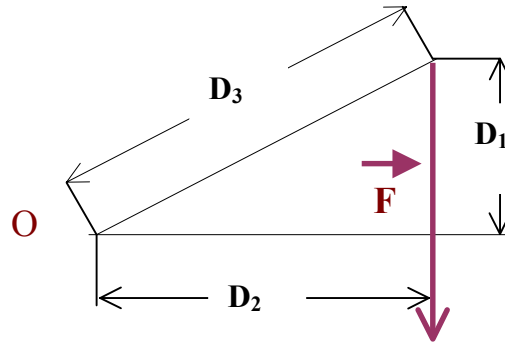


SOMMAIRE

Exercice 1	Calcul du moment d'une force
Exercice 2	Modifications des caractéristiques de la force
Exercice 3	Cas d'un solide suspendu
Exercice 4	Cas de plusieurs forces
Exercice 5	Recherche de l'équilibre
Exercice 6	Cas où la direction de la force n'est pas perpendiculaire au bras de levier
Exercice 7	Stabilité et basculement
Exercice 8	Le coupe boulon
Corrigés des exercices	

EXERCICE 1 :

Calcul du moment d'une force :

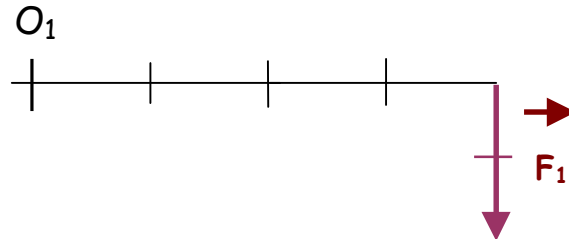
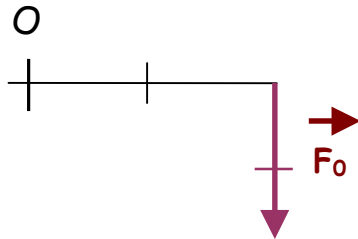


Application numérique : $D_1 = 3 \text{ m}$; $D_2 = 4 \text{ m}$; $D_3 = 5 \text{ m}$ et $F = 200 \text{ N}$

Quel est le moment M de la force F par rapport au point O ? $M =$ Nm

EXERCICE 2 :

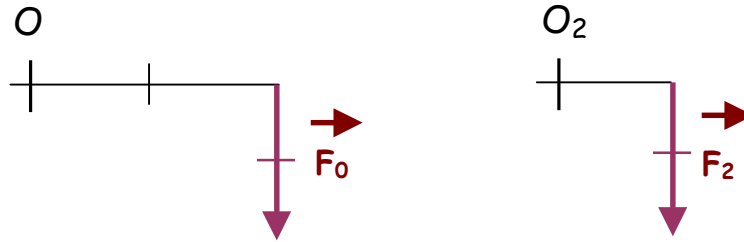
Modifications des caractéristiques de la force (point d'application et intensité):



Le moment de la force F_1 par rapport à O_1 , est égal à fois le moment de la force F_0 par rapport à O .

EXERCICE 2 (suite) :

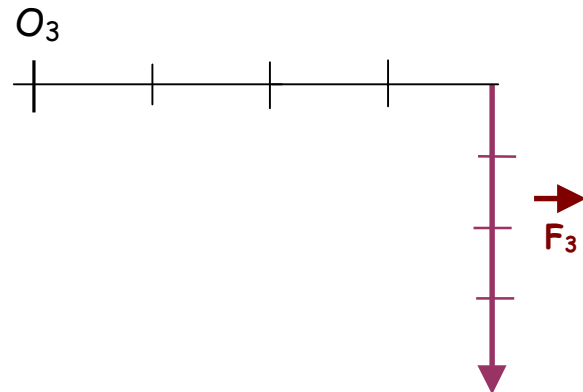
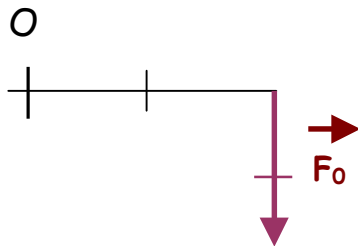
Modifications des caractéristiques de la force (point d'application et intensité):



Le moment de la force F_2 par rapport à O_2 , est égal à fois le moment de la force F_0 par rapport à O .

EXERCICE 2 (suite) :

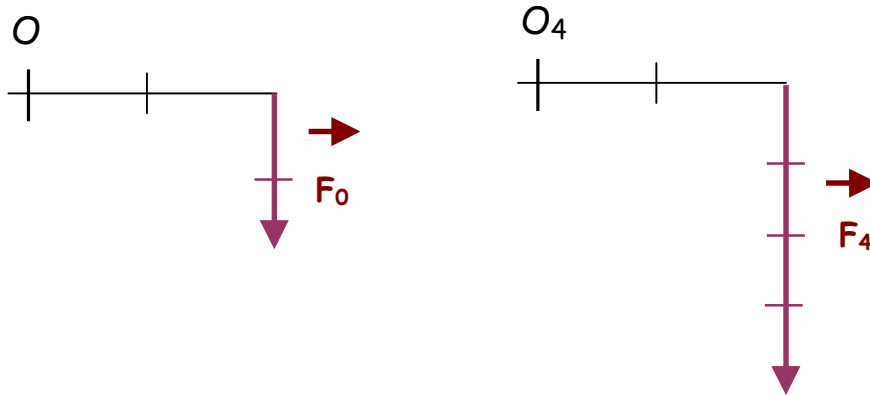
Modifications des caractéristiques de la force (point d'application et intensité):



Le moment de la force F_3 par rapport à O_3 , est égal à fois le moment de la force F_0 par rapport à O .

EXERCICE 2 (suite) :

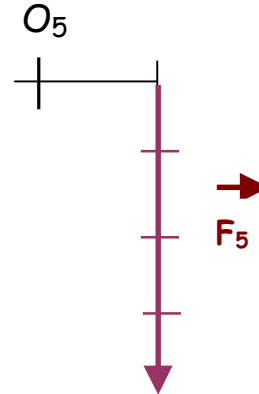
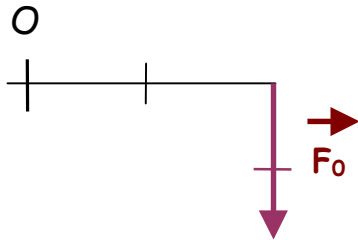
Modifications des caractéristiques de la force (point d'application et intensité):



Le moment de la force F_4 par rapport à O_4 , est égal à fois le moment de la force F_0 par rapport à O .

EXERCICE 2 (suite) :

Modifications des caractéristiques de la force (point d'application et intensité):

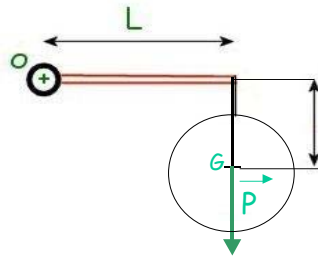


Le moment de la force F_5 par rapport à O_5 est égal à la force F_0 par rapport à O .

fois le moment de

EXERCICE 3 :

Cas d'un solide suspendu :



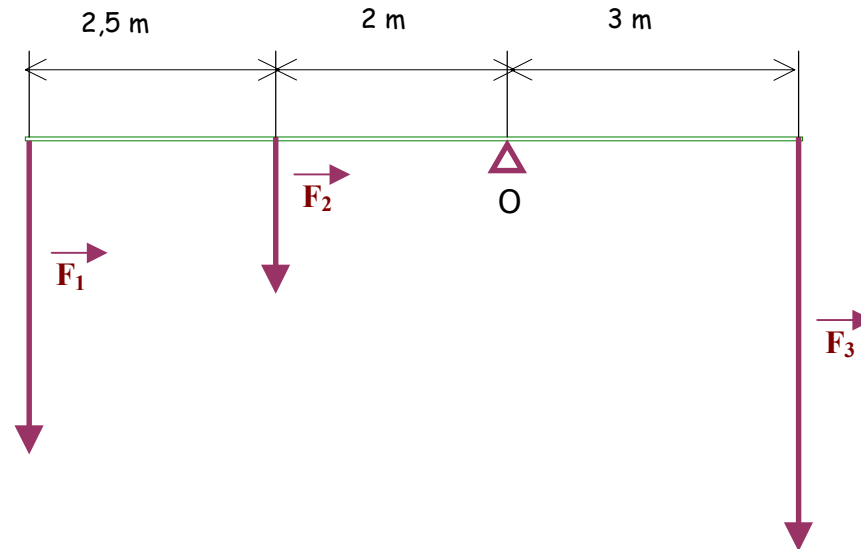
$L = 3\text{ m}$; $l = 1,5\text{ m}$; La sphère a une masse de 20 kg .

Prendre $9,81\text{ m/s}^2$ pour valeur de l'accélération de la pesanteur.

Quel est le moment M exercé par le poids de cette sphère, par rapport au point O (avec un chiffre après la virgule) ? $M =$ Nm.

EXERCICE 4 :

Cas de plusieurs forces :



$F_1 = 200 \text{ N}$; $F_2 = 100 \text{ N}$ et $F_3 = 250 \text{ N}$

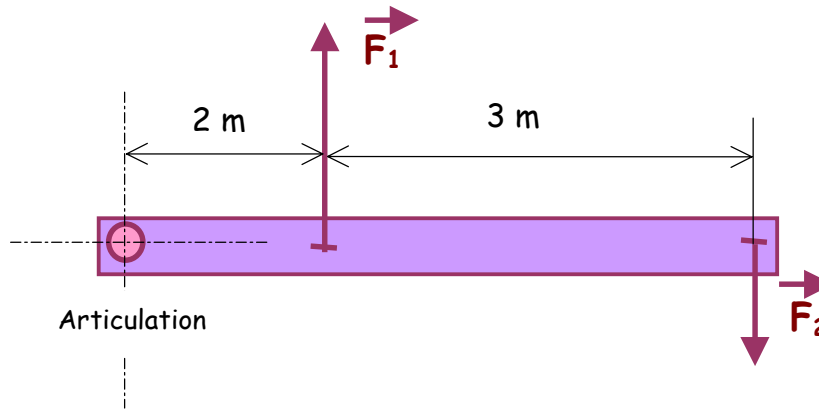
Quelle est la valeur absolue du moment M résultant de l'ensemble de ces 3 forces ?

$M =$ Nm.

Dans quel sens la barre va-t-elle tourner ?

EXERCICE 5 :

Recherche de l'équilibre :

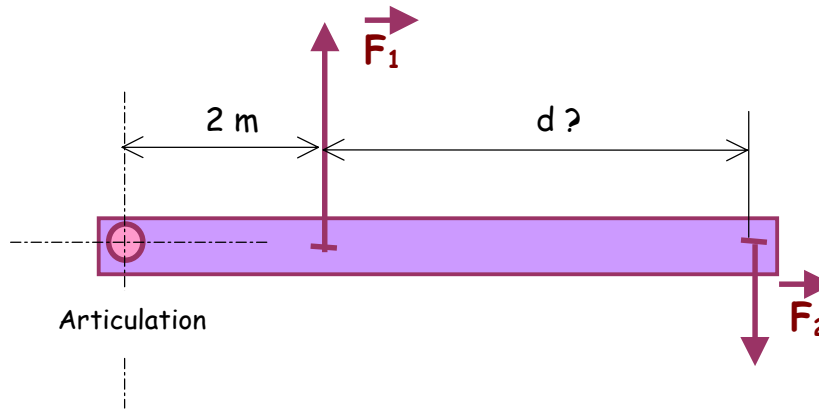


$$F_1 = 300 \text{ N}$$

Quelle doit être l'intensité de la force F_2 pour que ce système reste en équilibre ? $F_2 =$ N

EXERCICE 5 (suite) :

Recherche de l'équilibre :

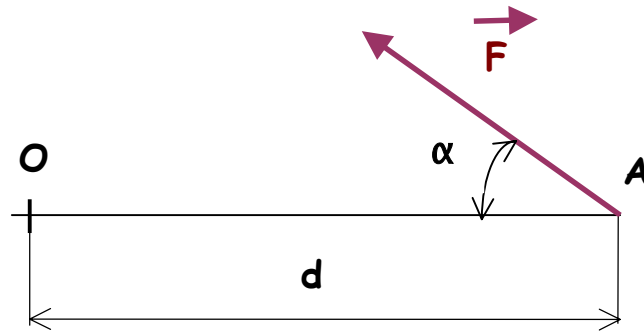


$F_1 = 300 \text{ N}$

Si l'intensité de \vec{F}_2 est 100 N, à quelle distance d de \vec{F}_1 devrait se situer le point d'application de la force \vec{F}_2 pour maintenir l'équilibre ? $d =$ m

EXERCICE 6 :

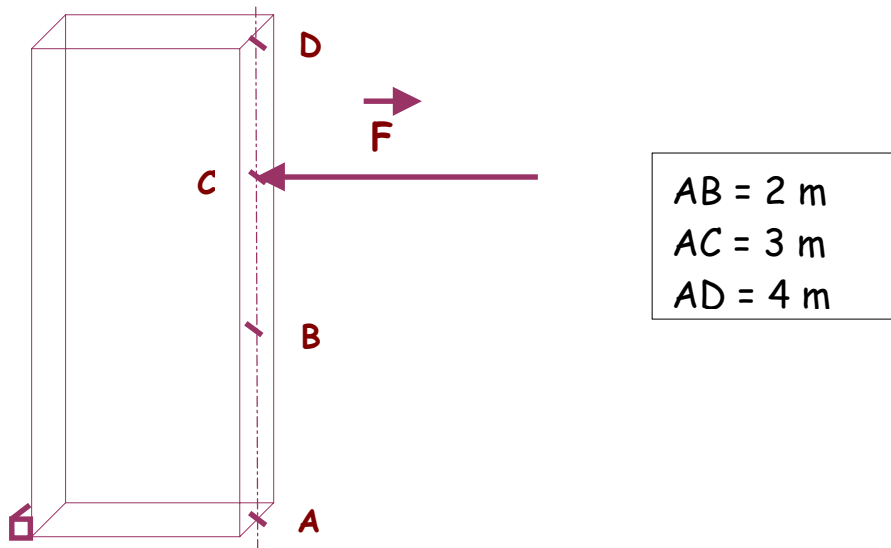
Cas où la direction de la force n'est pas perpendiculaire au bras de levier :



Le moment de la force F par rapport au point O est :

EXERCICE 7 :

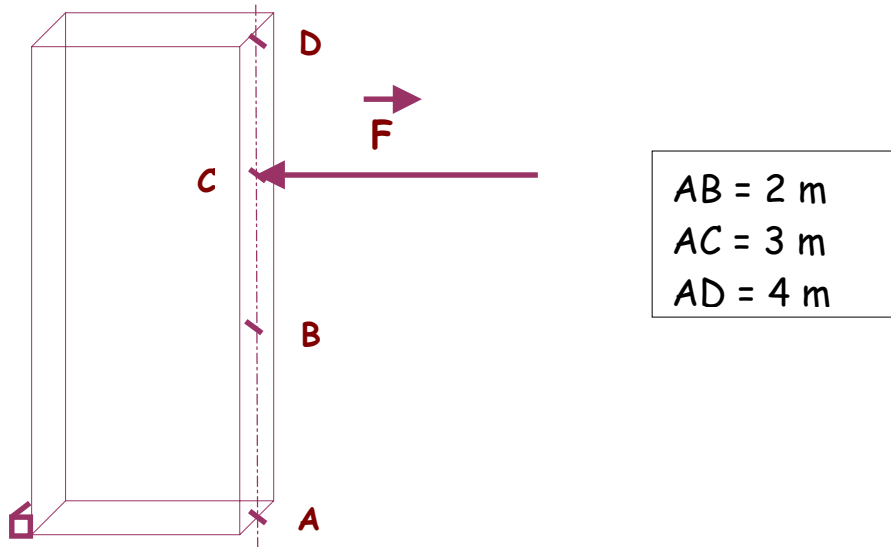
Stabilité et basculement :



Si la force F a une intensité de 1000 N, le bloc est à la limite de l'équilibre.
Que se passe-t-il si on applique la force F au point B ?

EXERCICE 7 (suite) :

Stabilité et basculement :

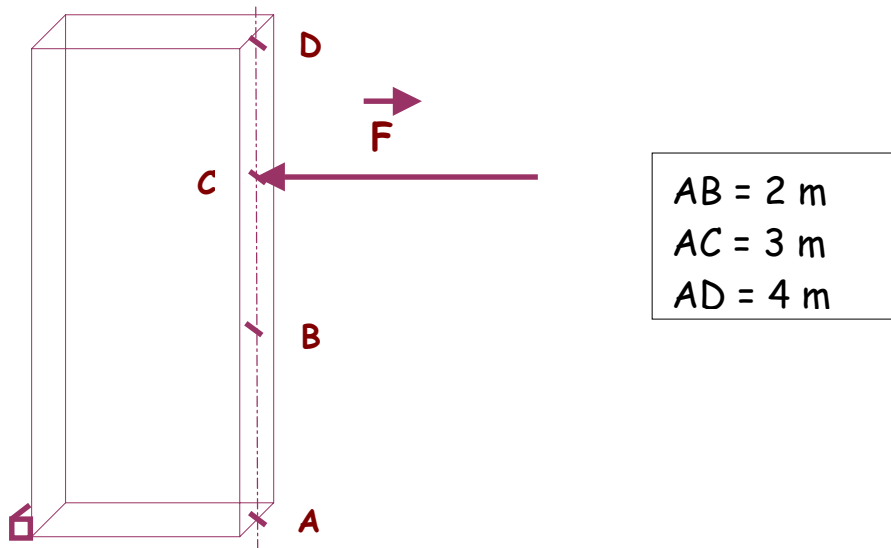


Si la force F a une intensité de 1000 N, le bloc est à la limite de l'équilibre.

Que se passe-t-il si on applique la force F au point D ?

EXERCICE 7 (suite) :

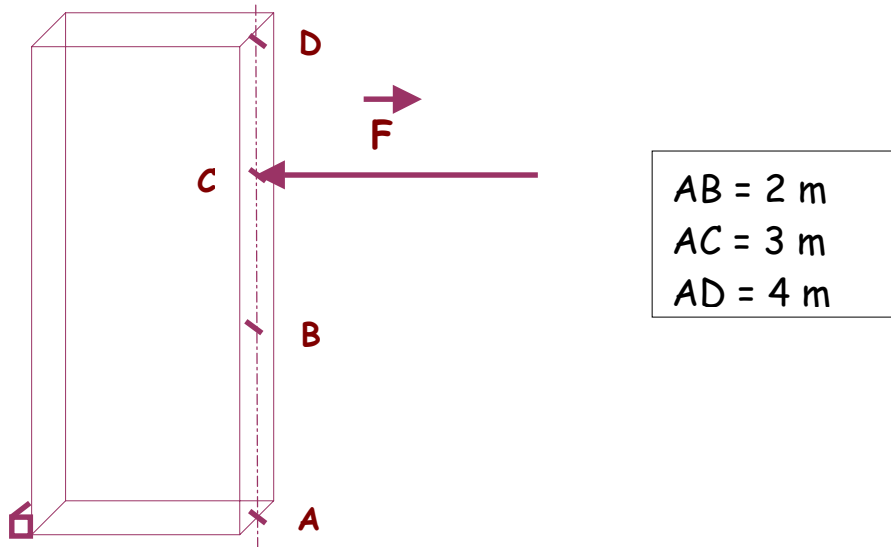
Stabilité et basculement :



Que se passe-t-il si la force F , appliquée en C , a une intensité de 1100 N ?

EXERCICE 7 (suite) :

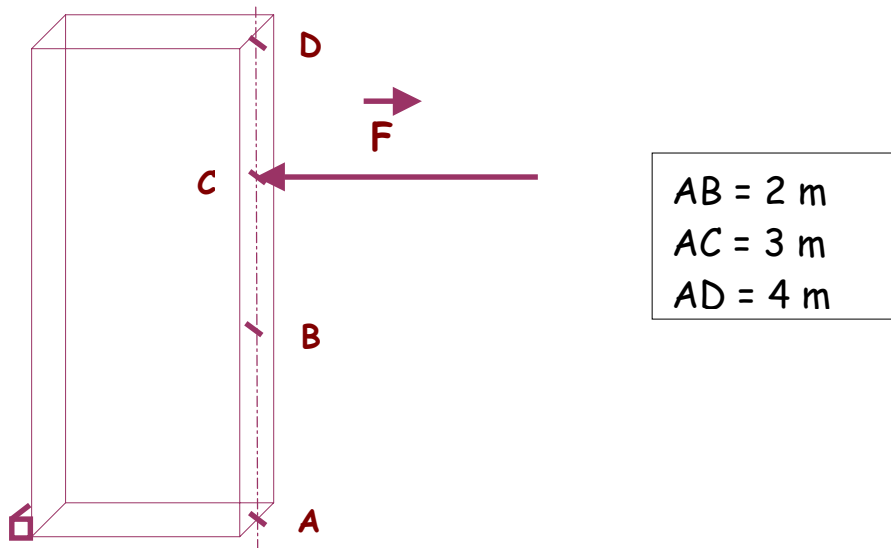
Stabilité et basculement :



Que se passe-t-il si on applique une force F de 800 N au point D ?

EXERCICE 7 (suite) :

Stabilité et basculement :

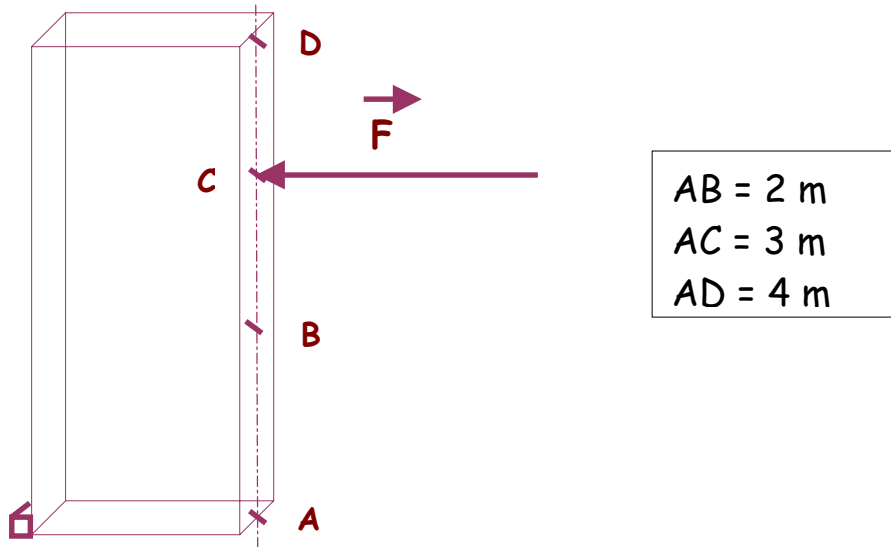


L'intensité maximale de la force que l'on peut appliquer en C pour que le bloc ne bascule pas est de 1000 N.

Quelle est l'intensité maximale de la force F' , appliquée en D pour que le bloc bascule ? $F' =$ N

EXERCICE 7 (suite) :

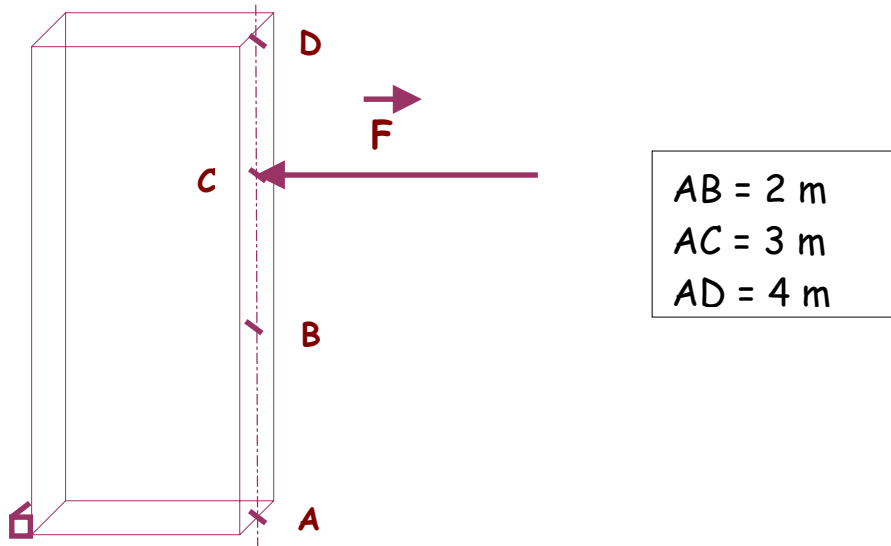
Stabilité et basculement :



Que se passe-t-il si on applique une force F de 800 N au point B ?

EXERCICE 7 (suite) :

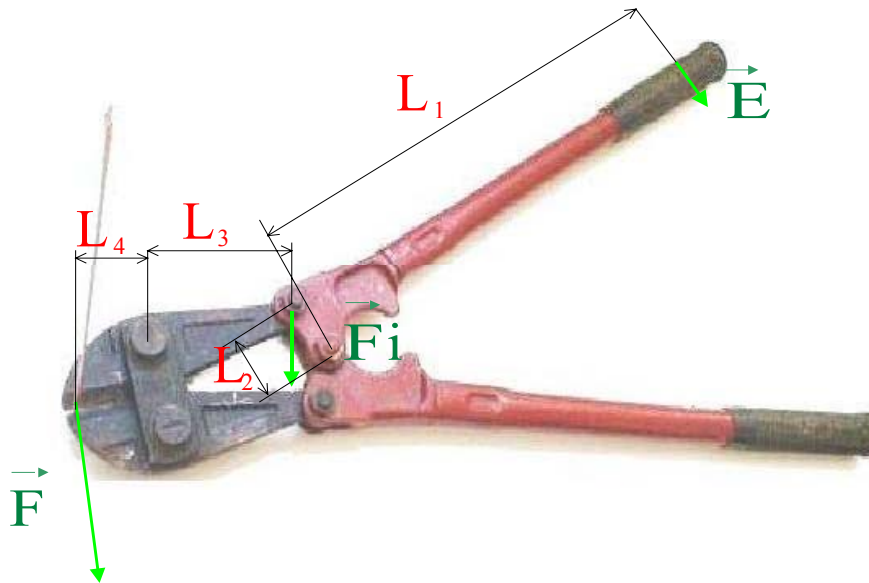
Stabilité et basculement :



Sachant que 1 000 N est l'intensité maximale de la force qu'on peut appliquer en C pour que le bloc ne bascule pas, quelle est l'intensité maximale d'une force F' , appliquée en B pour que le bloc bascule ? $F' =$ N

EXERCICE 8 :

Le coupe boulon :



$L_1 = 30 \text{ cm}$, $L_2 = 2 \text{ cm}$, $L_3 = 6 \text{ cm}$, $L_4 = 3 \text{ cm}$.

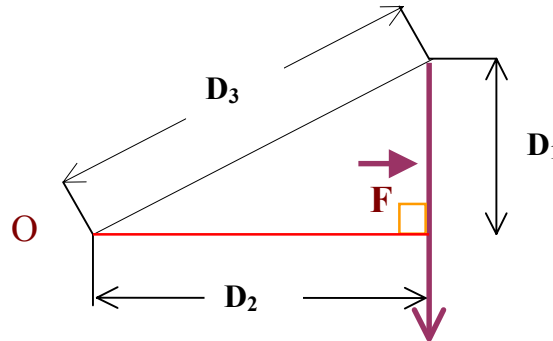
Si l'effort E , appliqué par l'utilisateur, a une intensité de 50 N ,
quelle est l'intensité de la force F , appliquée par la lame sur le câble à
couper ? $F = \quad \quad \quad \text{N}$

CORRIGES des exercices

Corrigé Exercice 1 :

Calcul du moment d'une force :

Le bras de levier de la force F , par rapport au point O , est la distance D_2 .



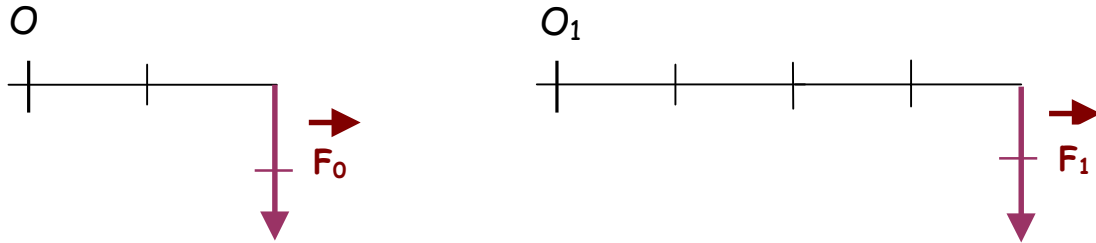
En effet, le bras de levier de la force doit être perpendiculaire à la direction de la force .

Application numérique : $D_1 = 3 \text{ m}$; $D_2 = 4 \text{ m}$; $D_3 = 5 \text{ m}$ et $F = 200 \text{ N}$

$$M_{(F/O)} = D_2 \times F = 4 \times 200 = 800 \text{ Nm}$$

Corrigé Exercice 2 :

Modifications des caractéristiques de la force



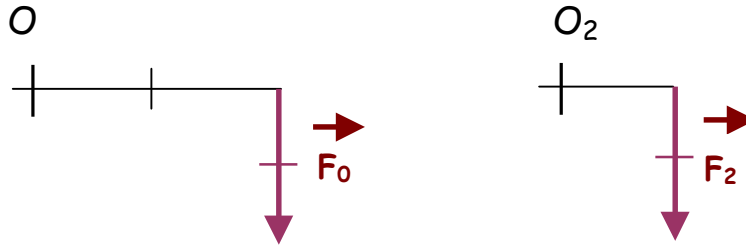
L'intensité de \vec{F}_1 est égale à 1 fois l'intensité de \vec{F}_0

Le bras de levier de \vec{F}_1 est égal à 2 fois le bras de levier de \vec{F}_0

Conclusion : $M(\vec{F}_1/O_1) = 2 \cdot M(\vec{F}_0/O)$

Corrigé Exercice 2 (suite) :

Modifications des caractéristiques de la force



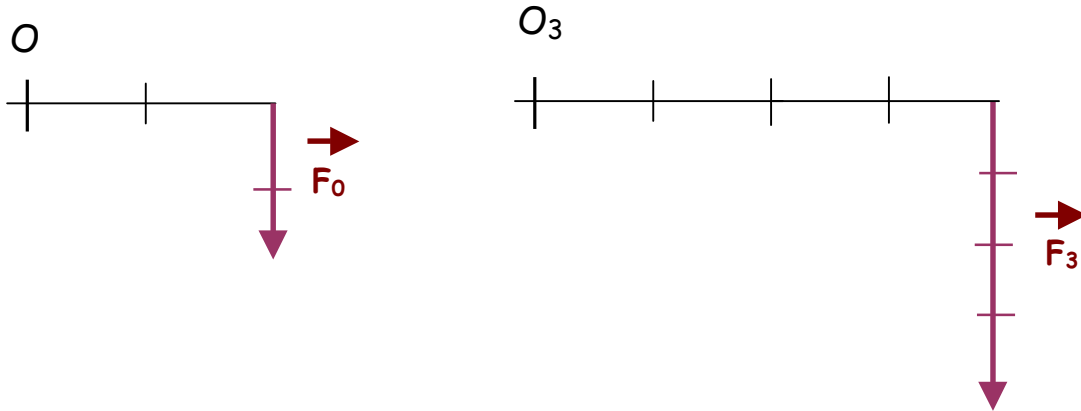
L'intensité de F_2 est égale à 1 fois l'intensité de F_0

Le bras de levier de F_2 est égal à 1/2 fois le bras de levier de F_0

Conclusion : $M(F_2/O_2) = 1/2 \cdot M(F_0/O)$

Corrigé Exercice 2 (suite) :

Modifications des caractéristiques de la force



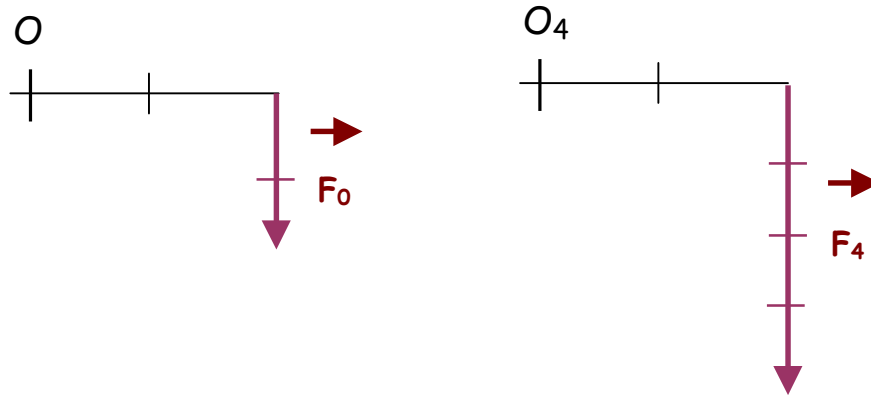
L'intensité de \vec{F}_3 est égale à 2 fois l'intensité de \vec{F}_0

Le bras de levier de \vec{F}_3 est égal à 2 fois le bras de levier de \vec{F}_0

Conclusion : $M(\vec{F}_3/O_3) = 4. M(\vec{F}_0/O)$

Corrigé Exercice 2 (suite) :

Modifications des caractéristiques de la force



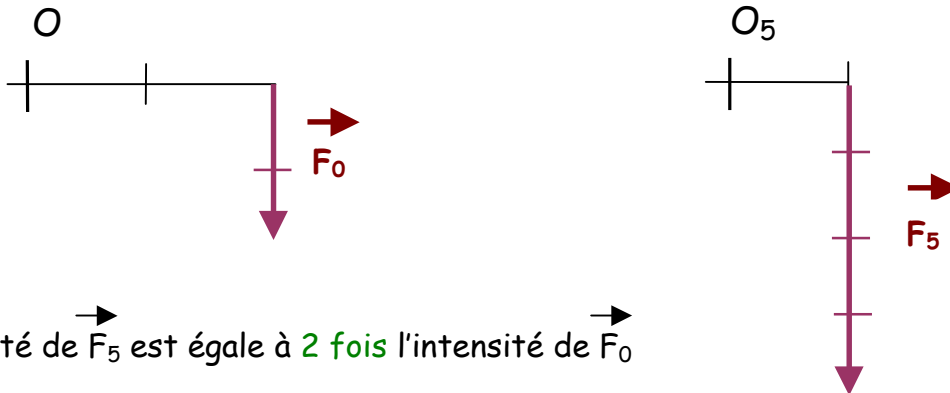
L'intensité de \vec{F}_4 est égale à 2 fois l'intensité de \vec{F}_0

Le bras de levier de \vec{F}_4 est égal à 1 fois le bras de levier de \vec{F}_0

Conclusion : $M(\vec{F}_4/O_4) = 2 \cdot M(\vec{F}_0/O)$

Corrigé Exercice 2 (suite) :

Modifications des caractéristiques de la force



L'intensité de F_5 est égale à 2 fois l'intensité de F_0

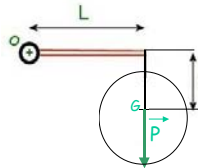
Le bras de levier de F_5 est égal à 1/2 fois le bras de levier de F_0

Conclusion : $M(\vec{F}_5/O_5) = 1. M(\vec{F}_0/O)$

Corrigé Exercice 3 :

Cas d'un solide suspendu :

Remplaçons la sphère par son poids, « Le poids est une force ! » :



La force P , représentant le poids de la sphère, a les caractéristiques suivantes :

- direction : verticale
- sens : de haut en bas
- intensité égale au produit de sa masse par l'accélération de la pesanteur, soit $20 \times 9,81 = 196,2 \text{ N}$
- point d'application : le centre de gravité, repéré G

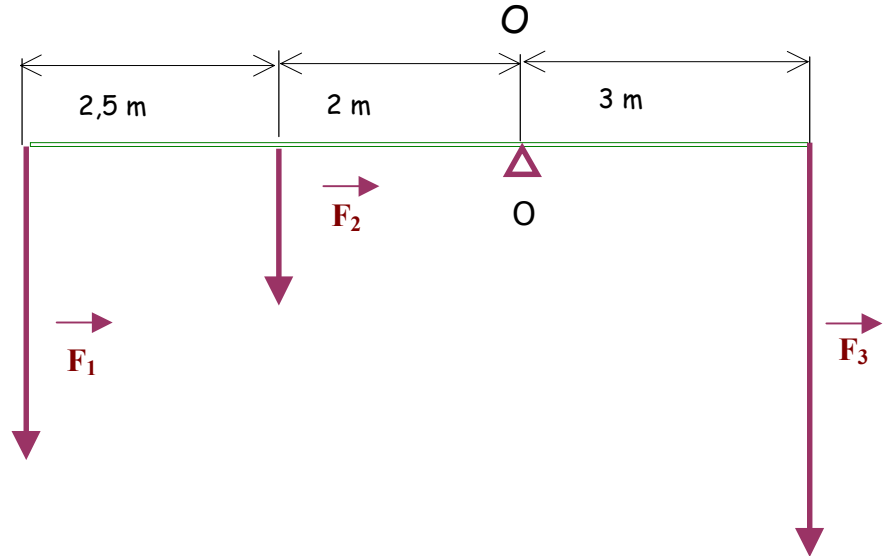
Son bras de levier par rapport au point O est la distance notée L , soit 3m .

Le moment exercé par le poids de cette sphère, par rapport au point O est donc égal à :

$$196,2 \times 3 = 588,6 \text{ Nm}$$

Corrigé Exercice 4 :

Cas de plusieurs forces :



Force	Intensité en N	Bras de levier en m (par rapport à O)	Moment en Nm	Sens engendré par la force	Moment algébrique en Nm
F_1	200	4,5	900	anti horaire	- 900
F_2	100	2	200	anti horaire	- 200
F_3	250	3	750	horaire	+ 750
Moment algébrique résultant (en Nm)					- 350

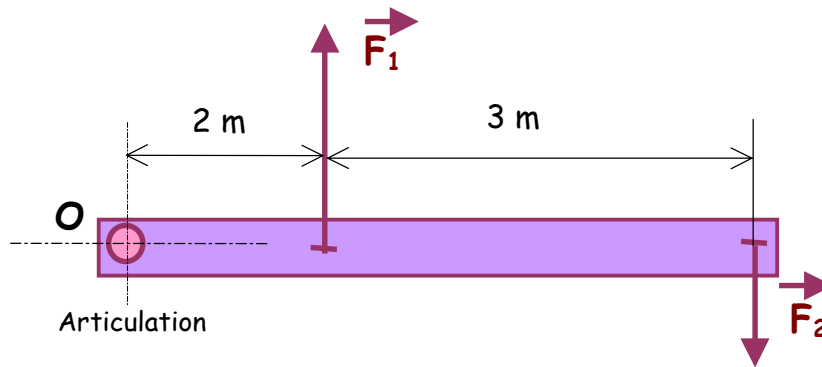
Le moment résultant a pour valeur absolue **350 Nm**.

Le signe négatif indique que la barre va tourner dans le sens opposé au sens choisi - arbitrairement - positif, le sens horaire (celui des aiguilles d'une montre).

La barre va donc tourner dans le sens anti horaire (opposé à celui des aiguilles d'une montre)

Corrigé Exercice 5 :

Recherche de l'équilibre :



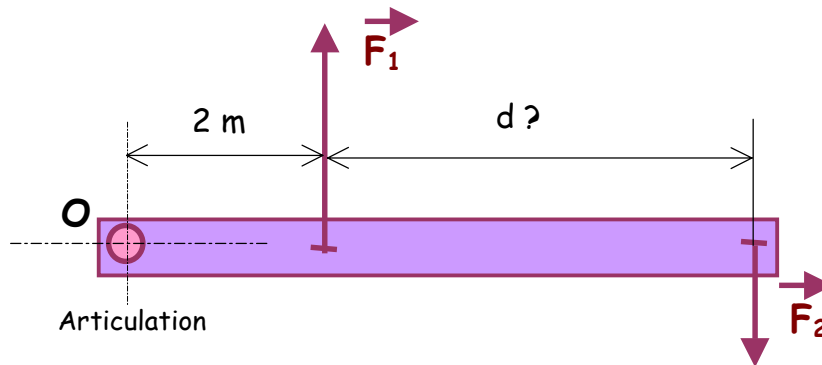
Les 2 forces ont tendance à faire tourner le solide dans des sens opposés.
Donc, pour obtenir l'équilibre, les 2 moments doivent être égaux (en valeur absolue).

Le moment de la force F_1 par rapport au point O est égal à 2×300 , soit 600 Nm.
Le moment de la force F_2 par rapport au point O est égal à $5 \times F_2$

$$600 = 5 \times F_2$$
$$\text{donc : } F_2 = 600 / 5 = 120 \text{ N}$$

Corrigé Exercice 5 (suite) :

Recherche de l'équilibre :



Si l'intensité de F_2 est de 100 N, alors, pour maintenir l'équilibre, il faut modifier le bras de levier de cette force, de manière à retrouver l'égalité des moments :

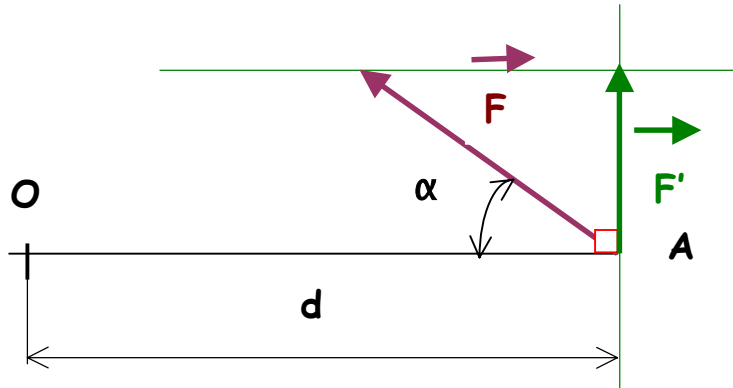
$$600 = (d + 2) \times 100$$

avec d : distance comprise entre le point d'application de F_1 et le point d'application de F_2
donc $600 = 100d + 200$, soit $d = 400 / 100 = 4$ m

Le point d'application de F_2 devra être à $4 + 2 = 6$ m du point O.

Corrigé Exercice 6 :

Cas où la direction de la force n'est pas perpendiculaire au bras de levier :



Pour appliquer une formule, il faut respecter les hypothèses de départ.

Si le problème posé est différent, il faut le transposer afin de pouvoir appliquer la formule.

Dans le cas présent :

$M(F/O) = d \cdot F$ si la direction de la force est perpendiculaire au bras de levier (distance du point d'application de la force au centre, ou axe de rotation).

Alors, il faut projeter la force F sur la perpendiculaire à la droite OA.

On obtient F'.

La longueur du vecteur, une fois projeté, est toujours inférieure à la longueur du vecteur à projeter.

$$\text{Donc } F' < F \Rightarrow d \cdot F' < d \cdot F$$

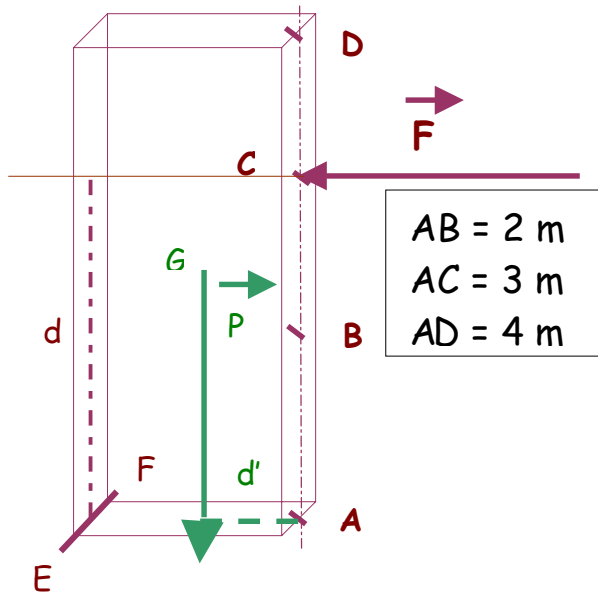
$$M(\vec{F}/O) < d \cdot F$$

Pour être plus précis, $F' = F \cdot \cos \alpha$

$$M(\vec{F}/O) = d \cdot F \cdot \cos \alpha$$

Corrigé Exercice 7 :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF.

Le bras de levier de la force F est repéré d

Moment de basculement : $\vec{M} (F/O) = d.F$

La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

Moment de stabilité : $\vec{M} (P/O) = d'.P$

à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$

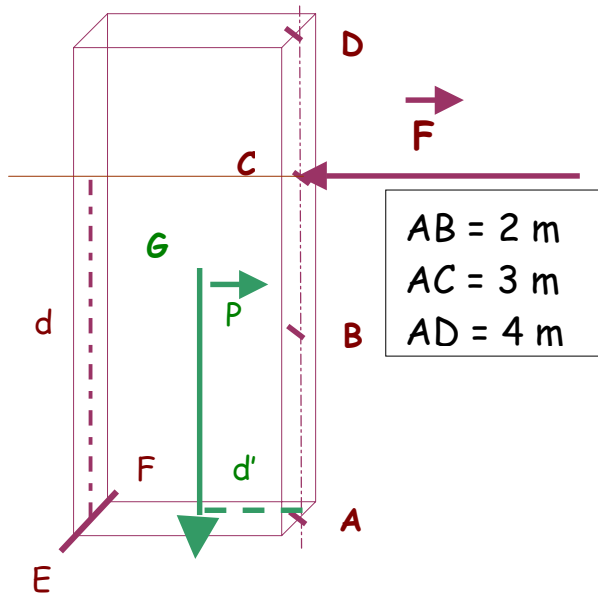
$$M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$$

Si on applique la force F au point B, le moment de renversement devient : $2 \times 1000 = 2000 \text{ Nm}$

Il est inférieur au moment de stabilité, donc **le bloc ne bascule pas**.

Corrigé Exercice 7 (suite) :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF

Le bras de levier de la force F est repéré d

Moment de basculement : $M(\vec{F}/EF) = d.F$

La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

Moment de stabilité : $M(\vec{P}/EF) = d'.P$

à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

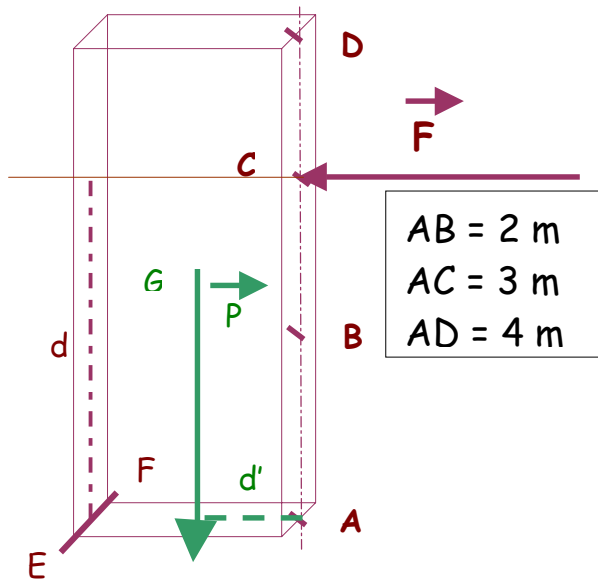
Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$
 $M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$

Si on applique la force au point D, le moment de renversement devient : $4 \times 1000 = 4000 \text{ Nm}$

Il est supérieur au moment de stabilité, donc le bloc bascule.

Corrigé Exercice 7 (suite) :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF

Le bras de levier de la force F est repéré d

Moment de basculement : $M(F/EF) = d.F$

La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

Moment de stabilité : $M(P/EF) = d'.P$

à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$
 $M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$

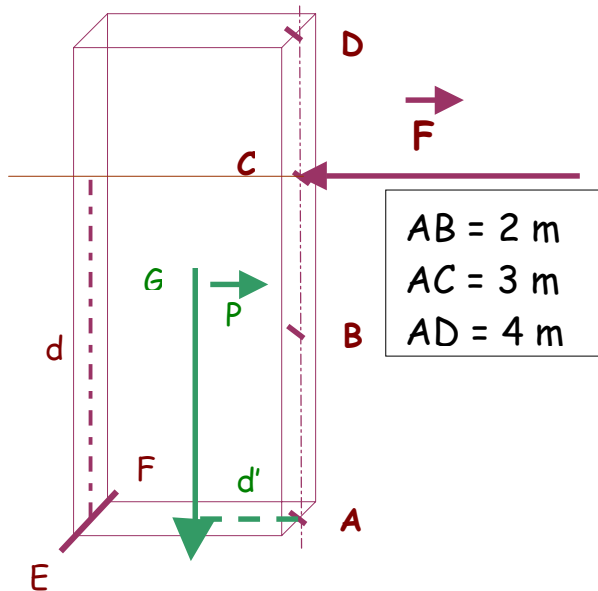
Si la force appliquée en C a une intensité de 1100 N ,
le moment de renversement devient :

$$3 \times 1100 = 3300 \text{ Nm}$$

Il est supérieur au moment de stabilité, donc le bloc bascule.

Corrigé Exercice 7 (suite) :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF

Le bras de levier de la force F est repéré d

Moment de basculement : $M(\vec{F}/EF) = d.F$

La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

Moment de stabilité : $M(\vec{P}/EF) = d'.P$

à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$
 $M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$

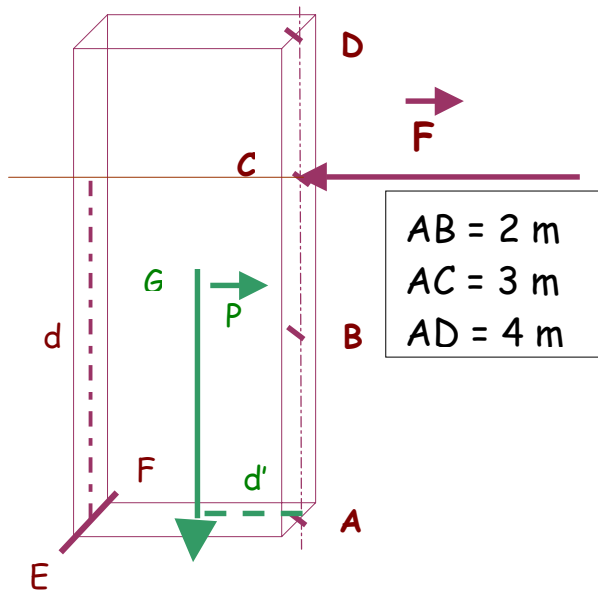
Si une force de direction horizontale et de sens de droite à gauche, d'intensité 800 N , est appliquée en D,
le moment de renversement devient :

$$4 \times 800 = 3200 \text{ Nm}$$

Il est supérieur au moment de stabilité, donc **le bloc bascule.**

Corrigé Exercice 7 (suite) :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF

Le bras de levier de la force F est repéré d

Moment de basculement : $M(F/EF) = d.F$

La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

Moment de stabilité : $M(P/EF) = d'.P$

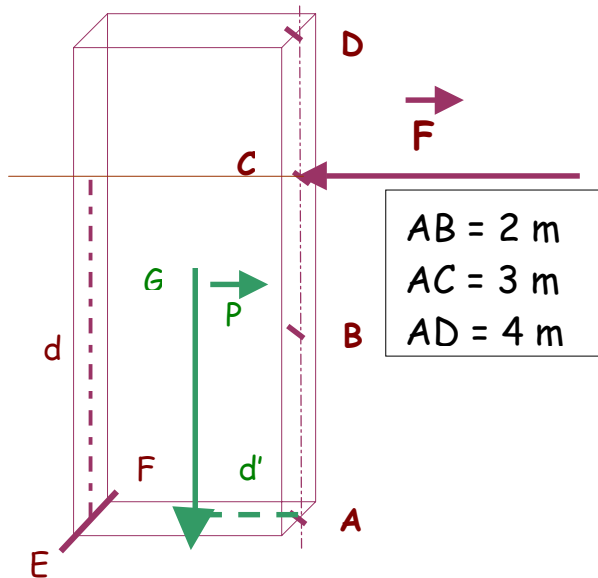
à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$
 $M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$

L'intensité maximale, notée F' , de la force horizontale et de sens de droite à gauche, appliquée en D pour que le bloc bascule est telle que $4 F' = 3000 \text{ Nm}$, donc $F' = 3000/4 = 750 \text{ N}$

Corrigé Exercice 7 (suite) :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule basculera autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF

Le bras de levier de la force F est repéré d

Moment de basculement : $M(F/EF) = d.F$

La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

Moment de stabilité : $M(P/EF) = d'.P$

à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

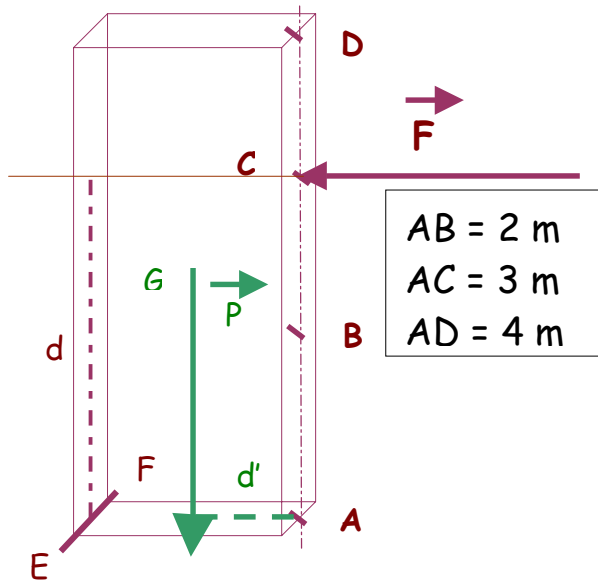
Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$
 $M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$

Si une force de direction horizontale et de sens de droite à gauche, ayant une intensité de 800 N, est appliquée en B, le moment de renversement devient : $2 \times 800 = 1600 \text{ Nm}$

Il est inférieur au moment de stabilité, donc le bloc ne bascule pas.

Corrigé Exercice 7 (suite) :

Stabilité et basculement :



Le bloc bascule autour de l'arête EF si le moment de la force F par rapport à l'axe EF est supérieur au moment de la force P par rapport à l'axe EF

Le bras de levier de la force F est repéré d

→
Moment de basculement : $M (F/EF) = d.F$

→
La force P est le poids du bloc, le point d'application est le centre de gravité de ce bloc, qui est aussi son centre de symétrie si ce solide est homogène.

→
Moment de stabilité : $M (P/EF) = d'.P$

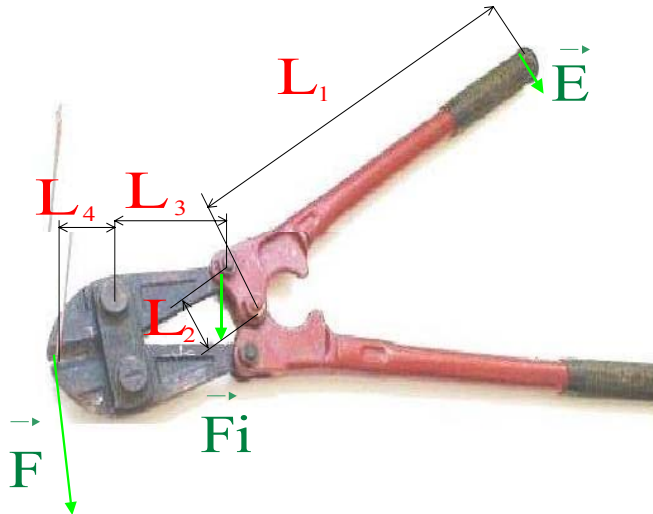
à la limite stabilité - équilibre : $d.F = d'.P$

Moment de stabilité pour $F = 1000 \text{ N}$, avec $d = AC = 3 \text{ m}$
 $M = 3 \times 1000 = 3000 \text{ Nm}$

L'intensité maximale, notée F' , de la force horizontale et de sens de droite à gauche, appliquée en B pour que le bloc bascule est telle que : $2 \times F' = 3000 \text{ Nm}$, donc, $F' = 1500 \text{ Nm}$.

Corrigé Exercice 8 :

Le coupe boulon :



Le moment de la force E exercée par l'utilisateur, par rapport à la 1^o articulation, est égal à :

$$0,3 \times 50 = 15 \text{ Nm}$$

La force intermédiaire, notée F_i , est telle que son moment par rapport à la 1^o articulation est aussi égale à 15 Nm. Son bras de levier est égal à L_2 , soit 2cm, 0,02 m.

$$0,02 \times F_i = 15 \text{ Nm}, F_i = 15 / 0,02 = 750 \text{ N}.$$

Le moment de F_i par rapport à la deuxième articulation est égal à $0,06 \times 750 = 45 \text{ Nm}$.

Le moment de la force F, par rapport à la 2^o articulation est aussi égal à 45 Nm.

Son bras de levier est égal à L_4 , soit 0,03 m

$$0,03 \times F = 45 \text{ Nm}, F = 45 / 0,03 = 1500 \text{ N}$$

On pourrait aussi dire que le 1^o rapport de démultiplication est égal à L_1 / L_2 , $30 / 2$, soit 15, le second rapport de démultiplication est égal à L_3 / L_4 , $6 / 3 = 2$,

Le rapport de démultiplication global est égal au produit des 2, c'est à dire $15 \times 2 = 30$

L'intensité de la force appliquée au câble à couper est 30 fois égale à l'intensité de l'effort appliqué par l'utilisateur.

Si l'effort de l'utilisateur est de 50 N, la force appliquée sur le câble à couper est de

$$50 \times 30 = 1500 \text{ N}$$