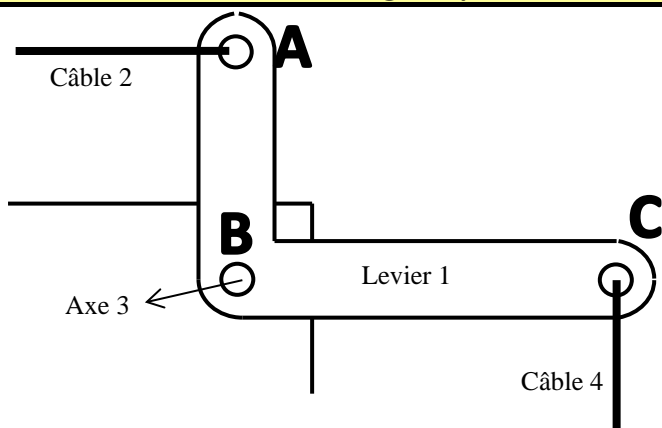


## 2 – Méthode analytique



Le câble 4 exerce une action verticale de 100N sur le levier 1 en C.

Celui-ci, articulé en B sur l'axe 3, exerce une action horizontale en A sur le câble 2.

On donne :  $AB = 150\text{mm}$   
 $BC = 240\text{mm}$

On veut déterminer :

- L'action du levier sur le câble 2
- L'action du levier sur l'axe 3

(les poids seront négligés)

### Étude de l'équilibre du levier 1

☞ Complétez le tableau de bilan des forces exercées sur le levier

Force	P.A.	D/S	I	Type

Combien y a-t-il d'inconnues ?

☞ Appliquez le P.F.S. pour la somme des moments par rapport à B :

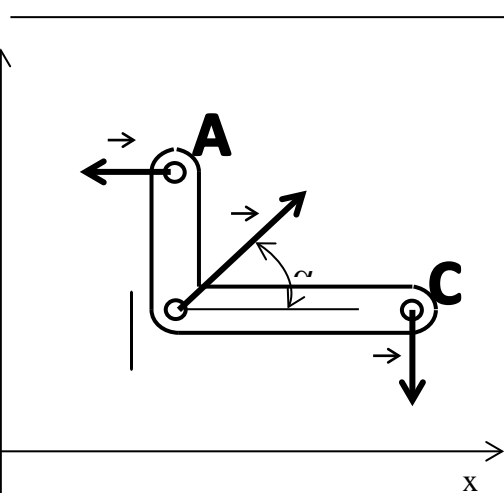
---



---

$$\|\vec{A}_{2 \rightarrow 1}\| =$$

☞ Appliquez la 2<sup>e</sup> partie du P.F.S. pour la somme des forces :



☞ Projetez cette somme sur les axes x et y :

sur y : \_\_\_\_\_ (1)

sur x : \_\_\_\_\_ (2)

Il reste encore 2 inconnues. Éliminons-en une en divisant (1) par (2) :

$$\frac{(1)}{(2)} \rightarrow \frac{\dots}{\dots} = \dots \quad \text{ou :} \quad \frac{\dots}{\dots} = \dots \quad \text{d'où : } \alpha =$$

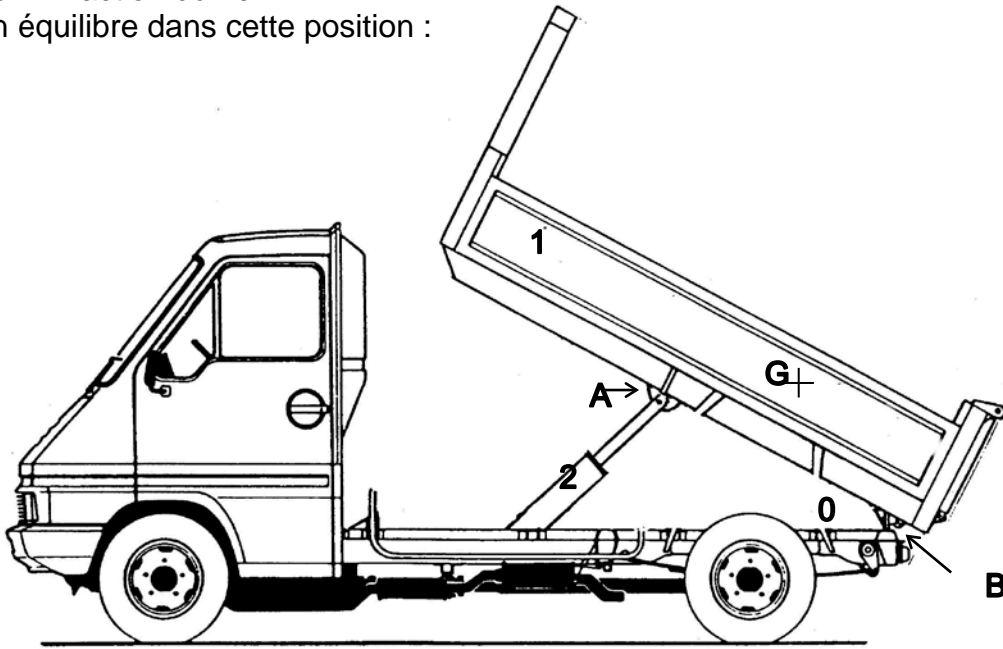
(2)  
 Il ne reste plus qu'une inconnue : (1) →

$$\|\vec{B}_{3 \rightarrow 1}\| =$$

# EXEMPLE 1 : résolution graphique

## Camion-benne

La benne 1 est articulée en B avec le châssis 0. Son poids est 10000N, contenu compris. Elle reçoit en A l'action du vérin 2. Étudiez son équilibre dans cette position :



- ☞ Isolez le système étudié (par exemple en le coloriant)
- ☞ Repérez les contacts avec d'autres solides
- ☞ Complétez le tableau de bilan des forces

Force	P.A.	D/S	I

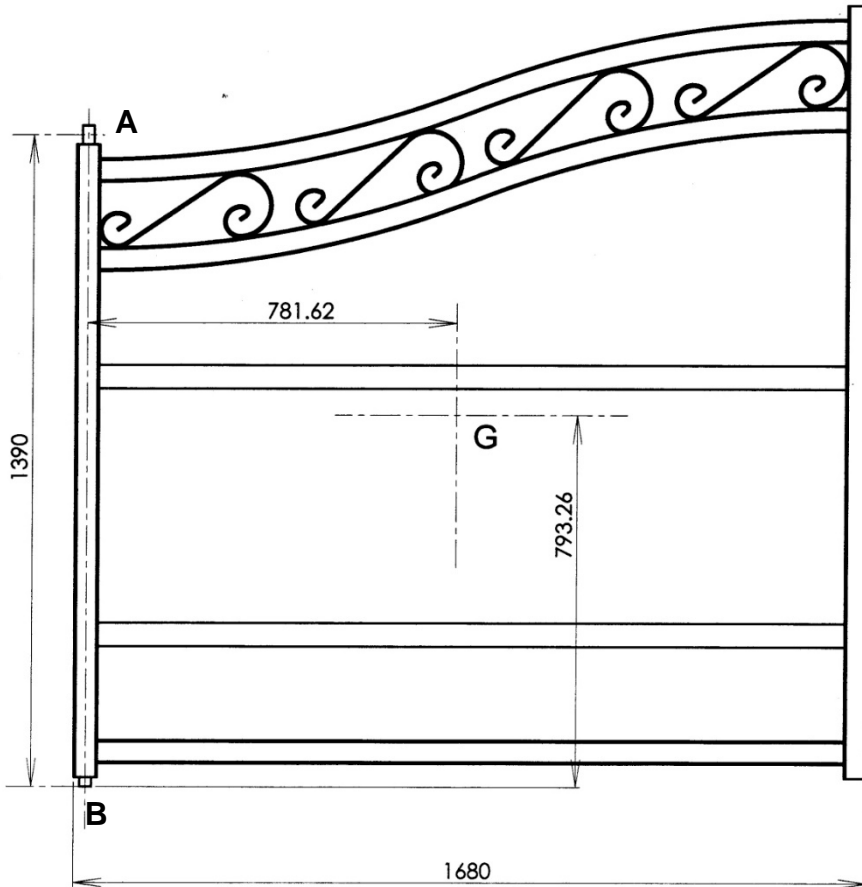
Combien y a-t-il d'inconnues ?

- ☞ Tracez ci-dessus les 2 directions connues
- ☞ Notez P leur point de concours
- ☞ Tracez la 3<sup>è</sup> direction (il ne reste plus que 2 inconnues)
- ☞ Tracez ci-dessous le dynamique des forces (échelle 1mm → 100N)

- ☞ Placez le sens des flèches
- ☞ Complétez le tableau des résultats :

Force	Module vecteur (mm)	Intensité (N)

## Exemple 2 : résolution graphique



Ce vantaux de portail (1), d'un poids de 300N est articulé en A sur un pilier (0) et en B au sol (0).

L'action en A est supposée horizontale. On désire connaître l'intensité des actions en A et B pour calculer le diamètre minimum des axes.

☞ Complétez le tableau de bilan :

Force	P.A.	D/S	I

Combien reste-t-il d'inconnues?

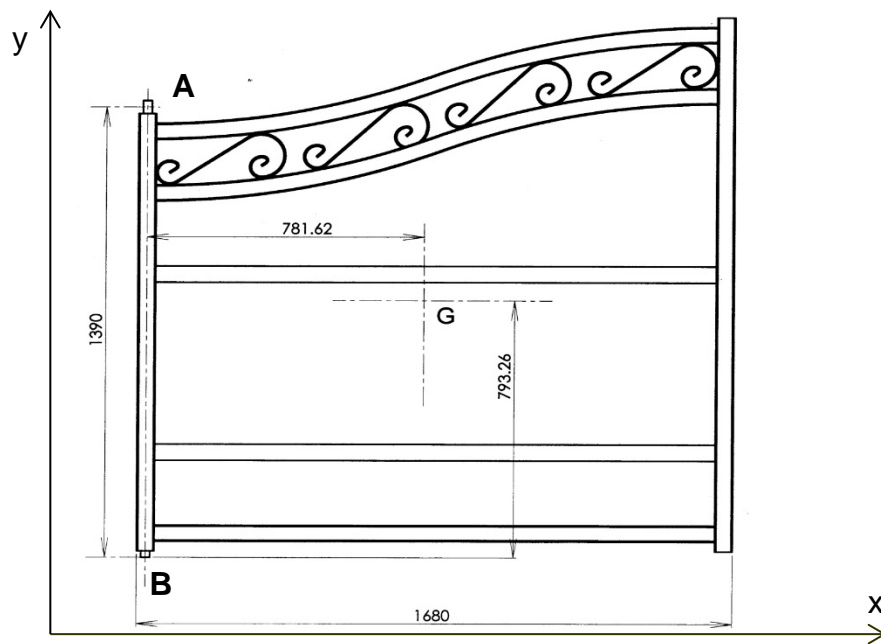
- ☞ Tracez les 2 directions connues
- ☞ Notez P leur point de concours
- ☞ Tracez la 3<sup>e</sup> direction
- ☞ Tracez ci-dessous le dynamique (échelle 1mm→3N)

- ☞ Placez le sens des flèches
- ☞ Complétez le tableau des résultats :

Force	Module vecteur (mm)	Intensité (N)

## Vérification par le calcul

☞ Sur ce dessin, modélisez les forces s'exerçant sur le vantail (voir exemple page 9)



☞ Notez  $\alpha$  l'angle de l'action en b par rapport à l'horizontale

☞ Calculez l'intensité de l'action en A en faisant la somme des moments en B :

$$\|A_{0 \rightarrow 1}\| =$$

☞ Écrivez la somme des projections sur y (équation 1):

☞ Écrivez la somme des projections sur x (équation 2):

☞ Divisez (1) par (2) :

$$\alpha =$$

☞ Reprenez (1) ou (2) pour calculer l'action en B :

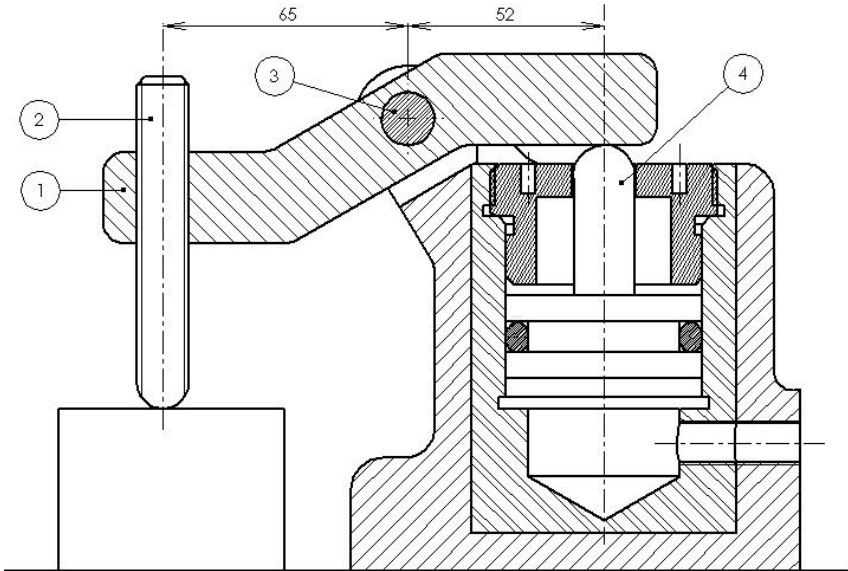
$$\|B_{0 \rightarrow 1}\| =$$

☞ Comparez les résultats avec ceux obtenus graphiquement.

# SOLIDE SOUMIS À 3 FORCES PARALLÈLES

Les problèmes concernant les systèmes soumis à des forces // peuvent être résolus graphiquement ou par le calcul. Lorsque le nombre d'actions est faible, la méthode analytique (par le calcul) est plus rapide. Attention : 2 inconnues maximum !

## MÉTHODE ANALYTIQUE



La bride hydraulique représentée ci-contre à l'échelle 1:2 est alimentée à une pression de 1Mpa.

On désire connaître l'intensité de la force exercée sur la pièce à maintenir, et celle de l'action subie par l'axe 3. On étudiera pour cela l'équilibre du basculeur 1.

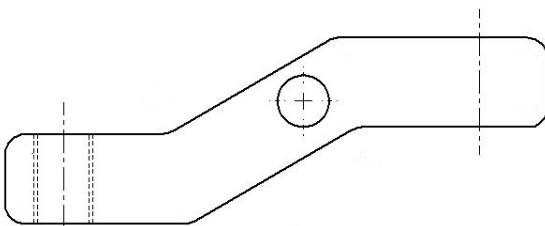
☞ Calculez la force exercée par l'air sur le piston :

---



---

☞ Sur la vue ci-dessous, modélisez les actions subies par le basculeur 1 :



☞ Complétez son tableau de bilan :

Force	P.A.	D/S	I

Combien reste-t-il d'inconnues :

Le principe consiste à éliminer une inconnue en faisant la somme des moments par rapport à son point d'application :

$M( ) =$  \_\_\_\_\_

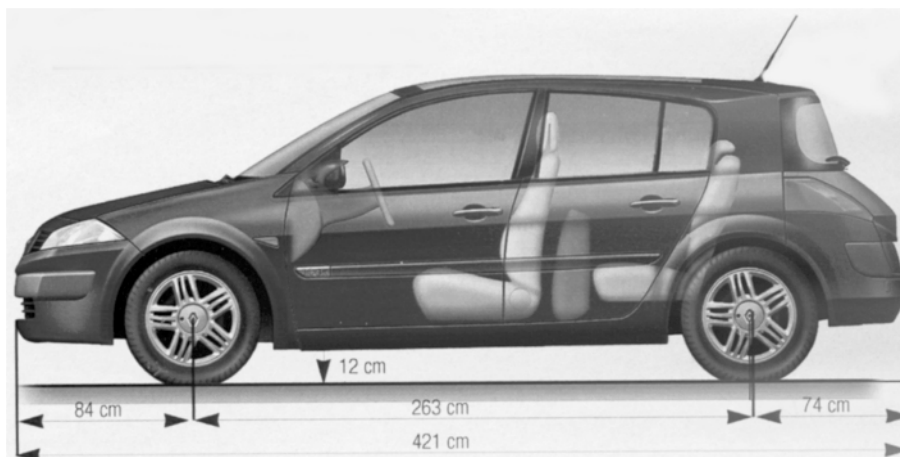
Pour la 2<sup>e</sup> inconnue, on recommence à partir de l'autre point :

$M( ) =$  \_\_\_\_\_

Il reste à vérifier que  $\vec{S} = \vec{0}$  :

## Exemple 1

### Mégane Renault



Sur ce véhicule, on relève 680kg sur le train avant et 485 kg sur le train arrière.  
On veut calculer son poids et la position du Cdt par rapport au train avant.

☞ Modélisez ci-dessus les actions exercées sur le véhicule.  
Notez « x » la distance train avant/CdG.

☞ Calculez son poids

\_\_\_\_\_

☞ Complétez son tableau de bilan

Force	P.A.	D/S	I

☞ Faites la somme des moments par rapport au point de contact roue avant/sol :

\_\_\_\_\_

☞ Déduisez la valeur de x :

\_\_\_\_\_

X = \_\_\_\_\_ cm

☞ Vérification : recommencez à partir du train arrière

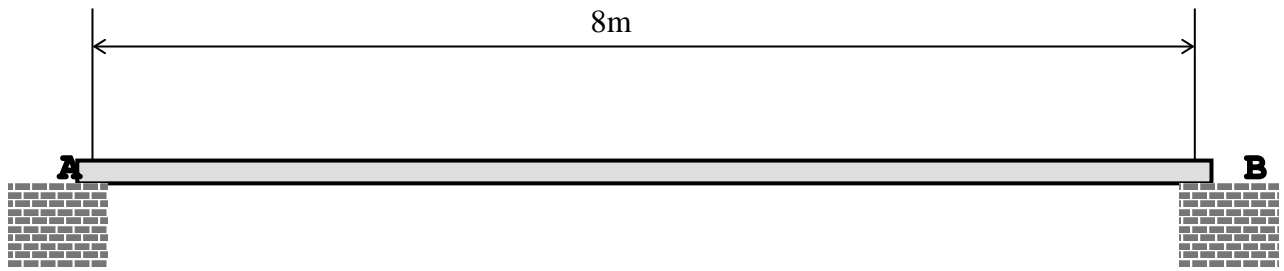
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Exemple 2

### Pont roulant

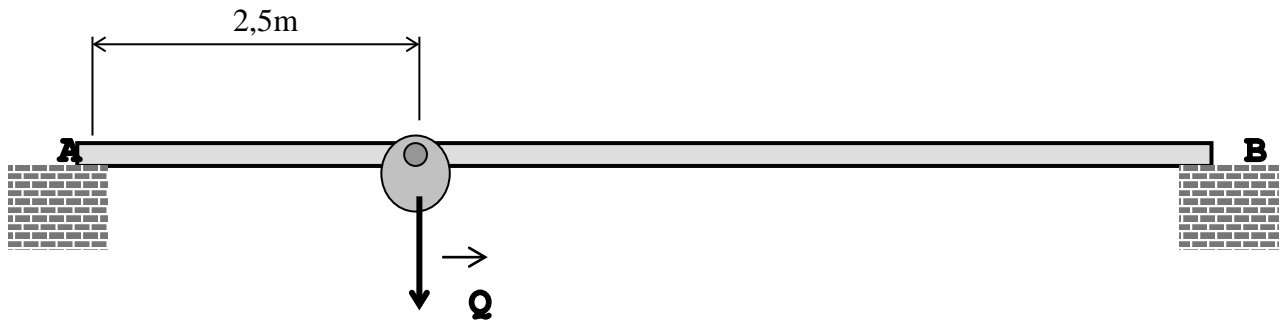
La poutre (P) est un profilé UAP qui pèse 1800N. Il est en appui en A et B.



- ☞ Modélisez son poids et les actions aux appuis
- ☞ Calculez les intensités de ces actions :

---

On ajoute maintenant le chariot roulant :



On ne tient plus compte du poids de la poutre mais seulement de sa charge maxi : 15000N

- ☞ Modélisez les actions aux appuis
- ☞ Calculez les intensités de ces actions :

---

---

- ☞ Calculez les intensités des actions totales en A et B (poids poutre + charge) :

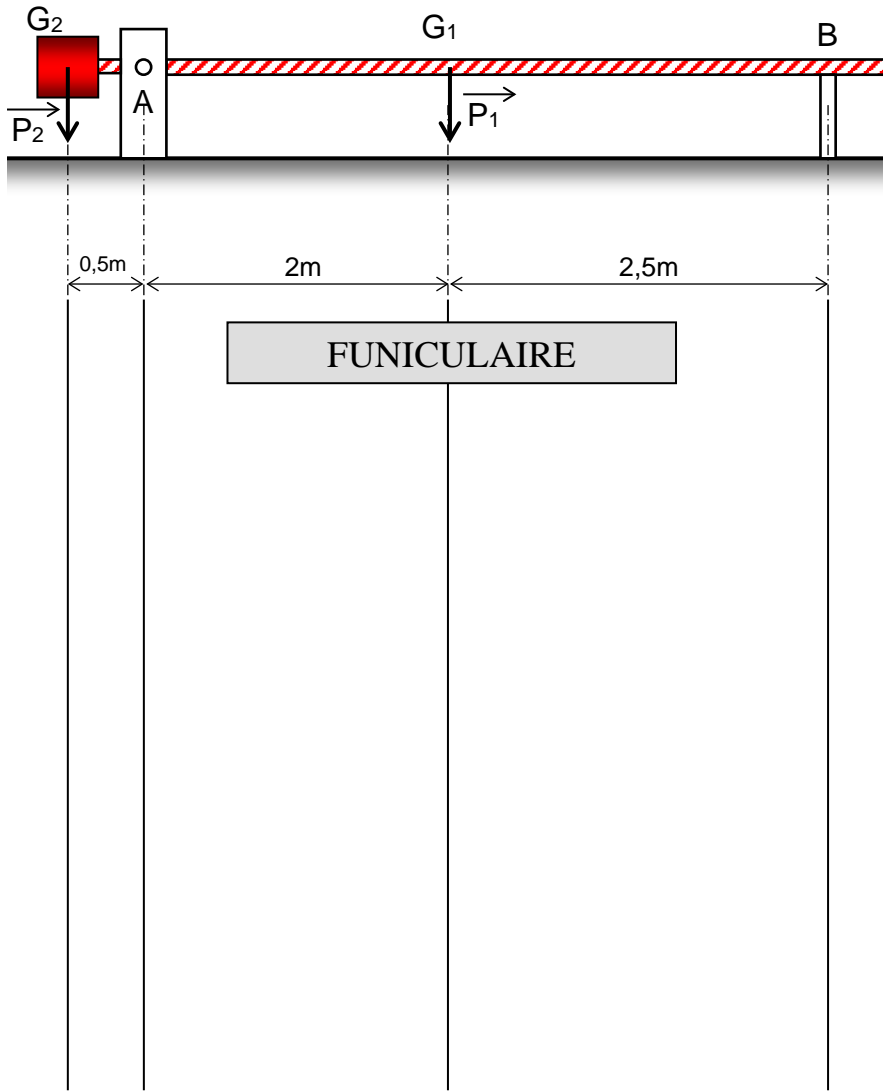
---

---

# SOLIDE SOUMIS À n FORCES PARALLÈLES

Lorsque le nombre d'actions est  $>3$ , il peut être préférable d'utiliser la méthode graphique.  
Attention : toujours 2 inconnues maximum !

## MÉTHODE GRAPHIQUE



Cette barrière a un poids  $P_1$  de 500N, situé en  $G_1$ .  
Le contrepois a un poids  $P_2$  de 1000N, situé en  $G_2$ .  
Le dessin est à l'échelle 1:50  
On désire connaître les actions aux appuis A et B.

Le tracé se fait sur 2 graphiques, appelés **Funiculaire** (en dessous du dessin à l'échelle), et **Dynamique** (à droite du Funiculaire).

### 1- Sur le dynamique :

- Tracez une ligne (L) verticale (position quelconque)
- Tracez un **pôle** P (position quelconque, à droite de L)
- Tracez sur (L), dans l'ordre, les forces connues à l'échelle  $1\text{mm} \rightarrow 20\text{N}$  :

$$a \rightarrow b : \quad \overrightarrow{P_2} \quad 1000\text{N} \rightarrow 50\text{mm}$$

$$b \rightarrow c : \quad \overrightarrow{P_1} \quad 500\text{N} \rightarrow 25\text{mm}$$

$a \rightarrow c$  représente donc les 1500N de forces dirigées vers le bas.



- Tracez les **rayons polaires** reliant P aux points a, b et c.
- Numérotez-les dans l'ordre : 0, 1 et 2.

## 2- Sur le funiculaire :

- Reportez les rayons polaires :
  - sous  $\vec{P}_2$  tracez le rayon 0 (jusqu'à  $\vec{A}$ ), et le rayon 1 (jusqu'à  $\vec{P}_1$ )
  - sous  $\vec{P}_1$  tracez le rayon 1 (déjà fait), et le rayon 2 (jusqu'à  $\vec{B}$ )
- Fermez le funiculaire avec la ligne LF qui va d'une inconnue à l'autre

## 3- Sur le dynamique

- Reportez la ligne LF (*en conservant son inclinaison*) en partant de P jusqu'à la ligne (L) qu'elle croise en x.

Le segment a-c est coupé en 2 parties : ax et xc.

x-a, qui est entre LF et le rayon 0, correspond à  $\vec{A}$  : il mesure \_\_\_\_\_ mm  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_ N

c-x, qui est entre LF et le rayon 2, correspond à  $\vec{B}$  : il mesure \_\_\_\_\_ mm  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_ N

**REMARQUE :**  $\vec{A} + \vec{B} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{0}$  (c'est le P.F.S. !)

## VÉRIFICATION PAR LE CALCUL

Il vous reste à vérifier ces résultats en utilisant la somme des moments :

M(A)=

---



---



---



---

$\ \vec{B}\  =$	N
-----------------	---

M(B)=

---



---



---



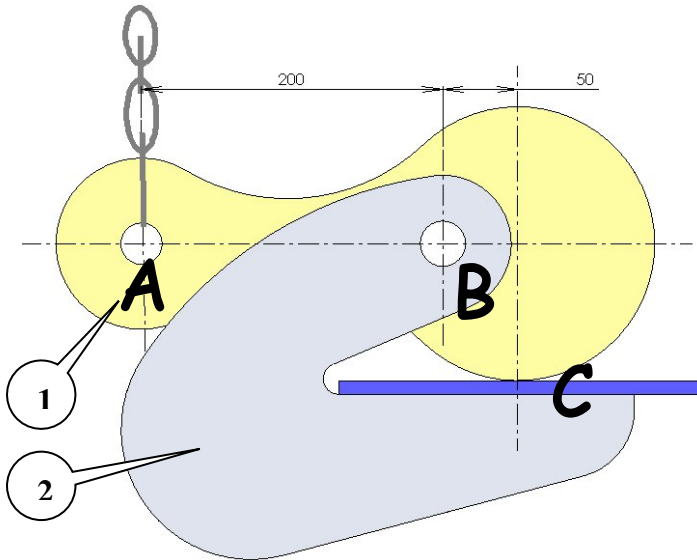
---

$\ \vec{A}\  =$	N
-----------------	---

## Exemple 1 (calcul)

### Levage de tôles

On soulève une plaque de tôle de 800N à l'aide de 2 lève-tôles :



→ **Modélisez les actions subies par 1**  
→ **Calculez leurs intensités :**

→  $\vec{A}_{\text{chaine/1}}$

$$\|\vec{A}_{\text{chaine/1}}\| = \quad \text{N}$$

→  $\vec{C}_{\text{tôle/1}}$

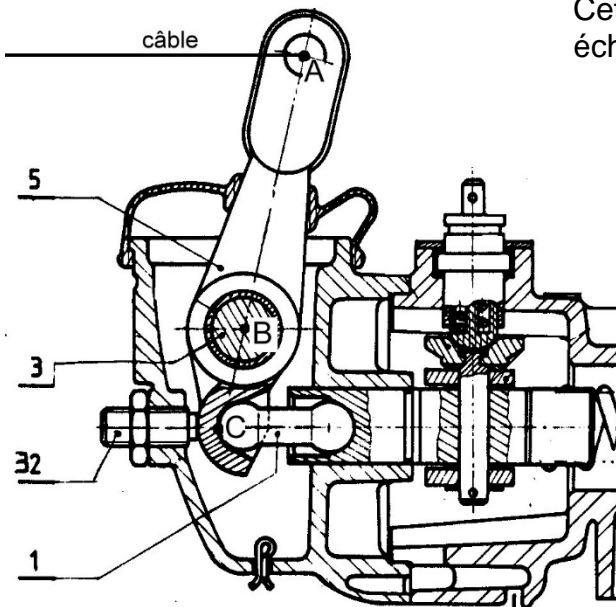
$$\|\vec{C}_{\text{tôle/1}}\| = \quad \text{N}$$

→  $\vec{B}_{\text{axe/1}}$

$$\|\vec{B}_{\text{axe/1}}\| = \quad \text{N}$$

## Exemple 2 (calcul)

### Centrale de freinage



Cette centrale de freinage représentée partiellement échelle 1 :2 est commandée par câble.

Au moment du freinage, l'effort sur le câble est de 200N. Il n'y a alors plus de contact entre 5 et 32.

→ **Isolez le levier 5 en le coloriant**  
→ **Modélisez les actions qu'il subit**  
→ **Calculez leur intensité en B :**

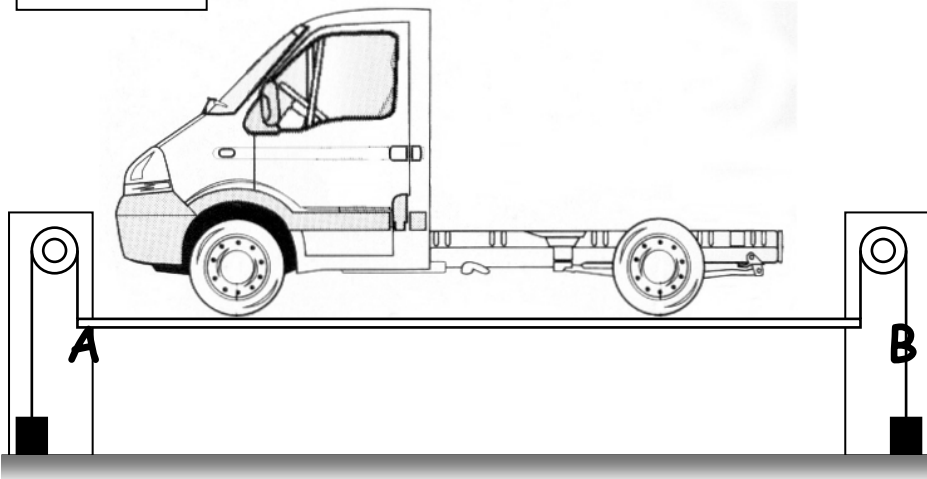
$$\|\vec{B}_{/5}\| = \quad \text{N}$$

→ **Calculez leur intensité en C :**

$$\|\vec{C}_{/5}\| = \quad \text{N}$$

### Exemple 3 (graphique)

Échelle 1 : 50



Ce véhicule utilitaire a un poids de 12000N sur le train avant et 6000N sur le train arrière.

Calculez l'intensité des actions exercées sur les câbles en A et B (*le poids du plateau sera négligé*).

Suivez pour cela la méthode vue page 16.

$\|\vec{A}\| =$

N

$\|\vec{B}\| =$

N