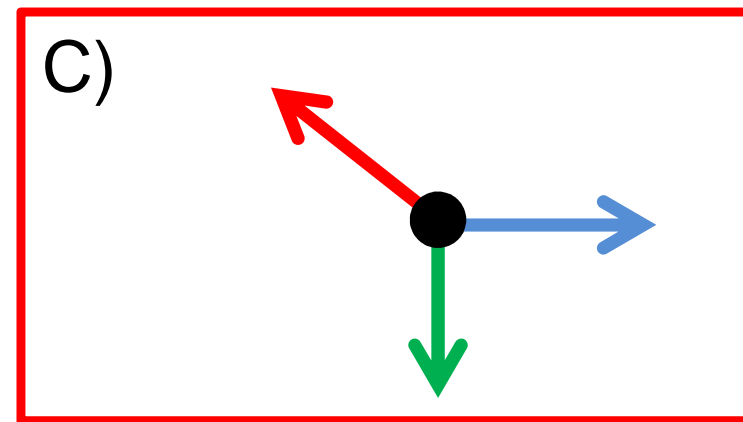
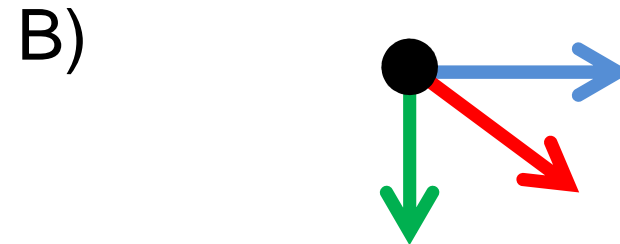
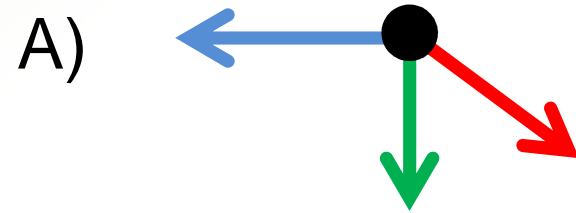
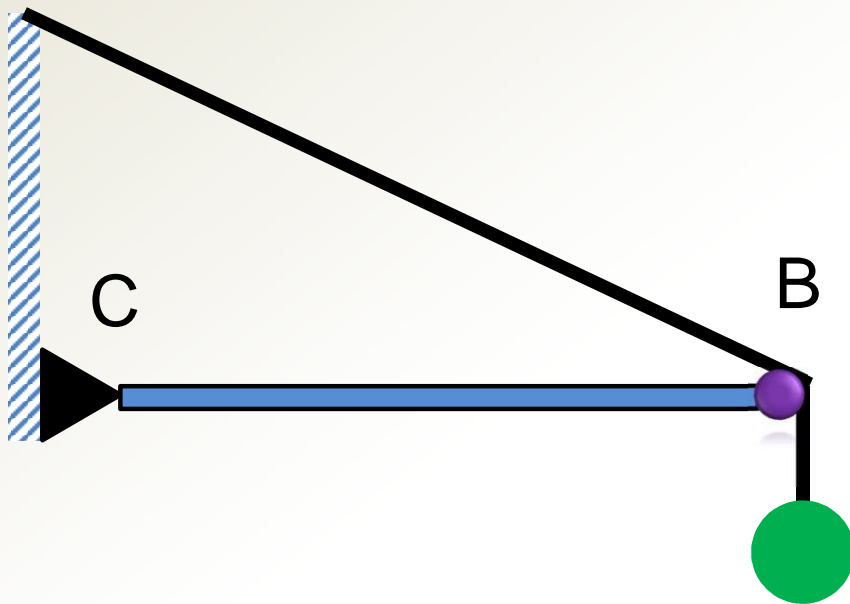


Module 4

Équilibre des corps rigides

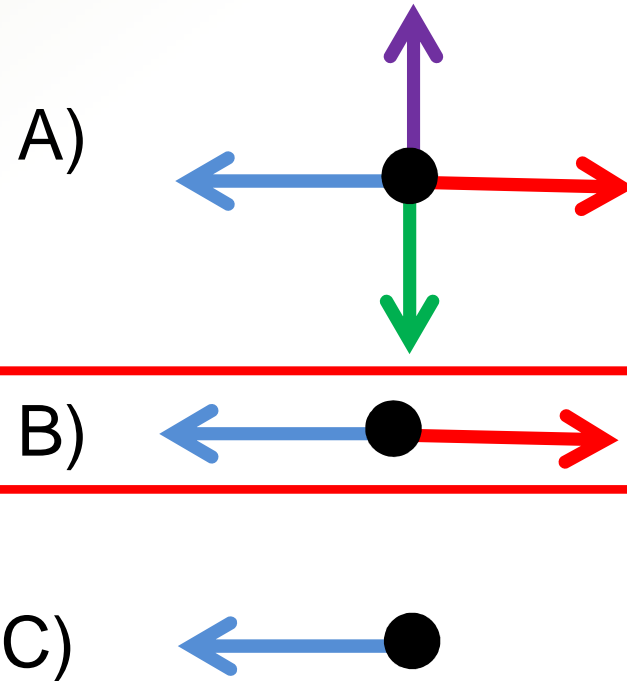
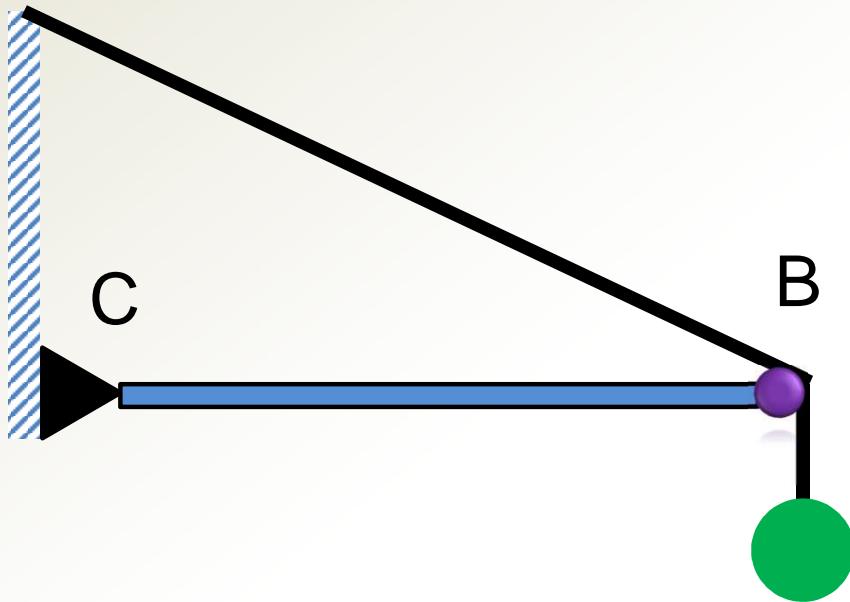
4.1 Introduction et rappels

Quel est le diagramme de forces qui illustre correctement toutes les forces appliquées sur la prune au point B ? La tige est une tige légère



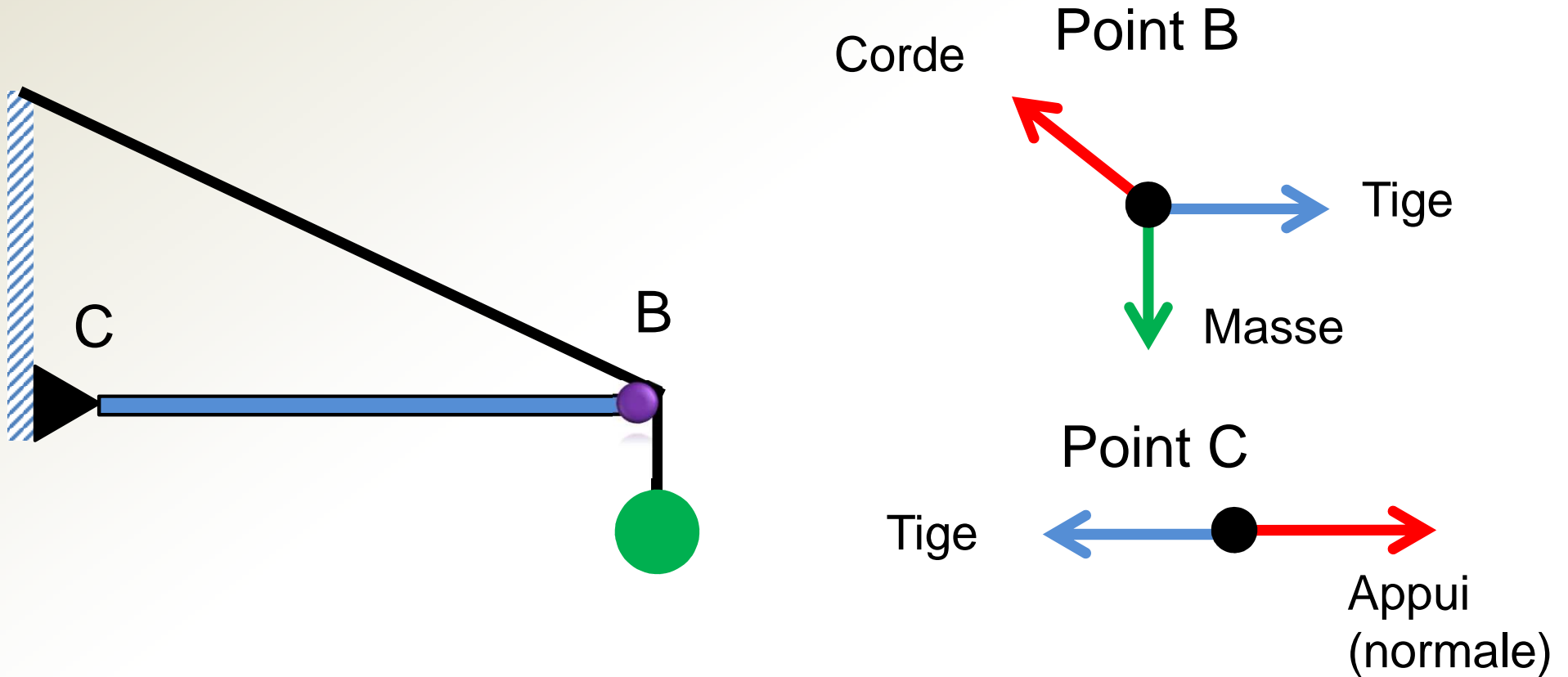
4.1 Introduction et rappels

Et toutes les forces appliquées au point C ?



4.1 Introduction et rappels

Les forces exercées aux points B et C de la tige sont

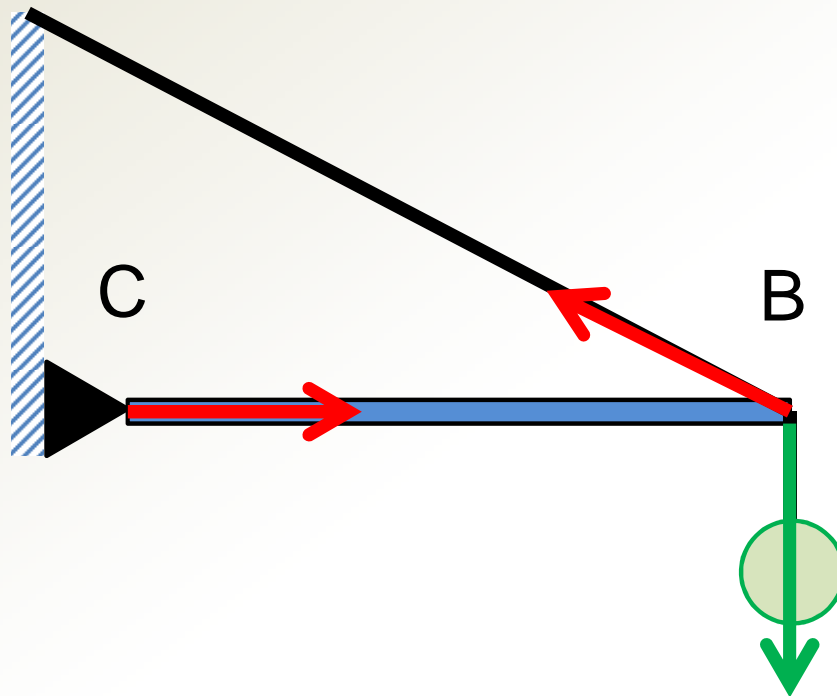


4.1 Introduction

- Corps rigide : ne se déforme par, ni en traction, ni en tension. C'est la tige.
- C'est l'équilibre de la tige au complet (corps rigide) qui nous intéresse
- Il faut représenter toutes les forces qui s'appliquent **SUR *la tige***

4.1 Introduction

Représenter les forces qui s'exercent SUR la tige

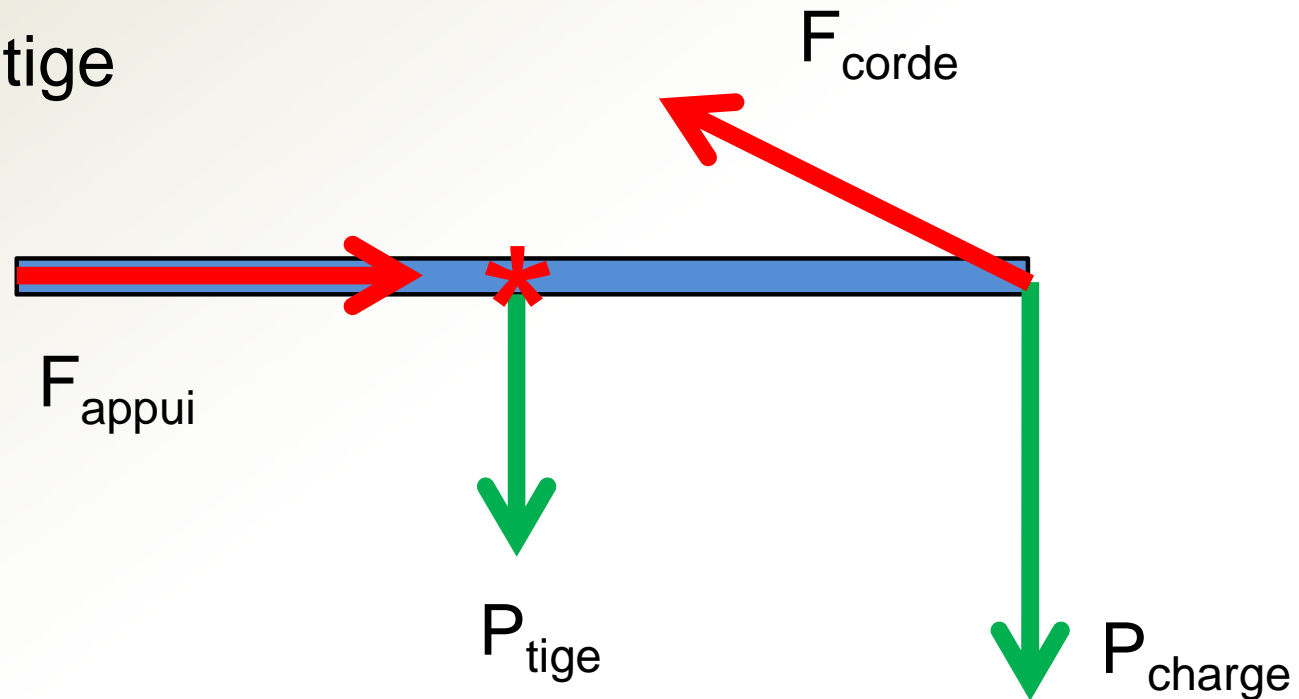


Forces exercées PAR la tige ?



4.1 Introduction

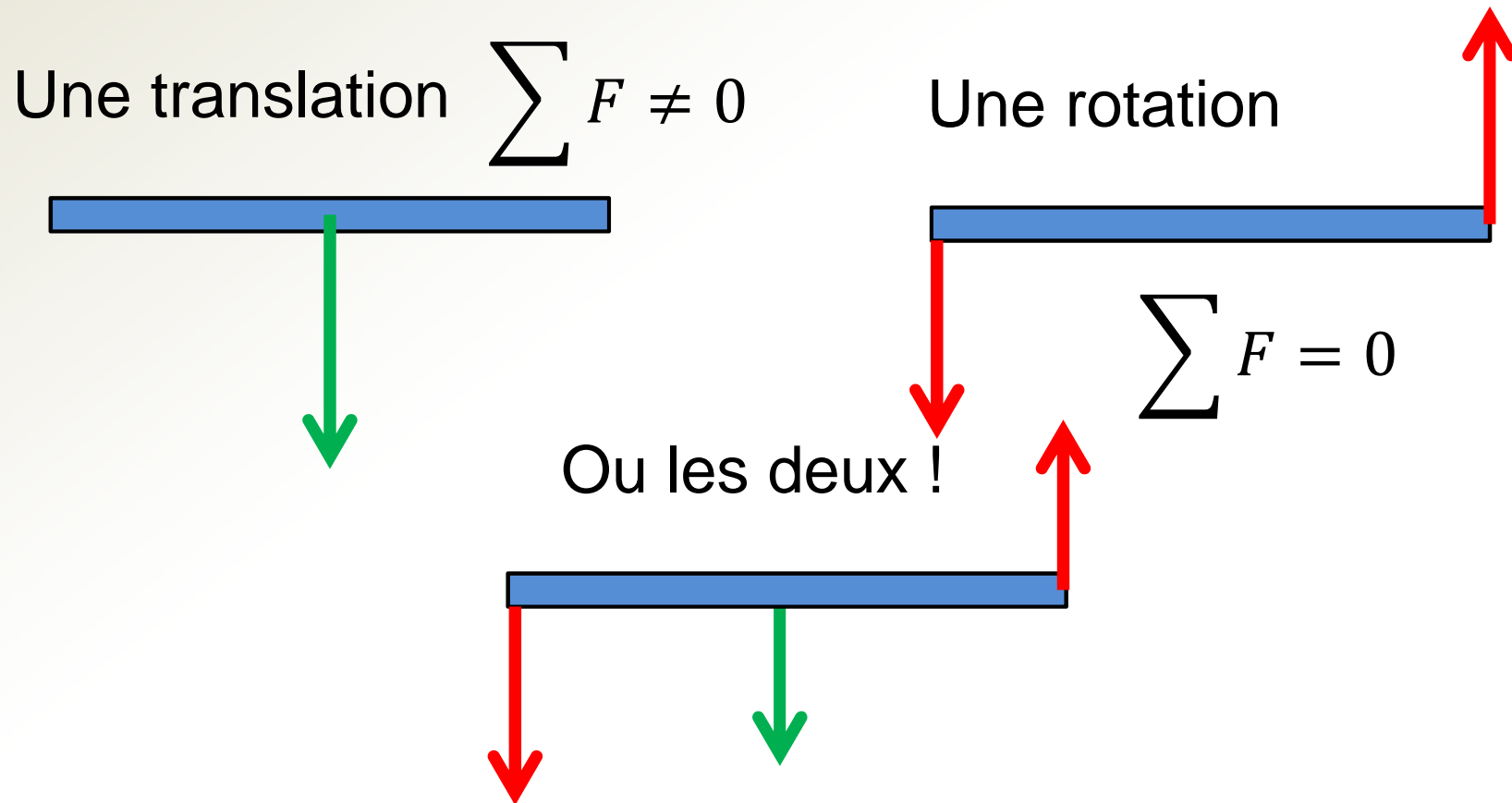
Forces sur la tige



Et si la tige a une masse ?

4.1 Introduction

Selon les forces auxquelles elle est soumise, la tige peut effectuer soit



On voudrait que la tige ne fasse aucun des deux !

4.1 Introduction

On veut que la tige ne fasse

- Aucune translation

$$\sum \vec{F} = 0$$

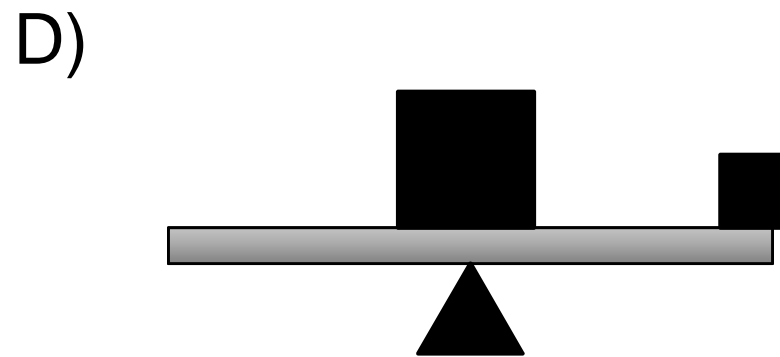
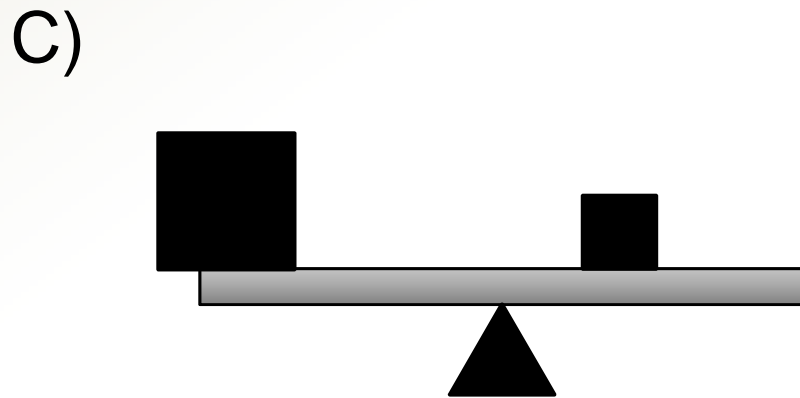
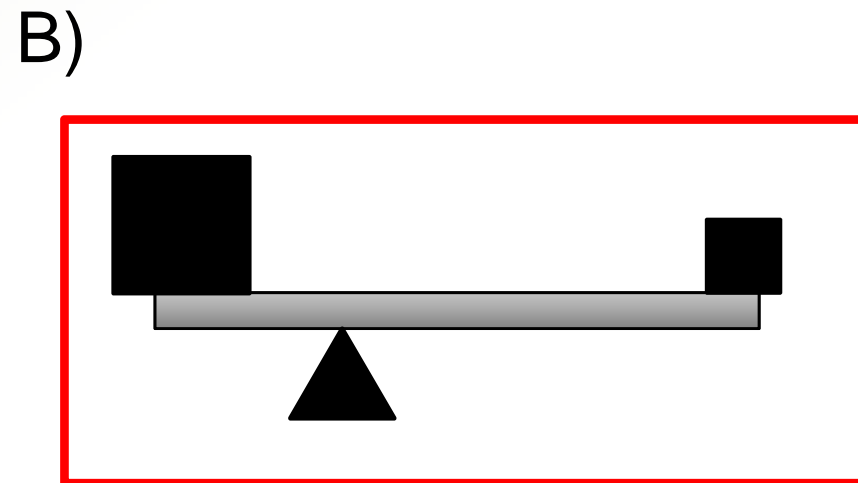
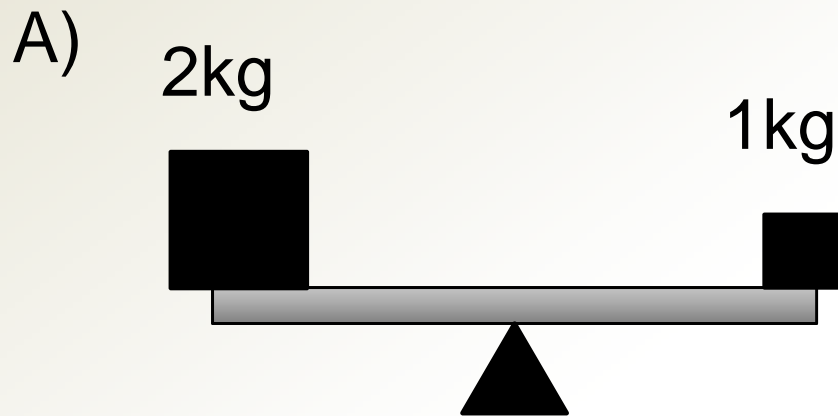
- Aucune rotation

Manque une condition ?



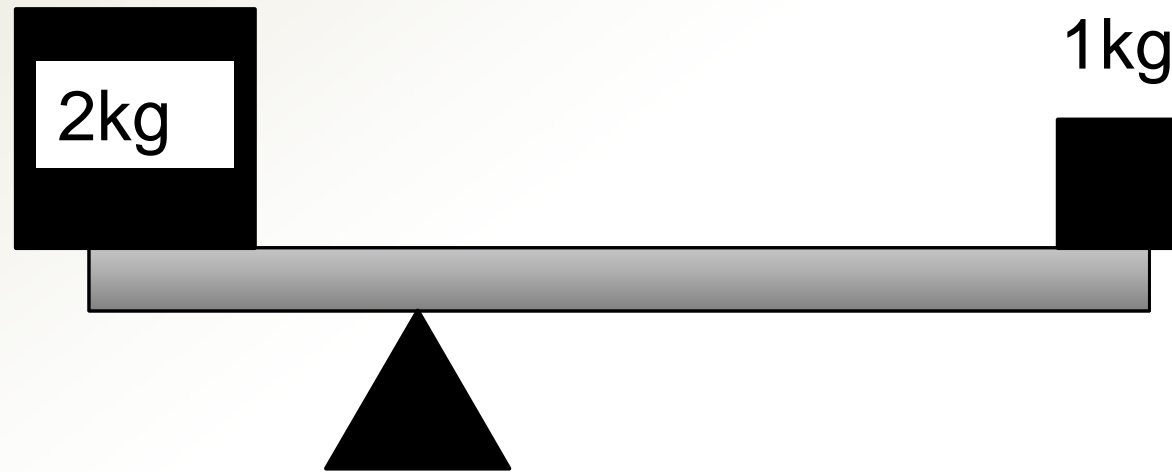
4.2 Bras de levier et moment de force

Comment placer des masses de 1kg et de 2kg pour qu'elles soient en équilibre ?



4.2 Bras de levier et moment de force

Représenter toutes les forces qui s'appliquent sur la tige.
Indiquer les valeurs

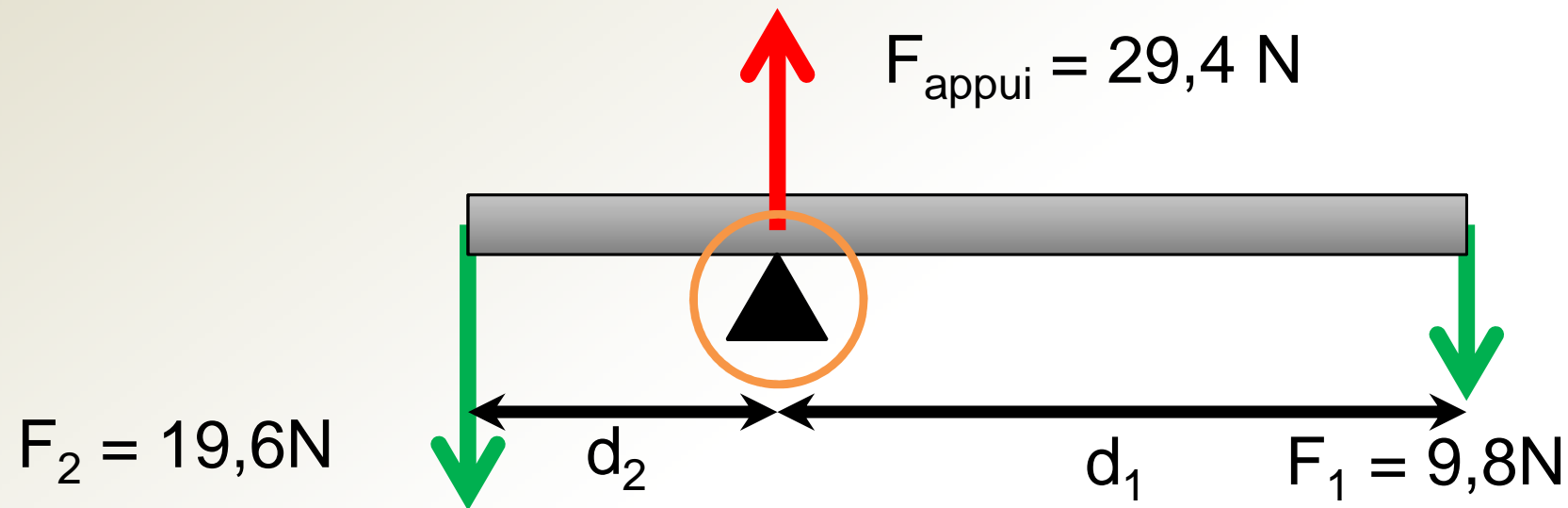


$F_{\text{appui}} = 19,6 + 9,8 = 29,4 \text{ N}$

$F_2 = 19,6 \text{ N}$

$F_1 = 9,8 \text{ N}$

4.2 Bras de levier et moment de force



Pour avoir un équilibre de rotation :

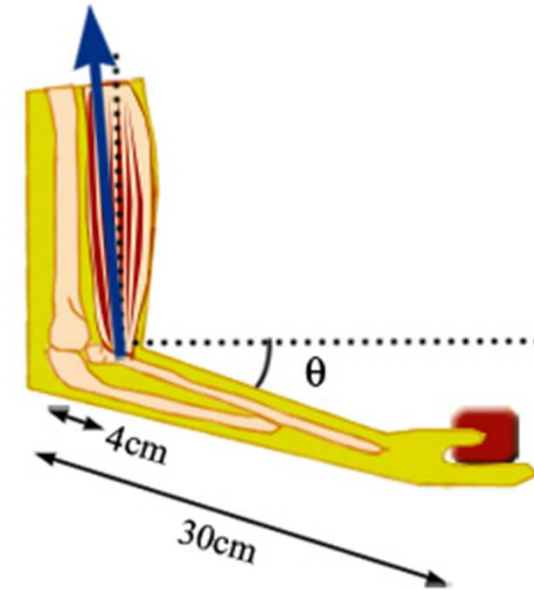
$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

 est le pivot (ou axe de rotation)

d est le bras de levier

4.2 Bras de levier et moment de force

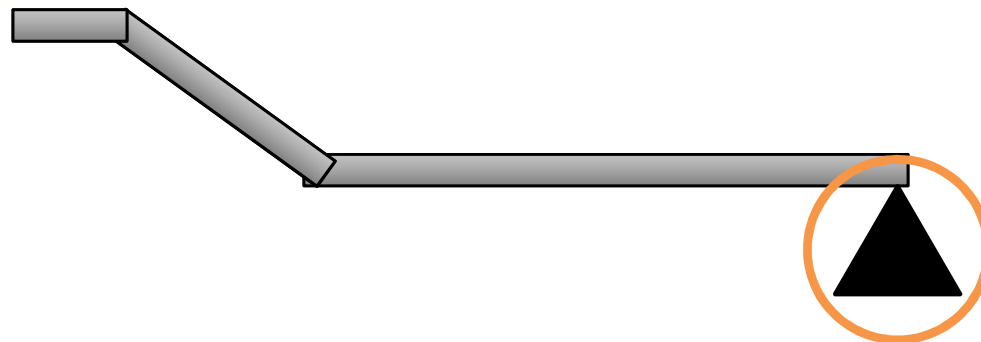
Faire un schéma et identifier un pivot



← Reconnaissez-vous ce pont ?
[Cliquez ici pour la réponse...](#)

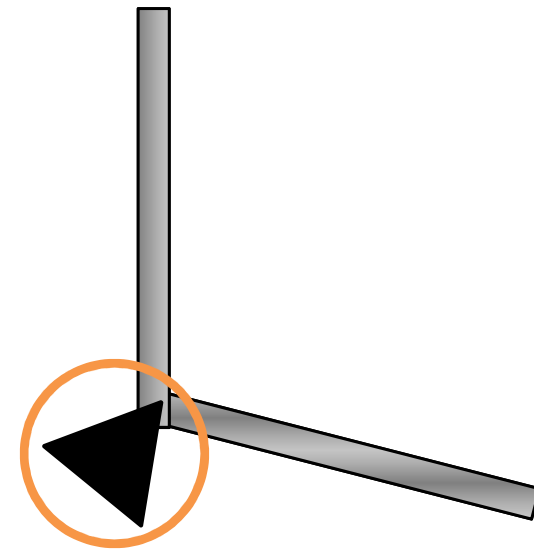
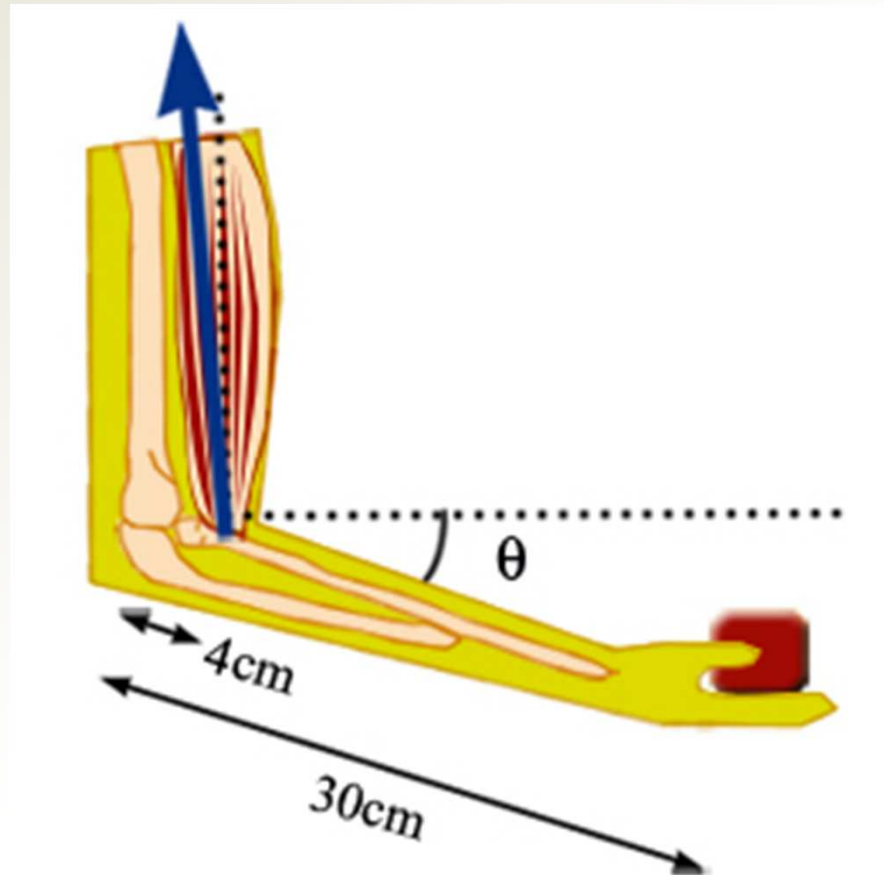
4.2 Bras de levier et moment de force

Faire un schéma et identifier un pivot

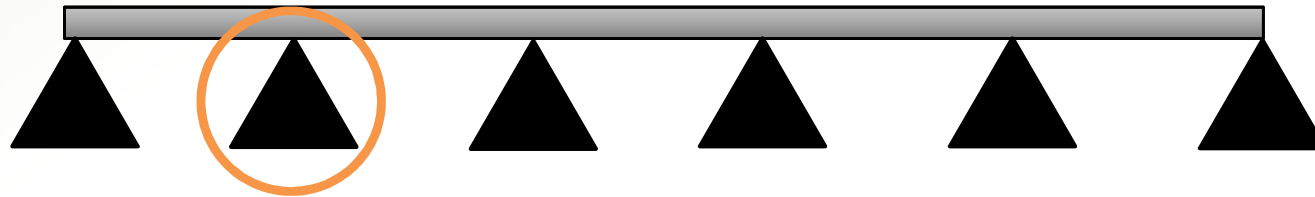


4.2 Bras de levier et moment de force

Faire un schéma et identifier un pivot



4.2 Bras de levier et moment de force

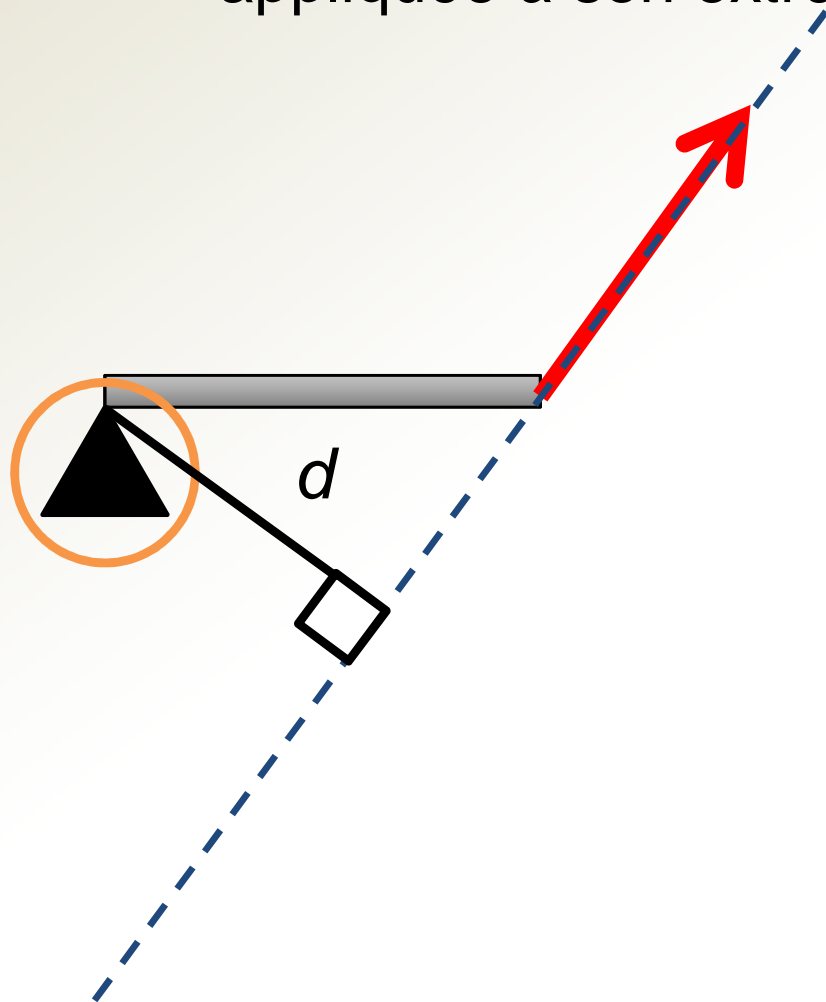


Le choix d'un pivot est arbitraire

4.2 Bras de levier et moment de force

Définition du bras de levier

→ Supposons une tige soumise à cette force appliquée à son extrémité

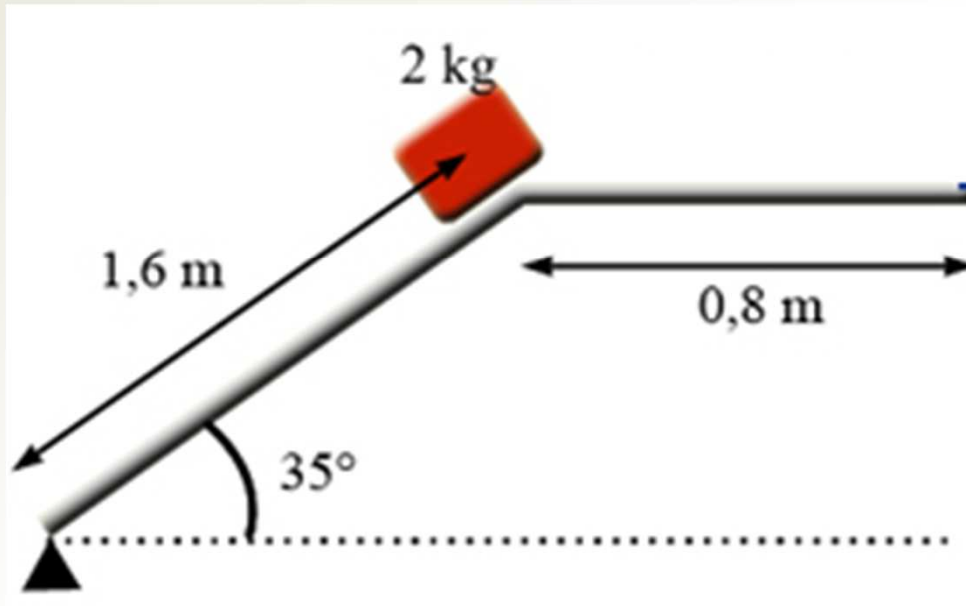


1. Tracer la **force** à l'endroit où elle s'applique
2. Tracer la **ligne d'action** de la force
3. Choisir un **pivot**
4. Trouver distance minimale entre le **pivot** et la **ligne d'action** (90°)
5. C'est la valeur de d

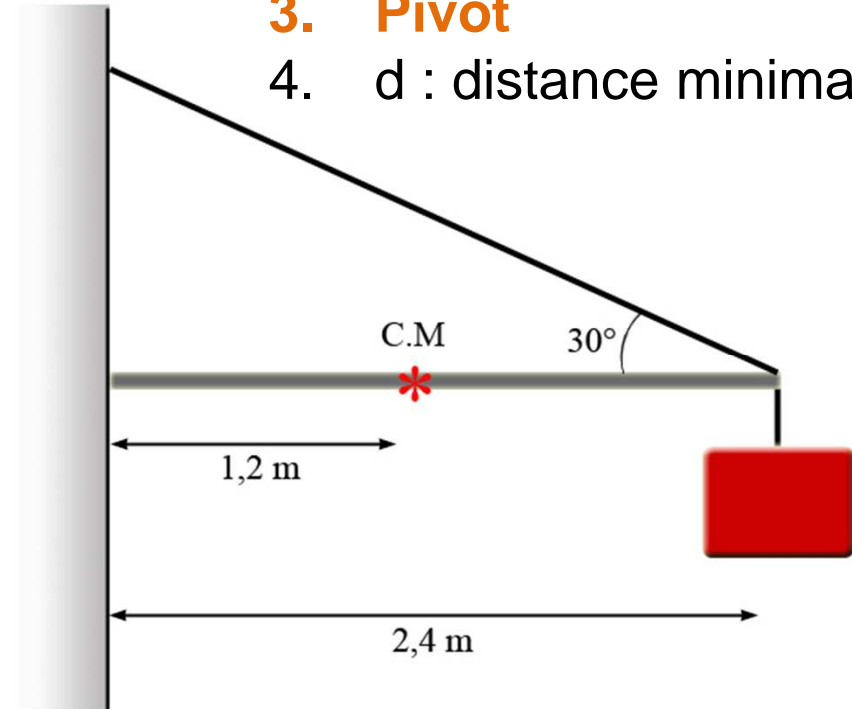
4.2 Bras de levier et moment de force

Calculez tous les bras de levier pour chacune des situations suivantes
Placer un pivot si aucun n'est indiqué.

1. **Force**
2. **Ligne d'action**
3. **Pivot**
4. d : distance minimale



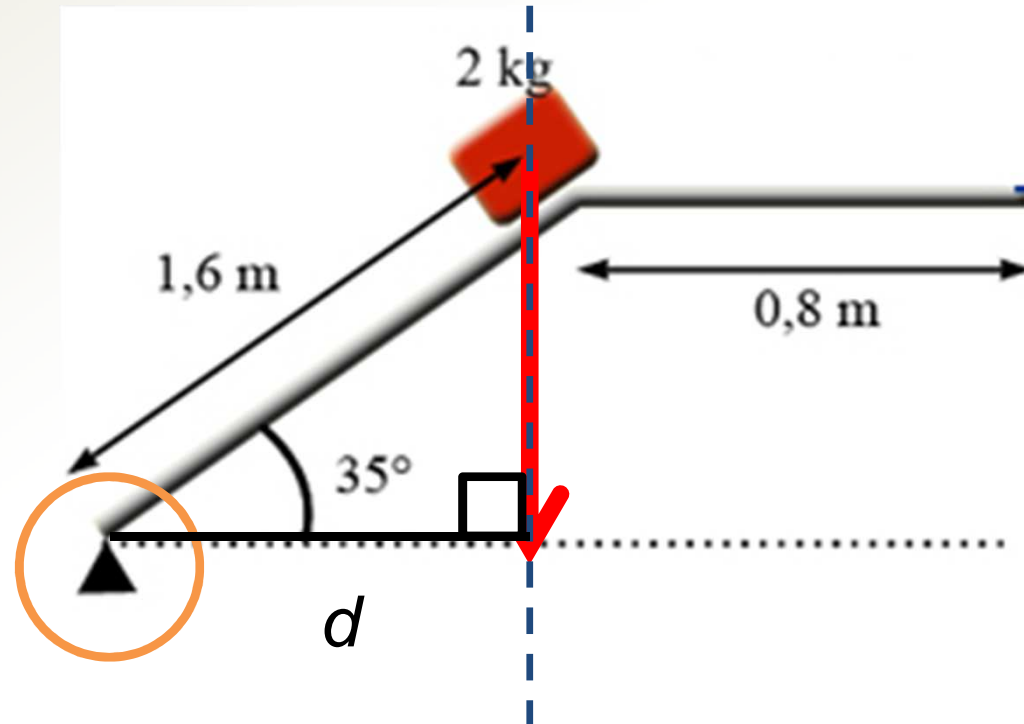
1 bras de levier



3 bras de levier

4.2 Bras de levier et moment de force

1. **Force**
2. **Ligne d'action**
3. **Pivot**
4. d : distance minimale



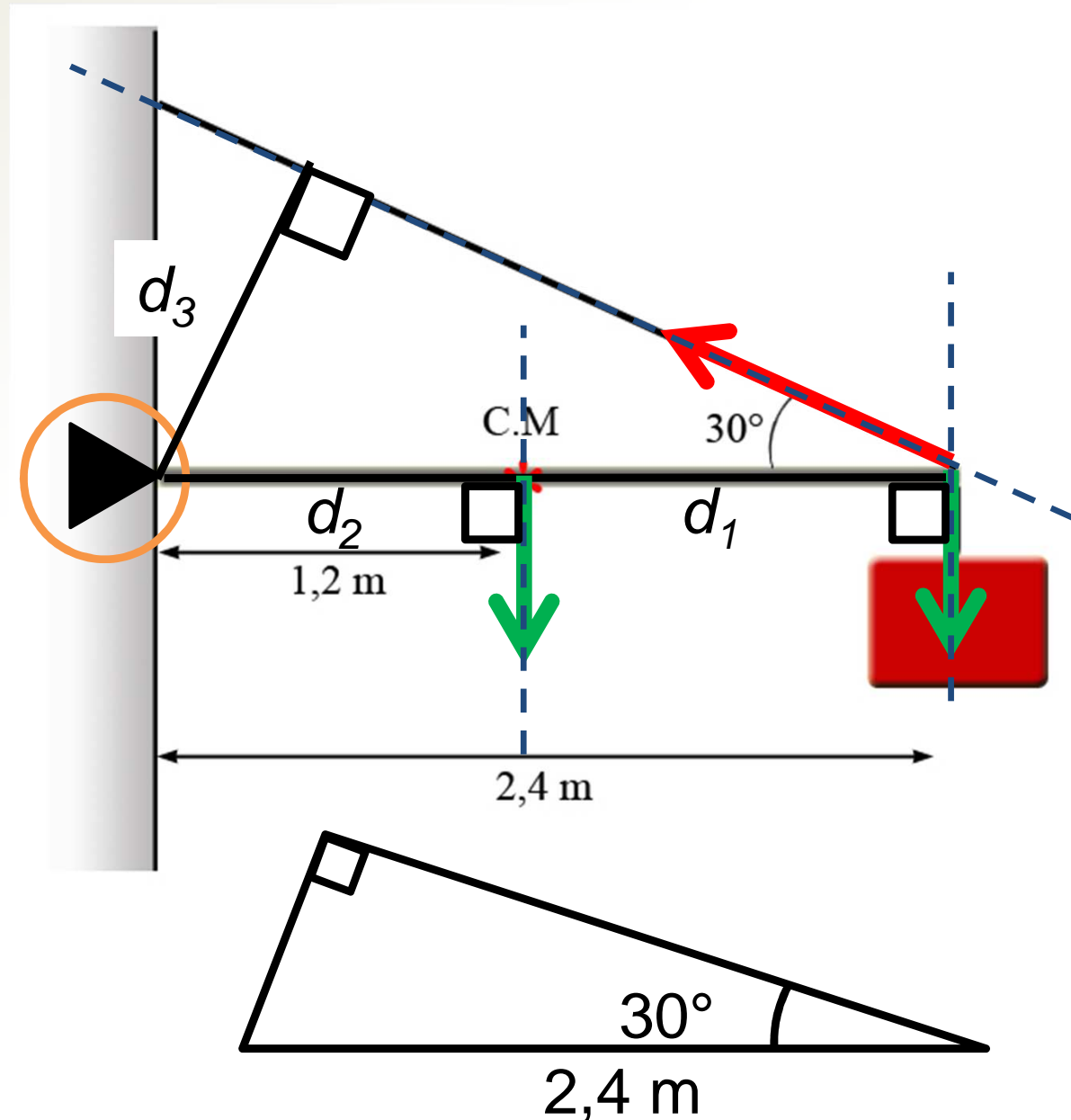
4.2 Bras de levier et moment de force

1. **Force**
2. **Ligne d'action**
3. **Pivot**
4. d : distance minimale

$$d_1 = 2,4 \text{ m}$$

$$d_2 = 1,2 \text{ m}$$

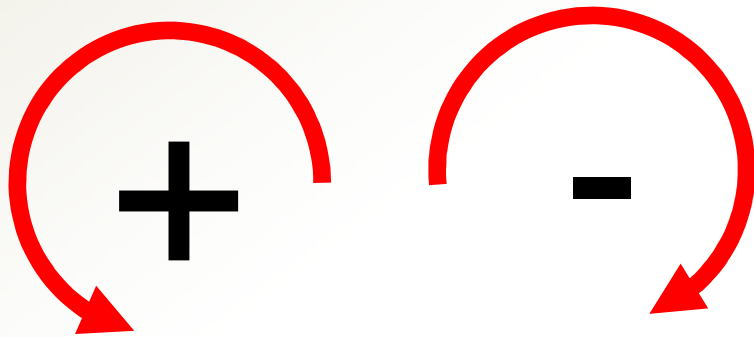
$$d_3 = 1,2 \text{ m}$$



4.2 Bras de levier et moment de force

Définition du moment de force :

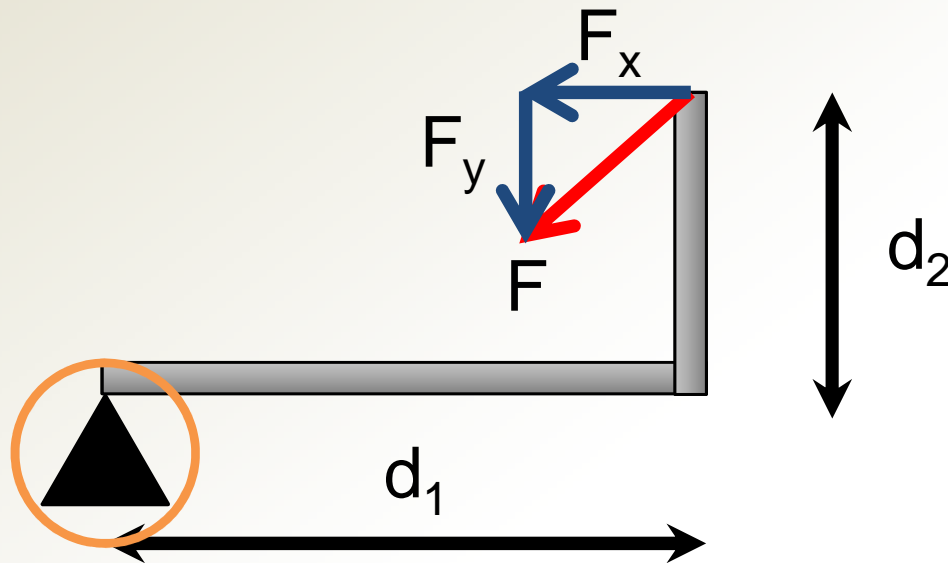
$$M = \pm Fd$$



Unités : Newton \times mètre (Nm)

Signe ajouté à la mitaine

4.3 Méthode des composantes



Moment d'une force

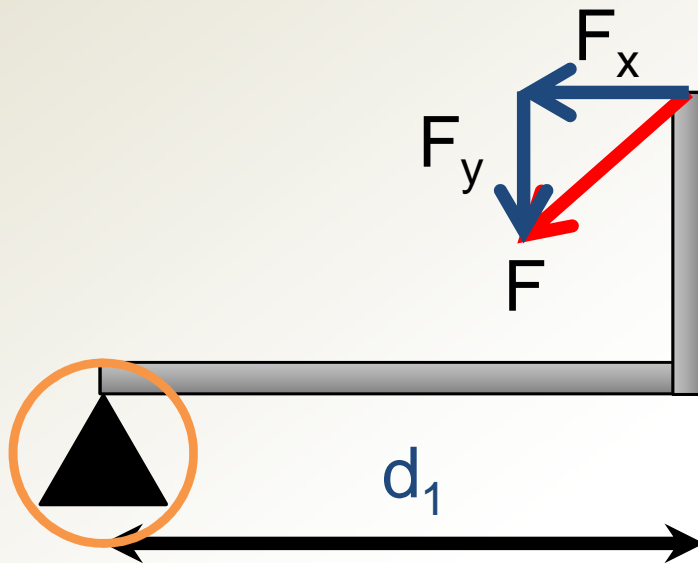
=

somme des moments de ses composantes

$$M_F = M_{F_x} + M_{F_y}$$

Important : prendre les valeur absolues des composantes

4.3 Méthode des composantes



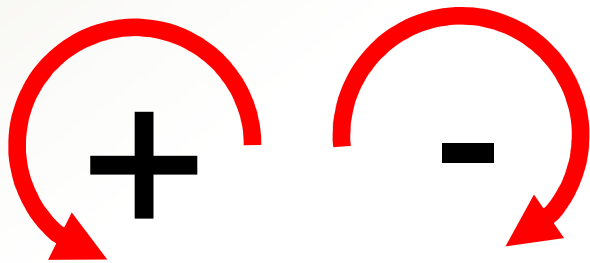
Que vaut M_F ?

A. $M_F = |F_x|d_2 + |F_y|d_1$

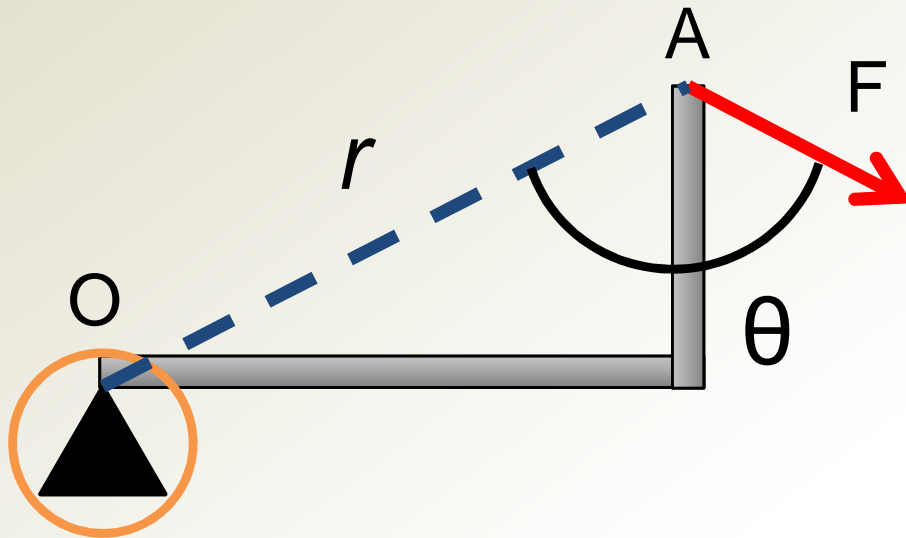
B. $M_F = |F_x|d_2 - |F_y|d_1$

C. $M_F = |F_x|d_1 + |F_y|d_2$

D. $M_F = |F_x|d_1 - |F_y|d_2$



4.3* Méthode directe



1. Tracer droite OA entre le pivot (O) et le point où s'applique la force (A)
2. Mesurer θ
3. Mesurer r

$$M = \pm rF \sin \theta$$



r : longueur de OA
 θ : angle entre F et OA, et $\theta < 180^\circ$

4.3 Équilibre de translation et de rotation

Équilibre de translation

$$\sum \vec{F} = 0$$

Ou bedon

$$\sum F_x = 0 \quad \text{ET} \quad \sum F_y = 0$$

Équilibre de rotation

$$\sum M = 0$$

4.4 Équilibre de translation et de rotation

Équilibre de translation ET de rotation (situation exigée)

$$\sum F_x = 0 \quad \text{ET} \quad \sum F_y = 0 \quad \text{ET} \quad \sum M = 0$$

Trois équations....

Trois inconnues

4.4 Équilibre de translation et de rotation

Méthode à suivre

1. Schéma de la situation : représenter l'objet à étudier
2. Tracer toutes les forces qui s'appliquent **SUR** l'objet à l'endroit où elles s'appliquent
3. Identifier les valeurs connues : distances, forces, angles, etc.
4. Identifier les inconnues (trois au maximum...)
5. Choisir un pivot (judicieusement)
6. Écrire les équations

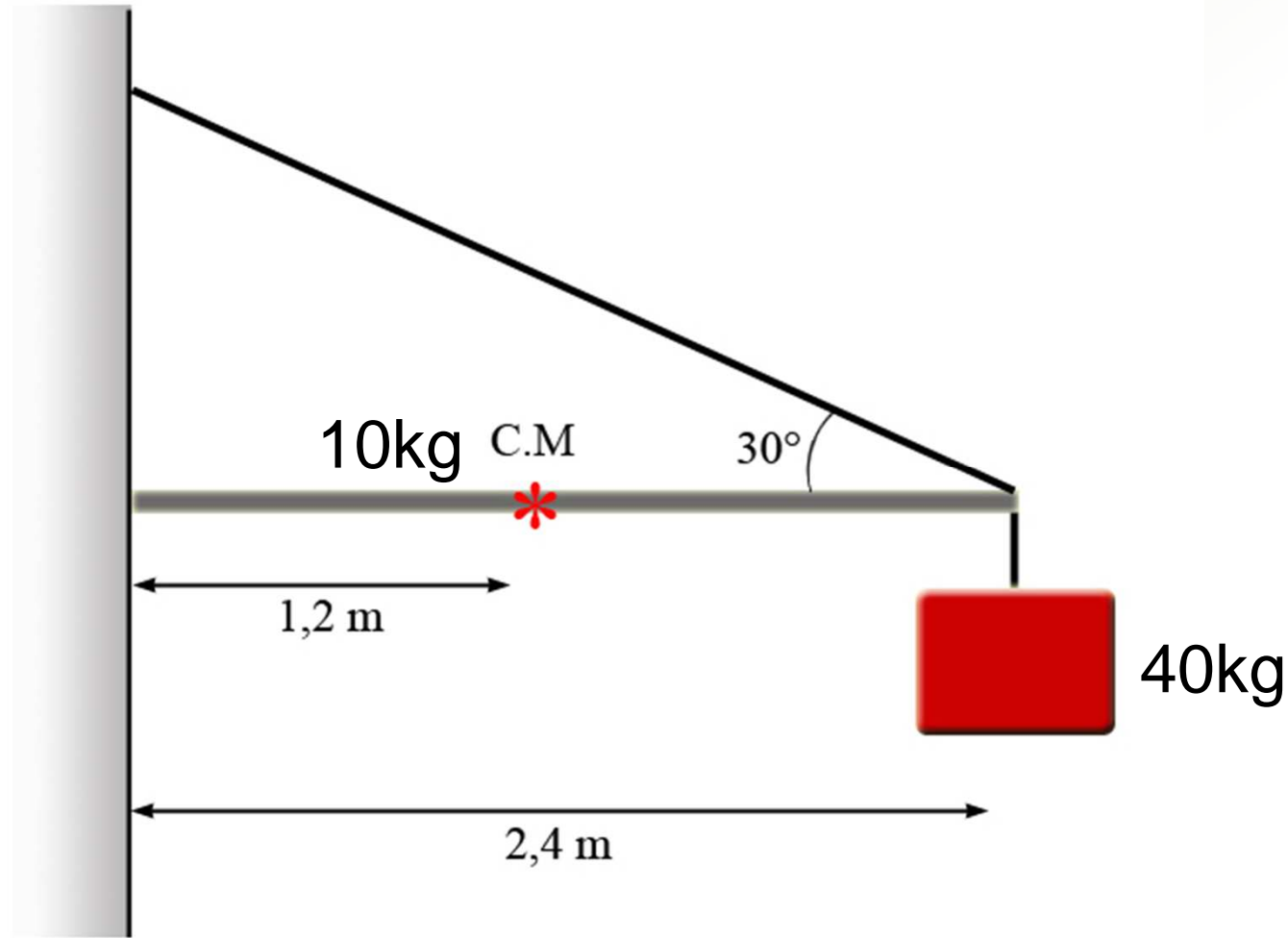
$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M = 0$$

7. Résoudre pour trouver les inconnues

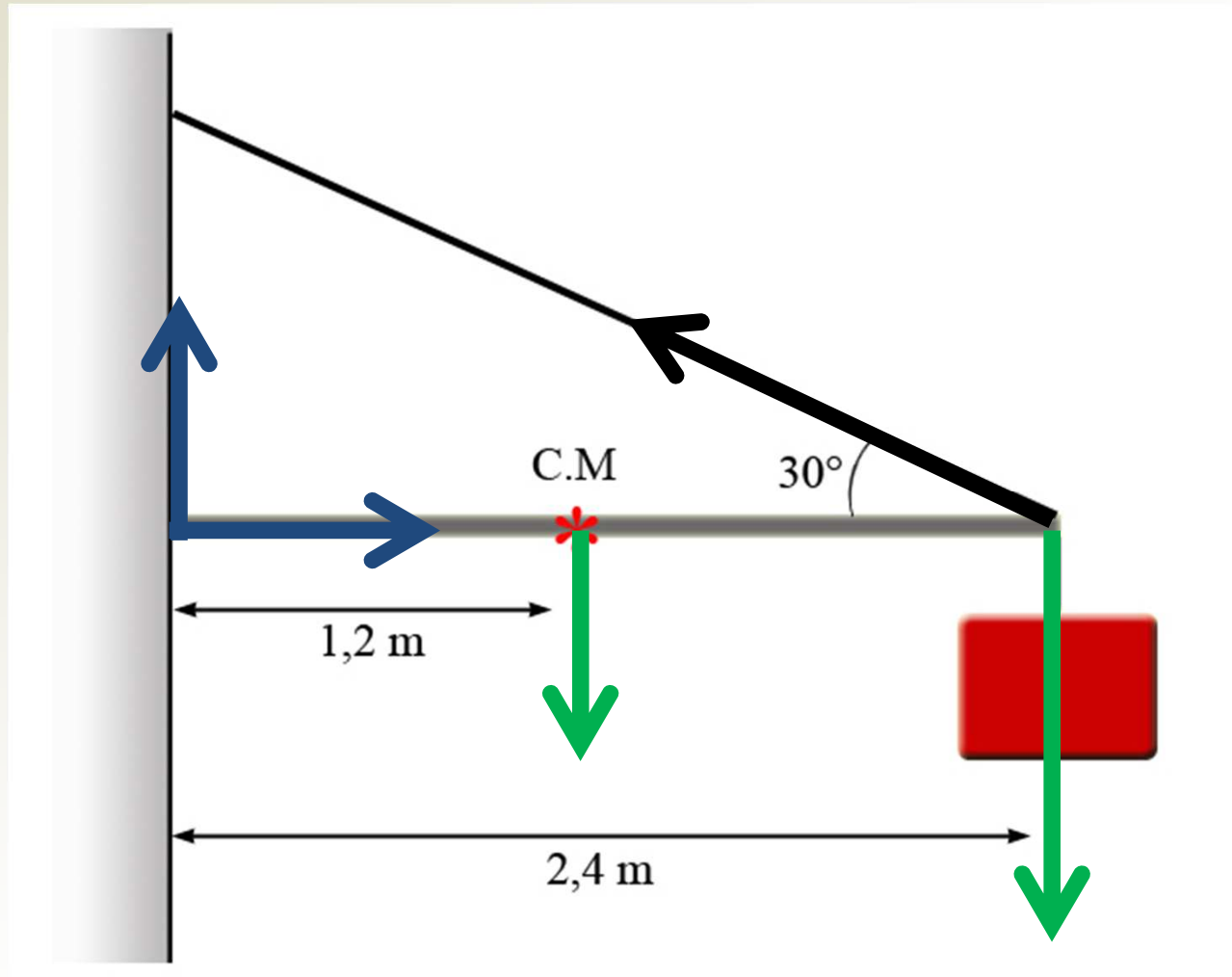
4.4 Équilibre de translation et de rotation



- Exemple complet
1. Schéma
 2. Forces
 3. Valeurs connues
 4. Inconnues
 5. Pivot
 6. Équations
 7. Résoudre

- a) Calculer la tension dans le câble
- b) Calculer la force exercée par le mur sur la poutre

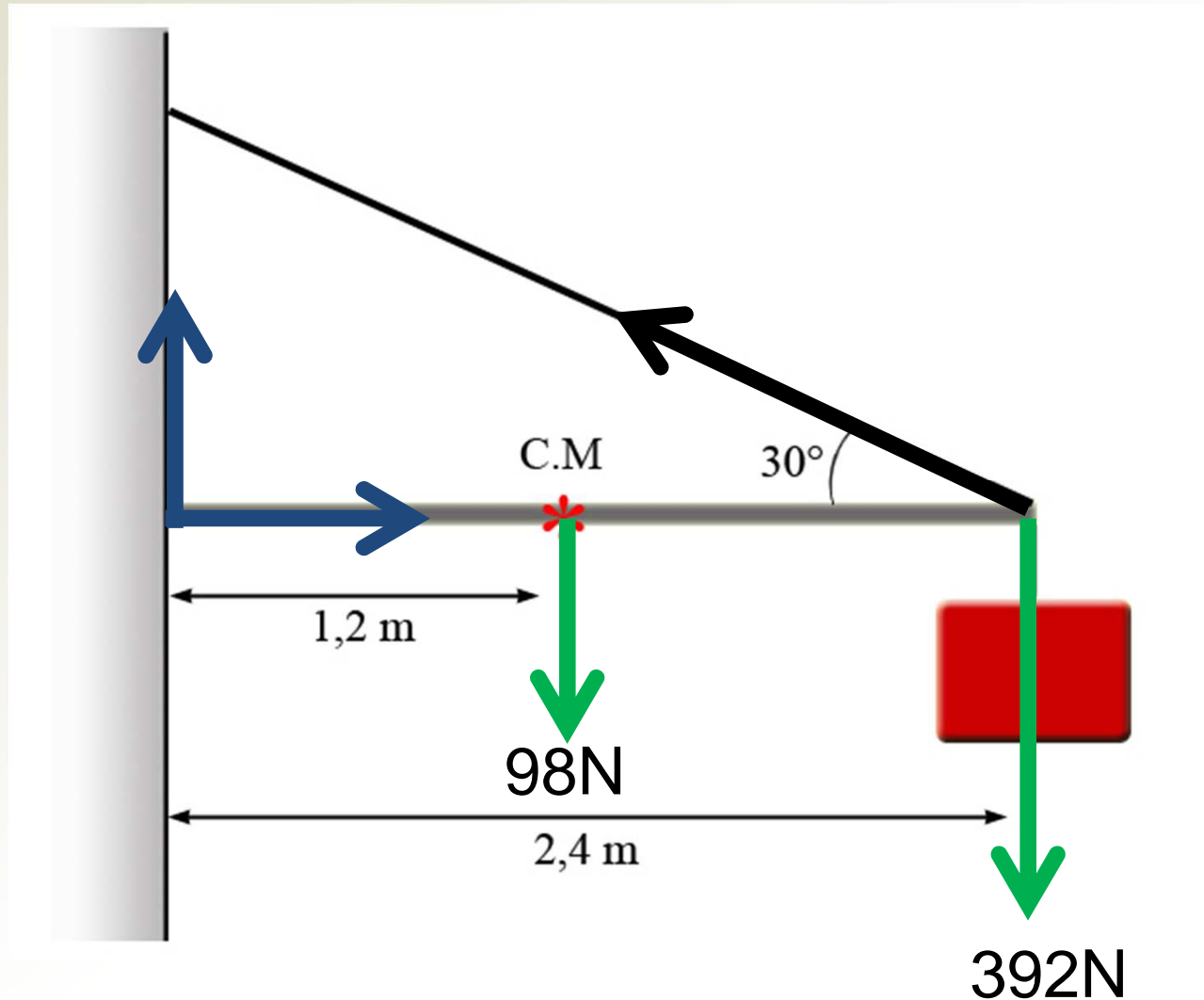
4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

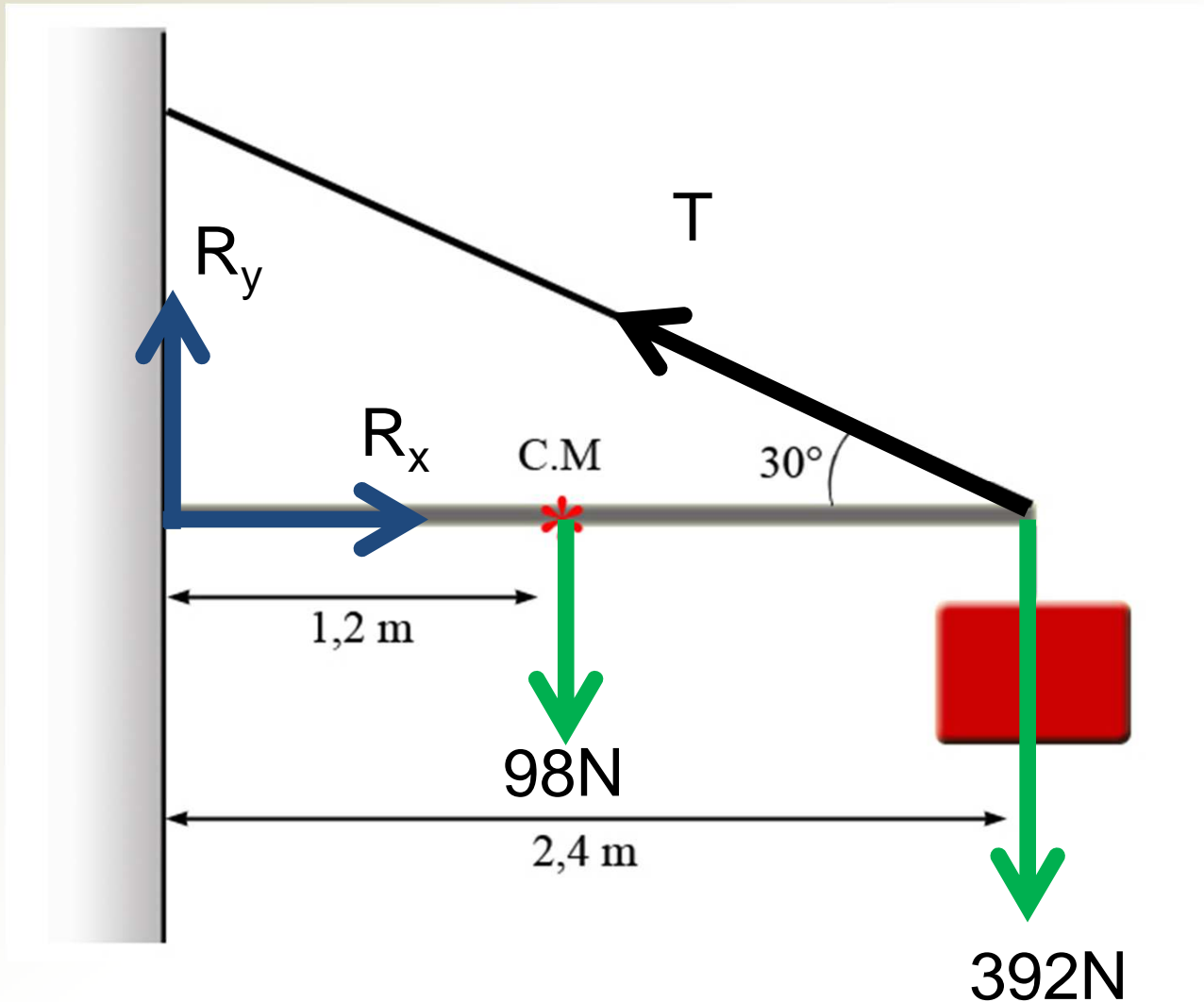
4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

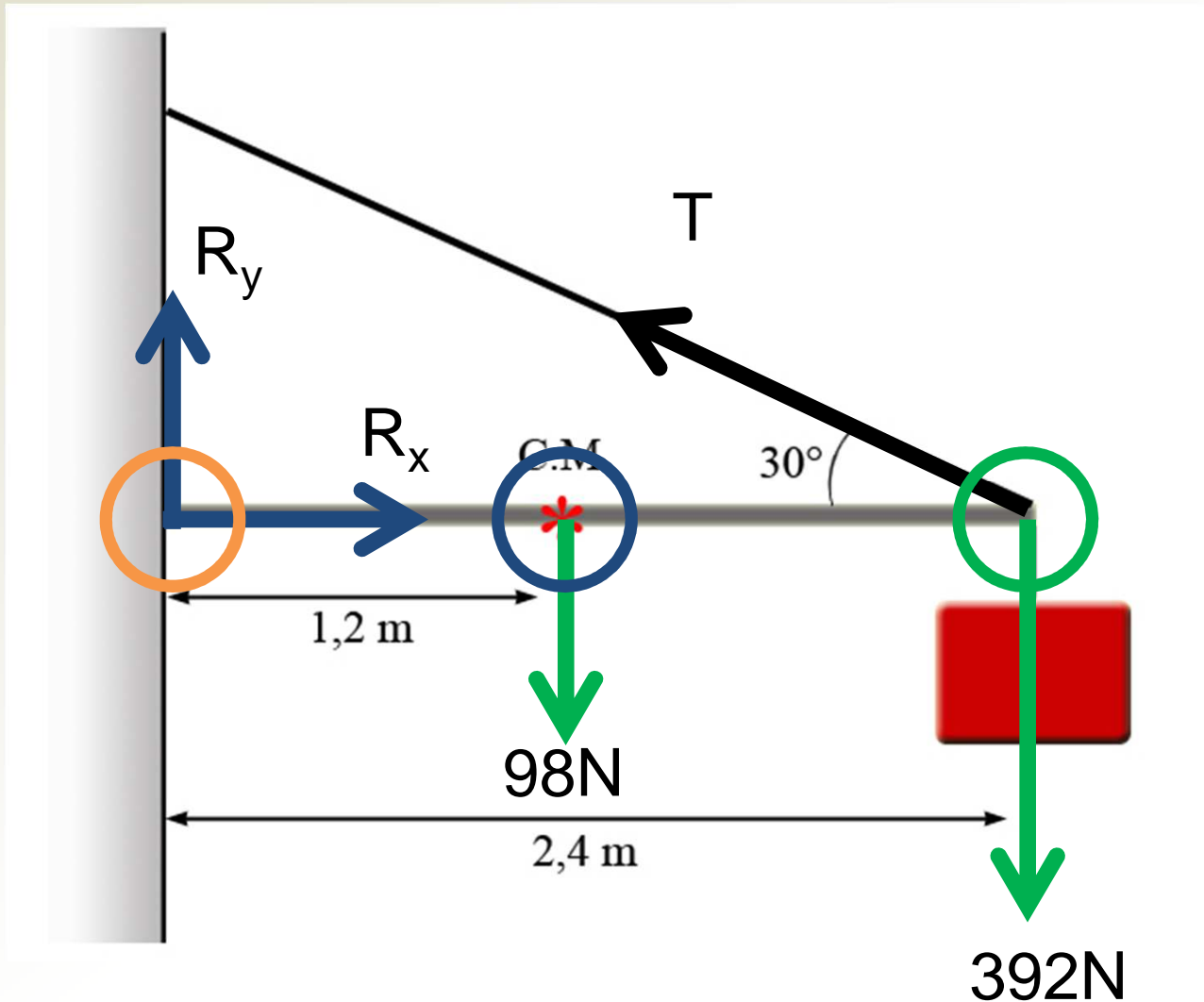
4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

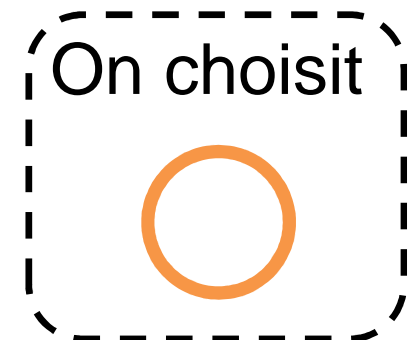
1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

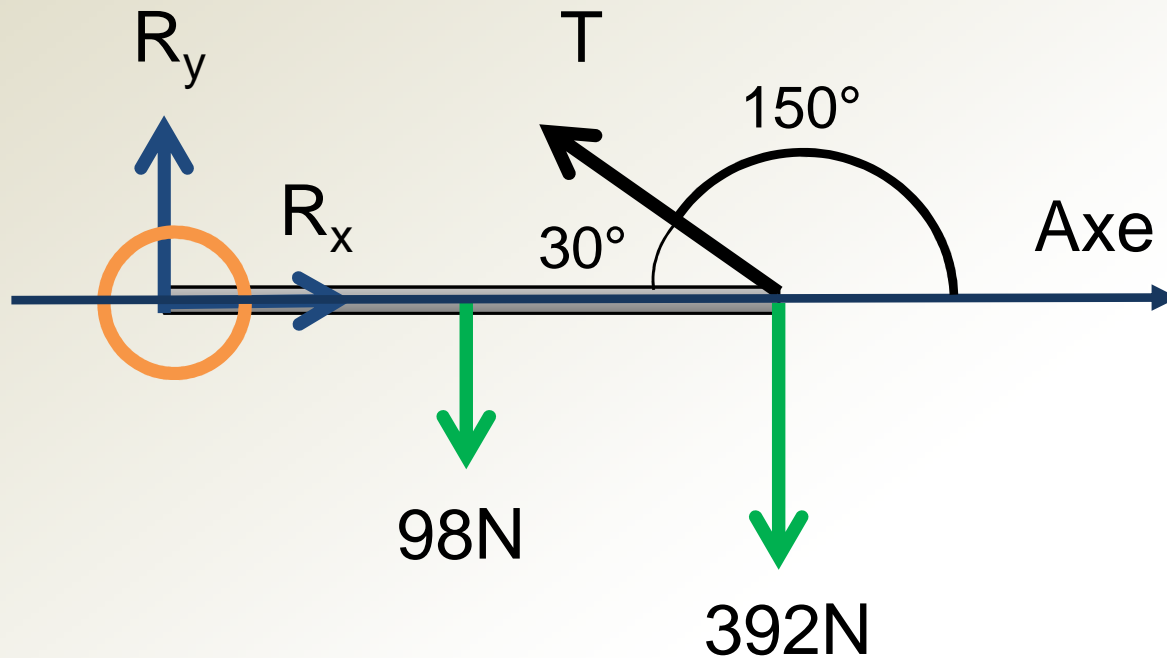
1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre



Force exercée sur un pivot : $M = 0$ parce que $d = 0$

Placer le pivot là où il y a le plus d'inconnues

4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

Forces en x

- R_x
- $T \cos \theta = T \cos 150^\circ$

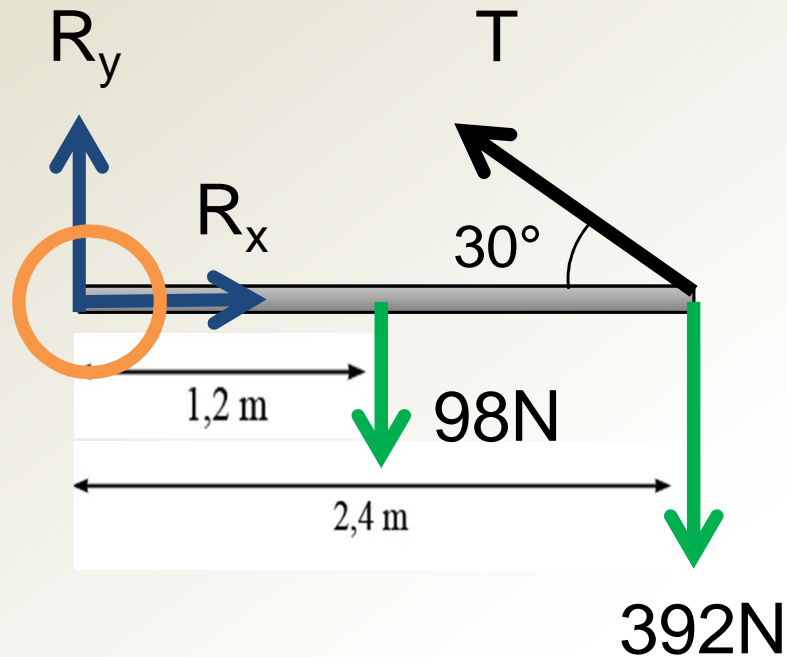
$$R_x + T \cos 150 = 0$$

Forces en y

- R_y
- $T \sin 150^\circ$
- $98 \sin 270^\circ = -98$
- -392

$$R_y + T \sin 150 - 98 - 392 = 0$$

4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

Moment de R_x

- $F = R_x$
- $d = 0$

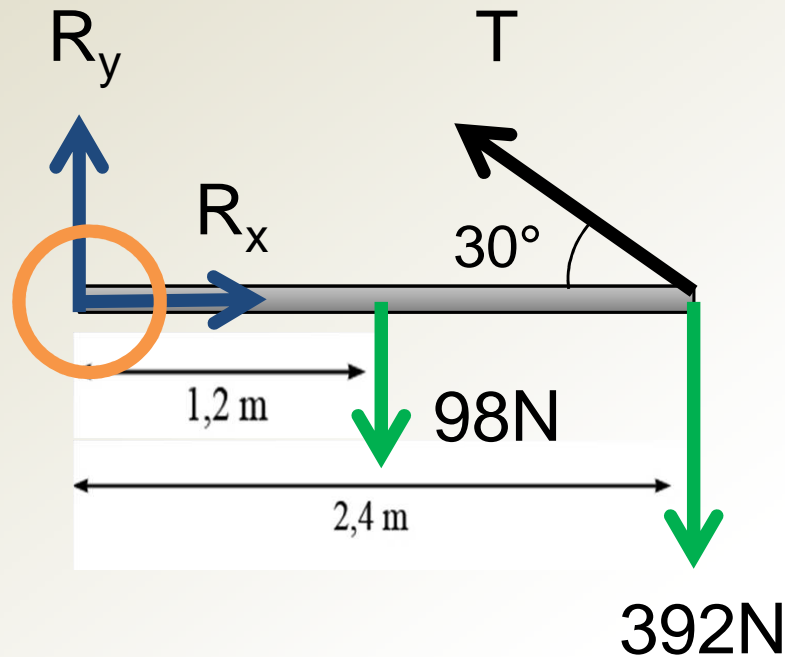
$$M = 0$$

Moment de R_y

- $F = R_y$
- $d = 0$

$$M = 0$$

4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

Moment de 98N

- $F = 98\text{N}$
- $d = 1,2\text{ m}$
- **Signe : (-)**

$$M = -118\text{ Nm}$$

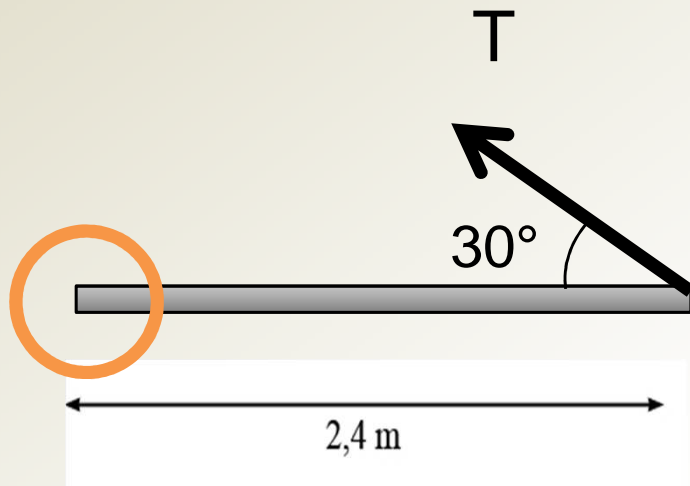
Moment de 392N

- $F = 392\text{ N}$
- $d = 2,4\text{ m}$
- **Signe : (-)**

$$M = -941\text{ Nm}$$

()

4.4 Équilibre de translation et de rotation



Moment de T

- $F = T$
- $r = 2,4 \text{ m}$
- $\theta = 30^\circ$
- **Signe : (+)**

Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

Voir aussi :

[Méthode des composantes](#)

4.4 Équilibre de translation et de rotation

Forces en x

$$R_x + T \cos 150 = 0 \quad (1)$$

Forces en y

$$R_y + T \sin 150 - 98 - 392 = 0 \quad (2)$$

Moments de force

$$-118\text{Nm} - 941\text{Nm} + 1,2T = 0 \quad (3)$$

Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

4.4 Équilibre de translation et de rotation

$$-118\text{Nm} - 941\text{Nm} + 1,2\mathbf{T} = 0 \quad (3)$$

$$1,2\mathbf{T} = 1059$$

$$\mathbf{T} = 883\text{N}$$

Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

4.4 Équilibre de translation et de rotation

$$T = 883\text{N}$$

Forces en x

$$R_x + T \cos 150 = 0 \quad (1)$$

$$R_x = -883 \cos 150$$

$$R_x = 765\text{N}$$

Forces en y

$$R_y + T \sin 150 - 98 - 392 = 0 \quad (2)$$

$$R_y = -883 \sin 150 + 490$$

$$R_y = 49\text{N}$$

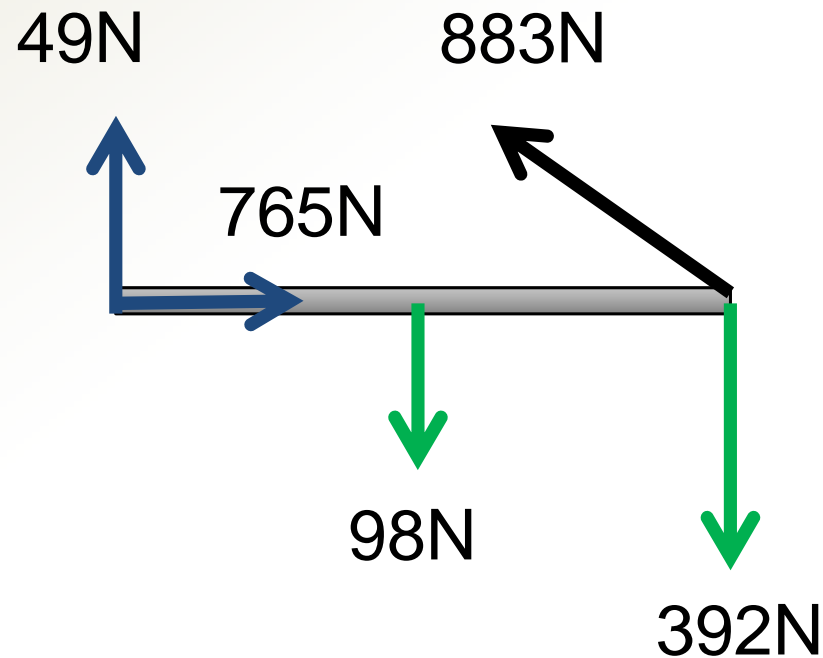
Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

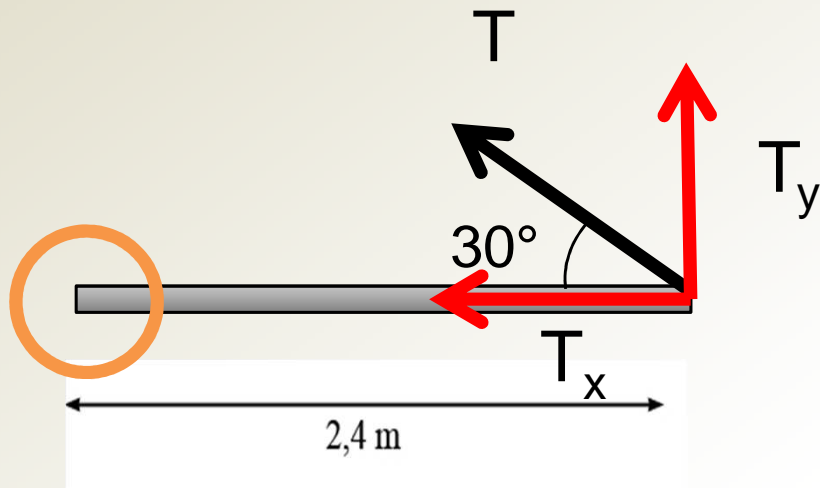
4.4 Équilibre de translation et de rotation

Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre



4.4 Équilibre de translation et de rotation



Exemple complet

1. Schéma
2. Forces
3. Valeurs connues
4. Inconnues
5. Pivot
6. Équations
7. Résoudre

Moment de T_x

- $F = T \cos 30^\circ$
- $d_x = 0$
 $M_x = 0$

Moment de T_y

- $F = T \sin 30^\circ$
- $d_y = 2,4$
 $M_y = 2,4 T \sin 30^\circ$

[Retour à la démarche](#)