négligé.

1- On isole le levier 1. Compléter le bilan

des actions mécaniques extérieures

sur le levier 1 :

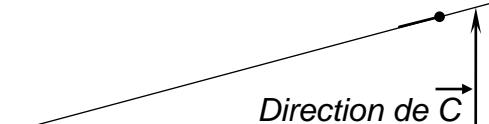
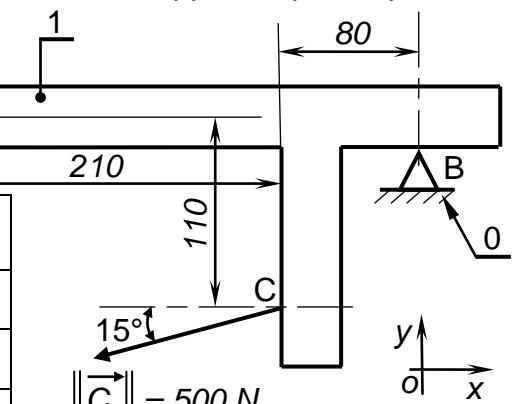
Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....
.....

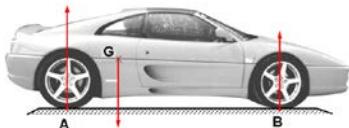
2- Déterminer graphiquement les actions mécaniques extérieures en A et B, avec : $\|\vec{C}\| = 500 \text{ N}$
(Échelle des forces : 1 cm $\longrightarrow 100 \text{ N}$)

$$\|\vec{B}_{0/1}\| = \dots$$

$$\|\vec{A}_{0/1}\| = \dots$$

3- Déterminer analytiquement les actions mécaniques extérieures en A et B, avec : $\|\vec{C}\| = 500 \text{ N}$





Exemple 8 : QUESTIONS DE COURS et PLATE FORME et SERRAGE PAR BRIDE

A- QUESTIONS DE COURS :

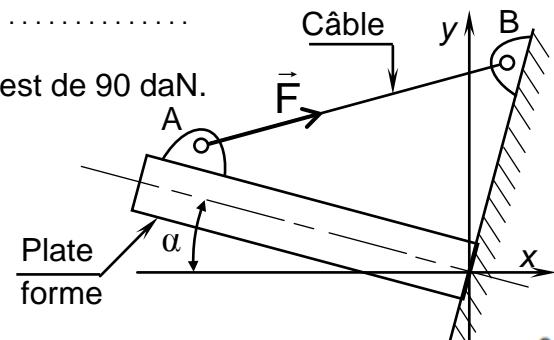
1- Citer les caractéristiques d'une force :

2- Énoncer le théorème de l'équilibre d'un corps solide soumis à l'action de deux forces :

B- PLATE FORME

Sachant que la tension F_x de la tension \vec{F} du câble en A est de 90 daN.

Déterminer F_y et F , avec $\alpha = 15^\circ$



C- SERRAGE PAR BRIDE

Le dessin ci-dessus (une partie d'un montage d'usinage) représente un dispositif de serrage de la pièce à usiner 4.

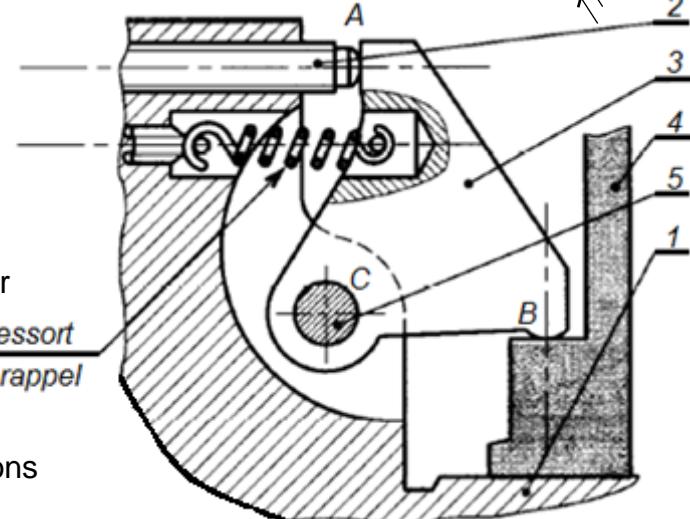
En manœuvrant la vis de pression 2 agissant en A(contact ponctuel) sur la bride 3 articulé (liaison pivot) en C autour de l'axe 5, vient serrer la pièce 4 sur le socle 1. **Hypothèses :**

- L'action du ressort est négligée.
- Les liaisons en A, B et C sont parfaites.
- Le poids de la pièce 3 est négligé.

1- On isole la bride 3. Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures sur la bride 3 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....
.....

2- Énoncer le théorème de l'équilibre de la bride 3 :

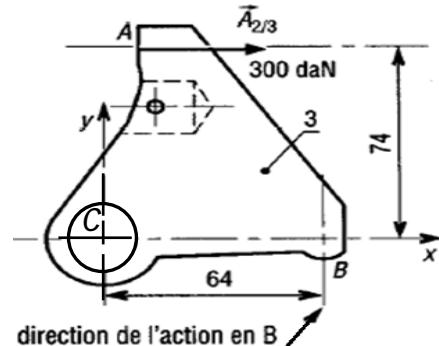


3- Déterminer graphiquement les actions mécaniques extérieures en B et C, $\|A_{2/3}\| = 300 \text{ daN}$ avec : (Échelle des forces : 1 cm \longrightarrow 1000N)

$$\|B_{4/3}\| = \dots$$

$$\|C_{5/3}\| = \dots$$

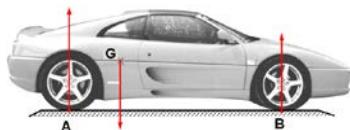
4- Déterminer analytiquement les actions mécaniques extérieures en A et B, avec : $\|A_{2/3}\| = 300 \text{ daN}$



Direction de $\vec{A}_{2/3}$



Polygone des forces



Exemple 9 : QUESTIONS DE COURS et SOMME DES FORCES et SYSTÈME DE BLOCAGE

A- QUESTIONS DE COURS

Trouver les caractéristiques des forces appliquées ci-dessous :

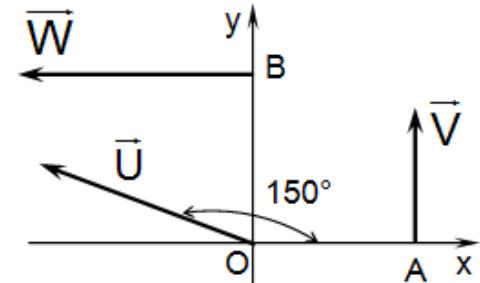
(avec l'échelle des forces : 1mm \rightarrow 0,5N)

Ensemble			
Force			
Point d'application			
Direction			
Sens			
Intensité			

B- SOMME DES FORCES

Déterminer le module du vecteur \vec{T} tel que : $\vec{T} + \vec{U} + \vec{V} + \vec{W} = \vec{0}$
(Graphiquement et analytiquement).

Avec $OA = 7$; $OB = 4$; $\|\vec{U}\| = 5$; $\|\vec{V}\| = 3$; $\|\vec{W}\| = 3\sqrt{3}$



C- SYSTÈME DE BLOCAGE

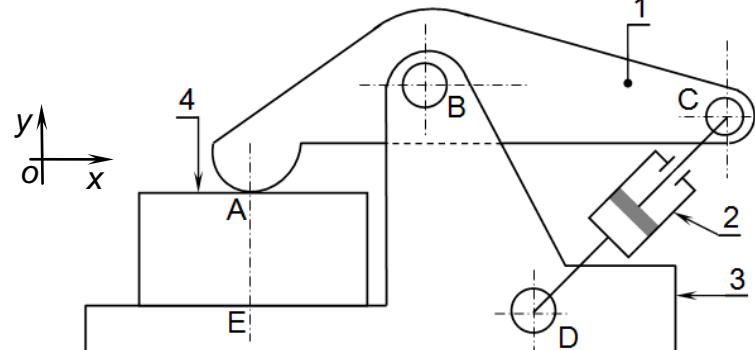
Soit le système de blocage suivant :

- 1 : Bride ; 3 : Support
- 2 : Vérin ; 4 : Pièce à serrer

Hypothèse :

- Les poids des pièces sont négligés
- Les liaisons en A, B, C, D et E sont parfaites.

1- Compléter le tableau suivant :



Ensemble isolé	Éléments isolés	Forces extérieures	Forces intérieures



2- Équilibre de 2 :

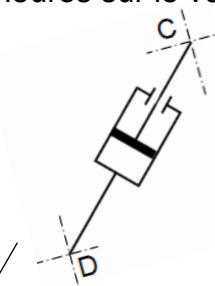
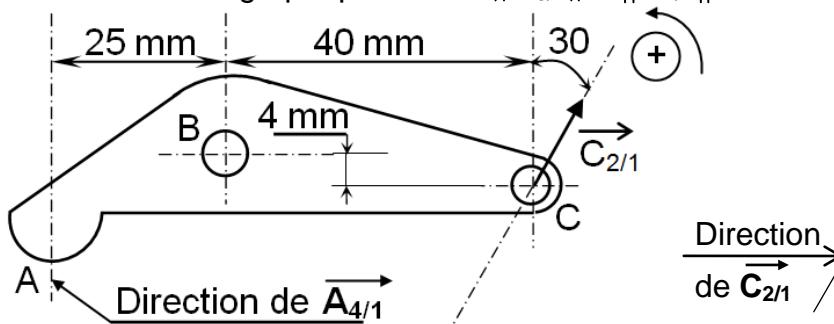
2.1- On isole le vérin 2. Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures sur le vérin 2 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
$\overrightarrow{C_{1/2}}$	$C \rightarrow D$	200 N
.....

2.2- Indiquer les forces extérieures sur la figure ci-contre

3- Équilibre de 1 :

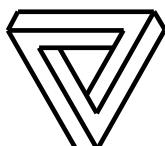
3.1- Déterminer graphiquement $\|B_{3/1}\|$ et $\|A_{4/1}\|$:



Polygone des forces
Échelle 1 mm \rightarrow 5 N

$$\|A_{4/1}\| = \dots$$

$$\|B_{3/1}\| = \dots$$



3.2- Calculer le moment de $\overrightarrow{A_{4/1}}$ et $\overrightarrow{C_{2/1}}$ par rapport au point B

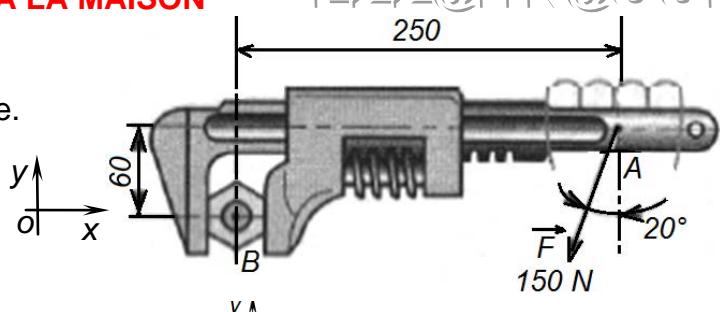
$$\|M_{C_{2/1}}\| = \dots$$

$$\|M_{A_{4/1}}\| = \dots$$

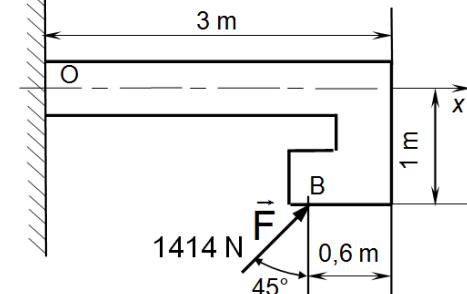


DEVOIR À LA MAISON

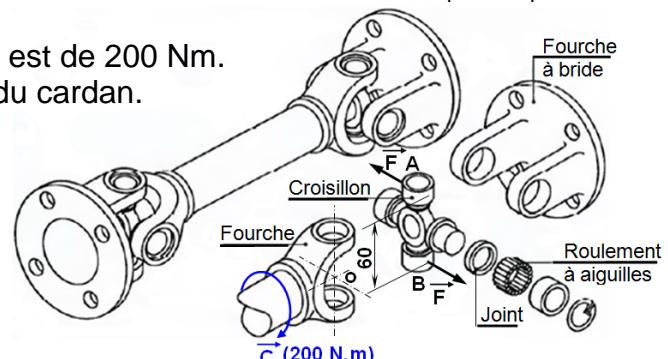
- EX1-** La force \vec{F} schématise l'action de serrage exercée par l'opérateur sur la clé à molette.
Calculer le moment en B de la force \vec{F} ?



- EX2- 1- Calculer** la projection de \vec{F} sur l'axe \vec{x} et sur l'axe \vec{y}
2- Calculer le moment en O de la force \vec{F} .

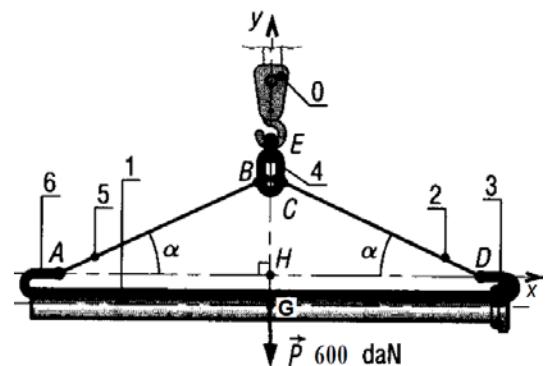


- EX3-** Le couple moteur C transmis par l'arbre moteur est de 200 Nm.
En déduire les efforts exercés sur le croisillon du cardan.



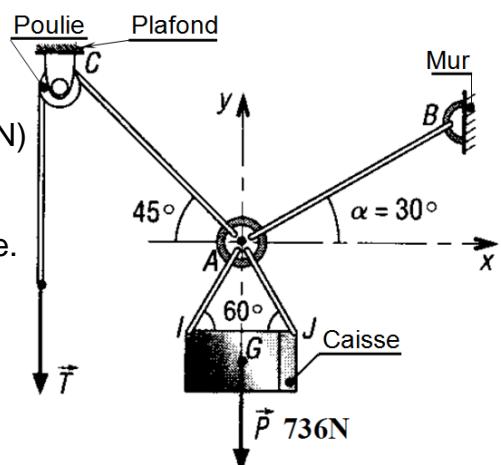
- EX4-** Un tuyau 1 de poids P (600 daN) est soulevé par l'intermédiaire de crochets 3 et 6, d'élingues 2 et 5 et d'un anneau 4 dont les poids sont négligés.

Déterminer les actions exercées en A, C, D et E si celles-ci sont schématisées par des vecteurs forces passant par ces points et les tensions T_5 et T_2 des élingues. $AH = DH$; $\alpha = 24^\circ$



- EX5-** Reprendre l'exercice 4 avec une caisse de poids P (736 N) soulevée par un dispositif avec poulie et câbles.

Déterminer les tensions des câbles et l'effort T que doit exercer l'opérateur pour maintenir l'ensemble en équilibre.





EX6- ÉLÉVATEUR

377@HR@OUI

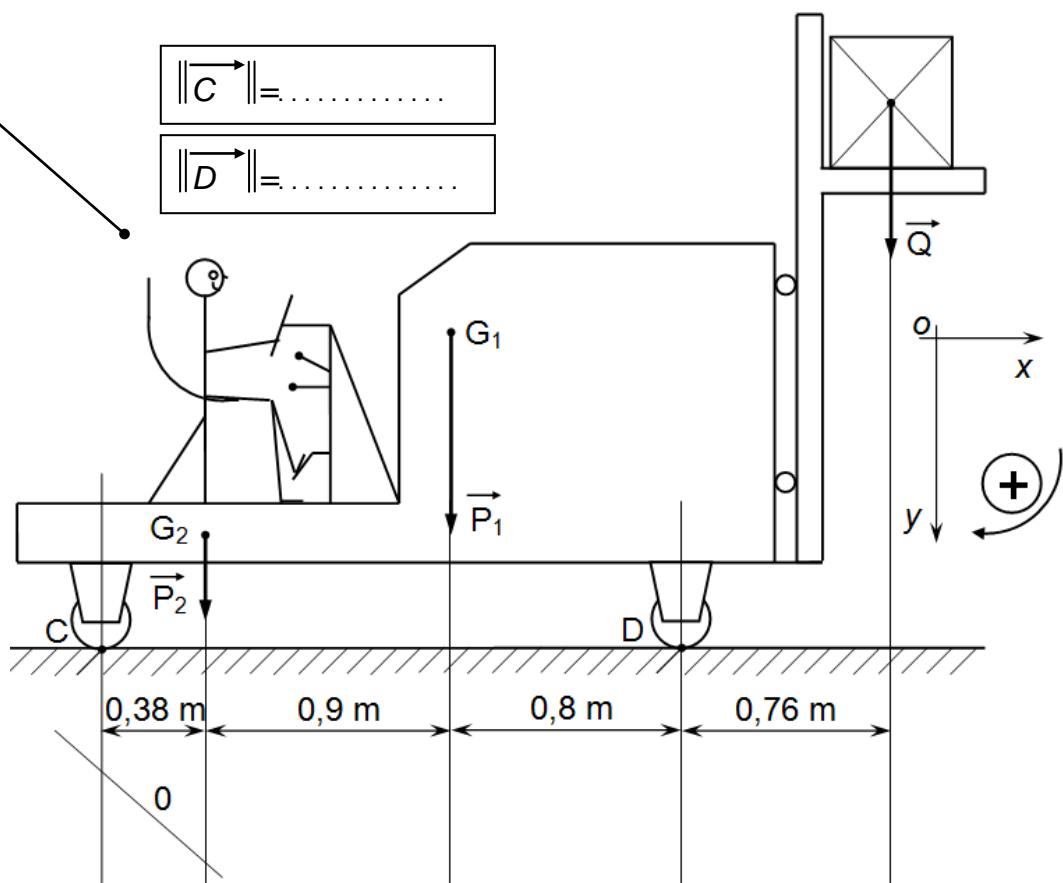
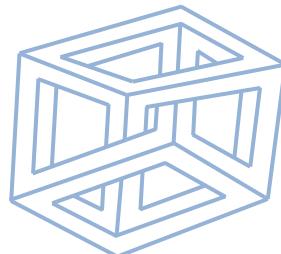
Un élévateur à fourche, donné par le schéma ci-dessous, soulève une charge \vec{Q} de 2000 N. Le poids \vec{P}_1 du chariot a pour l'intensité $P_1 = 5000$ N. Le poids \vec{P}_2 du conducteur a pour l'intensité $P_2 = 1000$ N.

Hypothèse :

- Toutes les forces sont dans le même plan (ce lui de la figure)
 - On néglige tous les frottements

1- Trouver graphiquement l'action du sol sur les roues en C et D.

(Échelle des forces 1 mm → 100 N)



2- Déterminer algébriquement la charge maximale $\|\vec{Q}'\|$ que le chariot pourra soulever avant que la roue C quitte le sol ($Q_{Sol/1} = 0$)



2- Équilibre du levier 3 : (Résolution graphique)

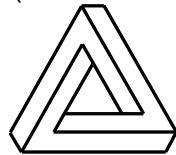
2.1- Bilan des actions mécaniques extérieures.

2.2- Théorème :

2.3- Compléter le tableau des actions mécaniques extérieures sur le vérin 1+2 :

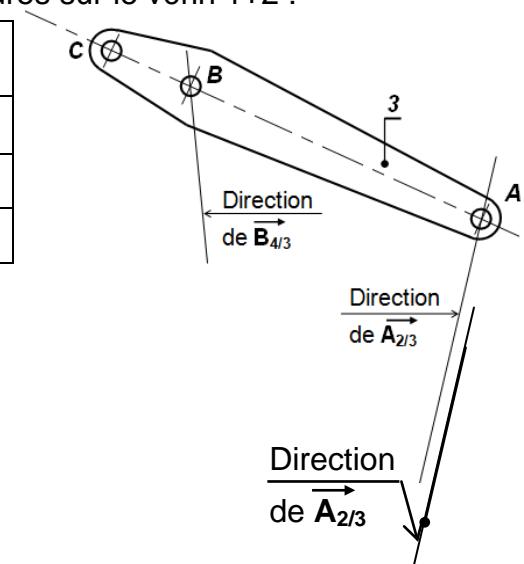
Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....
.....

2.4- Déterminer graphiquement $\|B_{4/3}\|$ et $\|C_{5/3}\|$:
(Échelle des forces 1 mm \rightarrow 200 N)



$$\|B_{4/3}\| = \dots \dots \dots$$

$$\|C_{5/3}\| = \dots \dots \dots$$



B- COUPLE DE FORCES

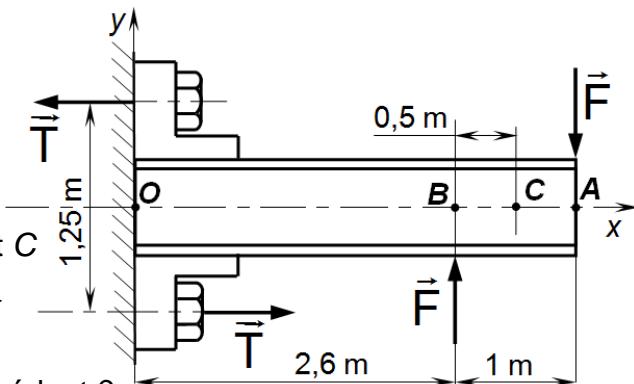
Soit le montage suivant avec :

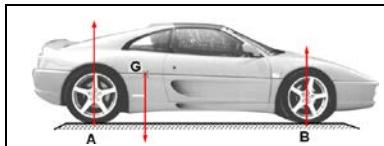
$$\|F\| = 500 \text{ N}$$

1- Calculer le moment en O du couple de force \vec{F} ?

2- Calculer le moment en A, B et C du couple de force \vec{F} ?

3- Quelle doit être la valeur de \vec{T} pour que le couple de force \vec{T} puisse équilibrer le couple précédent ?



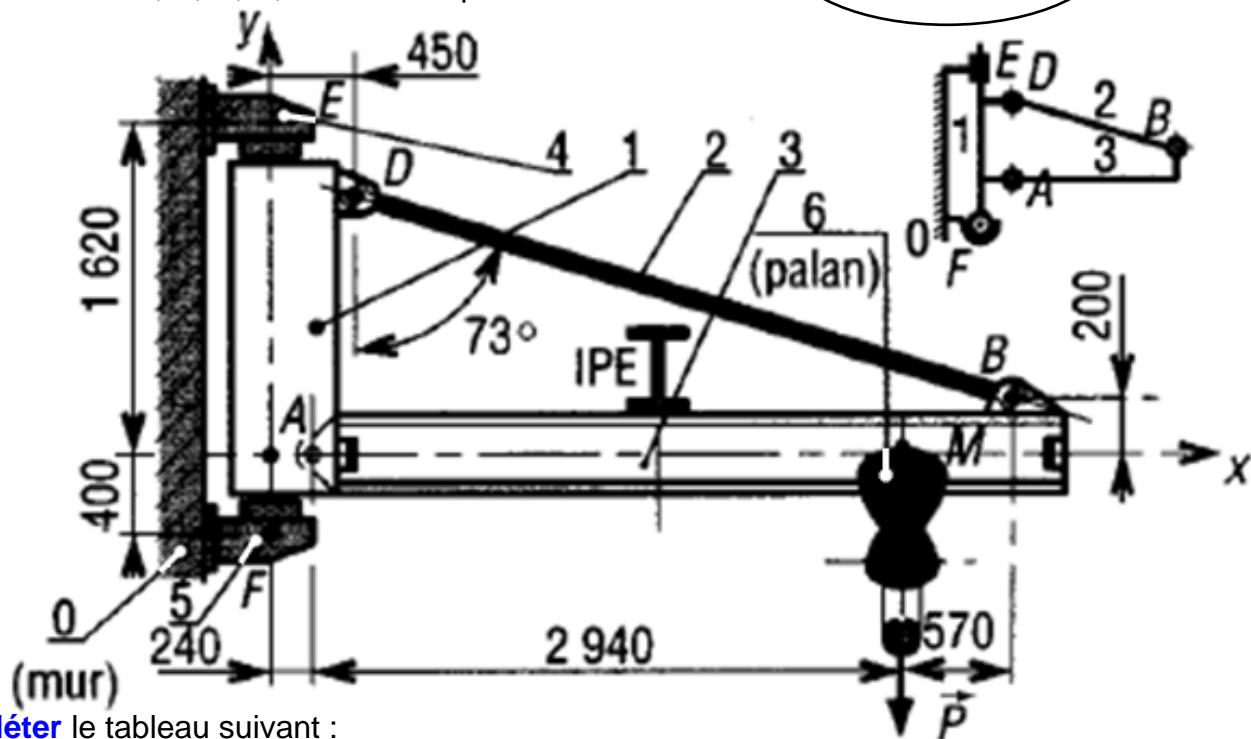
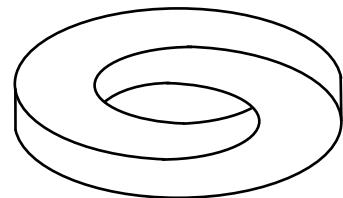


EX8- PRESSE PNEUMATIQUE

Une potence utilisée en manutention se compose d'une flèche 3 articulée en A sur une colonne pivotante 1 et d'un tirant 2 BD articulé en D sur 1 et en B sur 3. L'ensemble est en liaison pivot d'axe EF sur des supports 4 et 5 encastrés sur le mur 0.

Hypothèse :

- La masse de la charge P à se lever est de 2000 kg
- Les poids des pièces sont négligés
- Les liaisons en A, B, D, E, F et M sont parfaites



1- Compléter le tableau suivant :

Ensemble isolé	Éléments isolés	Forces extérieures	Forces intérieures

2- Déterminer analytiquement pour la position de la figure, les actions exercées en A et B sur 3 si celles-ci sont schématisées par des vecteurs forces passant par ces points.



3- Équilibre de 3 :

EZZ@HR@OUI

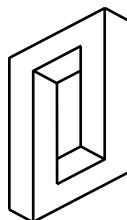
3.1- Compléter le tableau des actions mécaniques extérieures sur la flèche 3 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....
.....

3.1- Déterminer graphiquement $\|\overrightarrow{A_{1/3}}\|$ et $\|\overrightarrow{B_{2/3}}\|$:

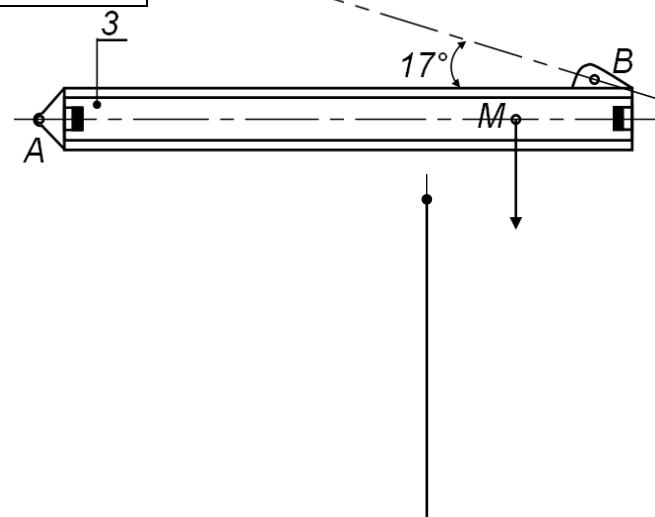
Polygone des forces

Échelle 1 mm \longrightarrow 50 daN



$$\|\overrightarrow{A_{1/3}}\| = \dots$$

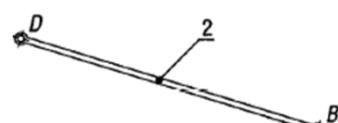
$$\|\overrightarrow{B_{2/3}}\| = \dots$$



4- Équilibre de 2 :

4.1- On isole le tirant 2. Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures sur le vérin 2 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....

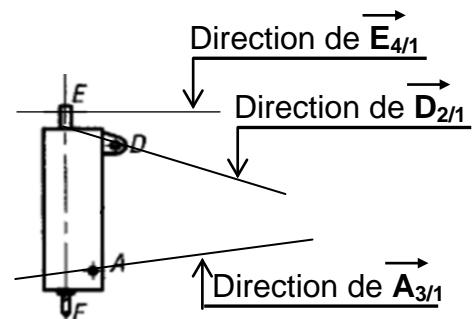


4.2- Indiquer les forces extérieures sur la figure ci-contre

5- Équilibre de 1 : (Cas d'une direction et deux modules inconnus)

5.1- Compléter le tableau des actions mécaniques extérieures sur de la colonne pivotante 1:

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
$\overrightarrow{D_{2/1}}$	D	BD	$B \rightarrow D$	4829,6 daN
$\overrightarrow{A_{3/1}}$	A	—	—	4655,8 daN
.....
.....

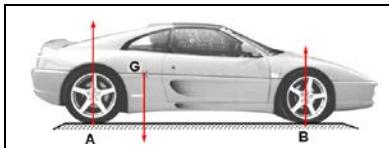


5.2- Déterminer graphiquement $\|\overrightarrow{E_{4/1}}\|$ et $\|\overrightarrow{F_{5/1}}\|$

Polygone des forces : Échelle 1 mm \longrightarrow 150 daN

$$\|\overrightarrow{E_{4/1}}\| = \dots$$

$$\|\overrightarrow{F_{5/1}}\| = \dots$$



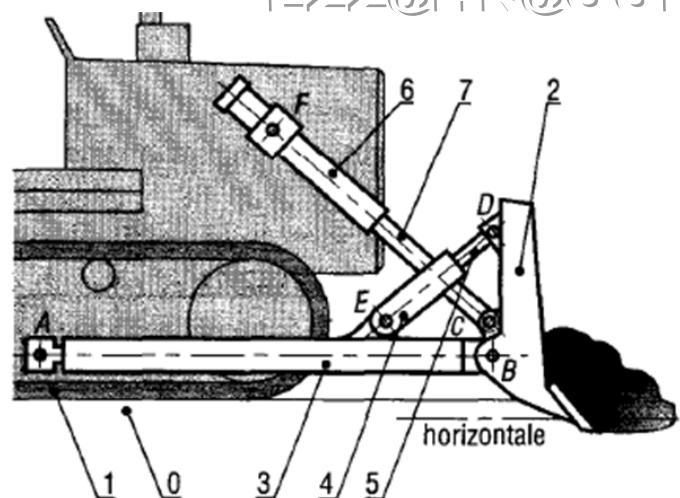
EX8-BULLDOZER

Un bouteur se compose d'un châssis 1, d'une lame 2 articulée en *B* sur deux bras de poussée 3 eux-mêmes articulés en *A* sur 1. La hauteur de la lame est réglée par deux vérins 6+7 et son inclinaison par deux vérins 4+5. Les liaisons en *A*, *B*, *C*, *D*, *E* et *F* sont des liaisons pivots dont les centres portent le même nom. $H_{0/2}$ (22000 daN) schématise l'action du sol sur la lame (inclinée de 5° par rapport à l'horizontale). L'étude est réalisée dans le plan des symétries de l'appareil.

Hypothèse :

- Les poids des pièces sont négligés
- Les liaisons en *A*, *B*, *C*, *D*, *E* et *F* sont parfaites

1- Compléter le tableau suivant :

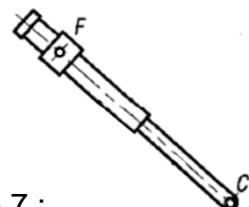


Ensemble isolé	Éléments isolés	Forces extérieures	Forces intérieures

2- Équilibre de 6+7 :

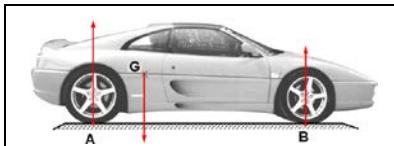
2.1- On isole le tirant 2. Compléter le bilan des actions mécaniques extérieures sur le vérin 6+7:

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....



2.2- Indiquer les forces extérieures sur la figure ci-contre en cas de sortie de 7 :





3- Équilibre de 4+5 :

3.1-On isole le tirant 2. **Compléter** le bilan des actions mécaniques extérieures sur le vérin 4+5 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....



3.2- **Indiquer** les forces extérieures sur la **figure ci-contre** en cas de rentrée de 5 :

4- Équilibre de 2 : (**Cas de 3 modules inconnus "méthode de Culmann"**)

4.1- **Compléter** le tableau des actions mécaniques extérieures sur de la lame 2 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
$\vec{H}_{0/2}$	H	5°	5°	22000 daN
.....
.....
.....

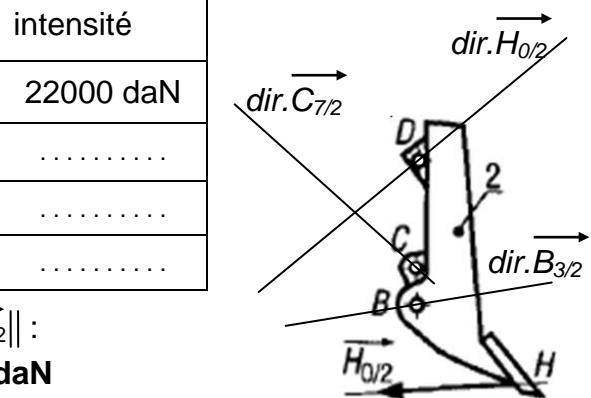
4.1- **Déterminer** graphiquement $\| \vec{B}_{3/2} \|$; $\| \vec{C}_{7/2} \|$ et $\| \vec{D}_{5/2} \|$:

Polygone des forces : Échelle 1 mm \longrightarrow 500 daN

$$\| \vec{B}_{3/2} \| = \dots$$

$$\| \vec{C}_{7/2} \| = \dots$$

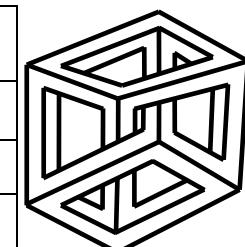
$$\| \vec{D}_{5/2} \| = \dots$$



3- Équilibre de 3 :

3.1- **Compléter** le tableau des actions mécaniques extérieures sur le bras de poussée 3 :

Forces extérieures	Point d'application	Direction	Sens	intensité
.....
.....
.....



3.1- **Déterminer** graphiquement $\| \vec{A}_{1/3} \|$

Polygone des forces

Échelle 1 mm \longrightarrow 500 daN



$$\| \vec{A}_{1/3} \| = \dots$$