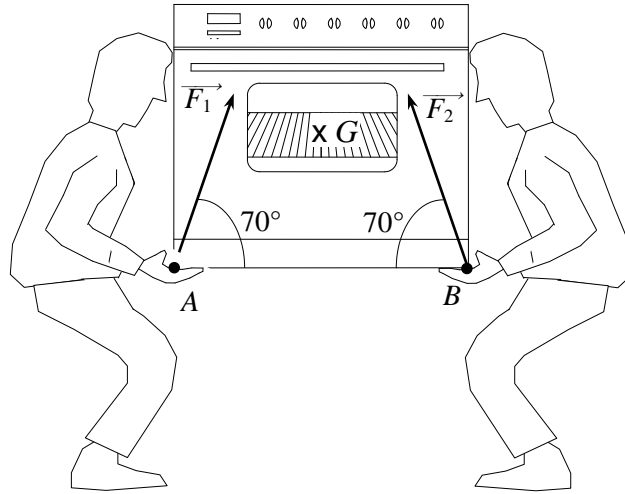




# EXERCICES SUR L'ÉQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS À TROIS FORCES

## Exercice 1

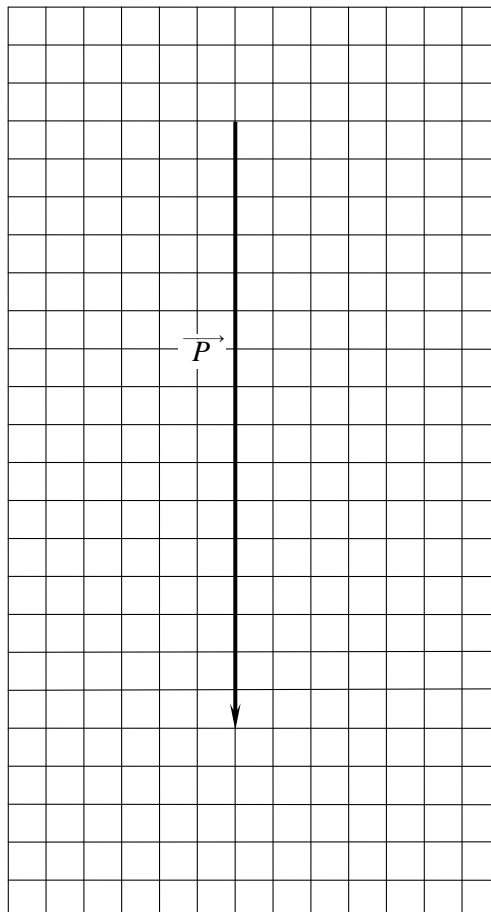
M. et Mme DUPONT achètent une gazinière. La livraison est effectuée par deux personnes.



Ce dessin n'est pas à l'échelle

Cet exercice a pour but de vérifier que les valeurs des forces exercées par les livreurs sont conformes au code du travail qui impose une valeur maximale de 350 N pour un homme.

1) Le vecteur  $\vec{P}$ , construit sur le graphique ci-dessous, est la représentation du poids de la gazinière. Quelle est la valeur  $P$  de ce poids ? Échelle : 1 cm pour 100 N.



Échelle : 1cm pour 100N



2) En déduire la masse  $m$  de la gazinière. On prendra  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

3) Compléter le tableau ci-dessous avec les caractéristiques connues.

Forces	Point d'application	Direction	Sens	Valeur
$\vec{P}$				
$\vec{F}_1$				
$\vec{F}_2$				

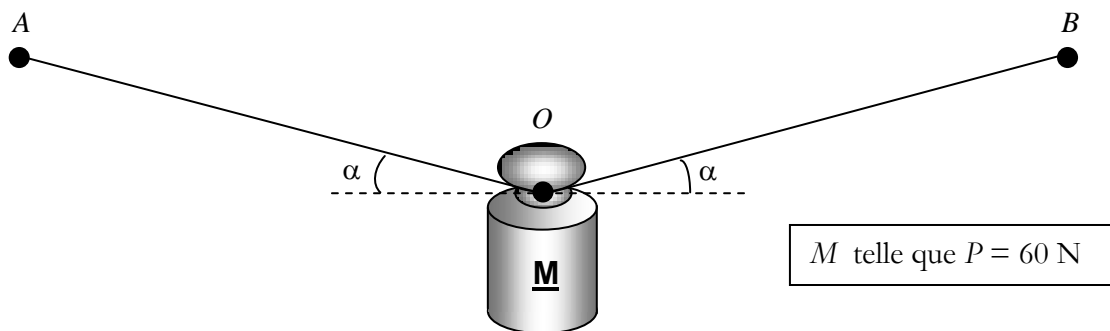
4) D'après les résultats du tableau, compléter le dynamique des forces.

5) En déduire les forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  exercées par les livreurs. Ces valeurs sont-elles conformes au code du travail ?

*(D'après sujet de BEP Secteur 1 Groupement académique Sud-Est Session 2003)*

### Exercice 2

On étudie la tension d'un câble HT lors d'une surcharge due à la neige. Cette situation peut-être modélisée expérimentalement par une masse marquée maintenue en équilibre comme l'indique le dessin ci-dessous :



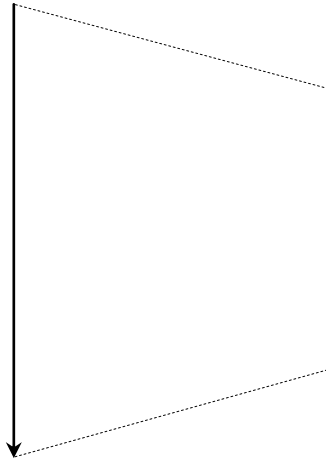
1) Citer les actions qui s'exercent, à l'équilibre, au point  $O$ .

2) Compléter le tableau avec les caractéristiques connues des forces en présence.

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
Poids $\vec{P}$				

3) Compléter le dynamique des forces.

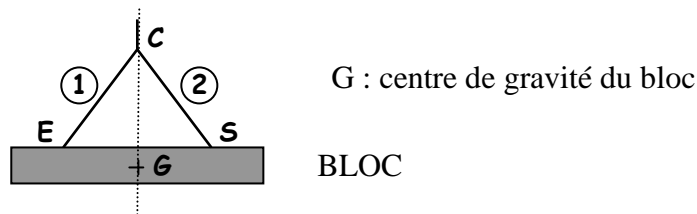
4) Déterminer graphiquement la valeur des tensions des deux brins de câble. Echelle 1cm pour 10 N.



(D'après sujet de BEP Electricité Groupement académique Sud-Est Session 2003)

### Exercice 3

Un bloc de béton est maintenu en équilibre horizontal par deux élingues ① et ②, accrochées au bout de la flèche. La masse du bloc est de 2 140 kg.



1) Calculer, en N, la valeur  $P$  du poids du bloc de béton et compléter la première ligne du tableau des caractéristiques. On donne  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

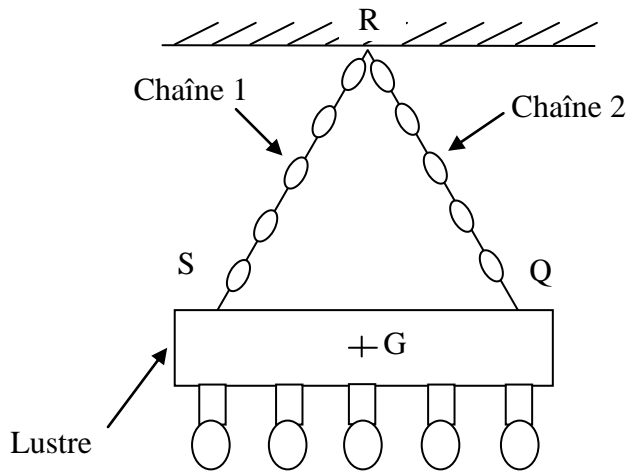
Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
$\vec{P}$				21 400
$\vec{F}_1$				
$\vec{F}_2$				

- 2) Représenter le poids  $\vec{P}$ . Unité graphique : 1 cm correspond à 2 000 N.
- 3) On désigne par  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ , les forces exercées par les élingues sur le bloc. Préciser, dans le tableau, les caractéristiques connues de ces forces, ainsi que celles de  $\vec{P}$ .
- 4) Tracer le dynamique des forces. Unité graphique : 1 cm correspond à 2 000 N.
- 5) En déduire les valeurs, en N, des forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ .

(D'après sujet de BEP secteur 2 Métiers du Bâtiment Groupement Est Session juin 2004)



**Exercice 4**



On désire suspendre un lustre de masse 8 kg de la façon suivante

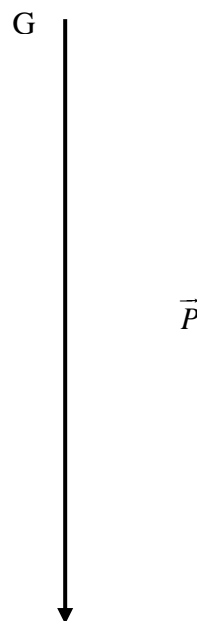
On néglige le poids des chaînes de fixation et des ampoules.

On étudie l'équilibre du lustre.

- 1) Le lustre est soumis à 3 forces. Nommer ces 3 forces.
- 2) Calculer la valeur, en newton, du poids du lustre ( $g = 10 \text{ N/kg}$ ).
- 3) Le poids du lustre est appliqué en G. Que représente ce point pour le lustre ?  
On appelle  $\vec{T}_1$  et  $\vec{T}_2$  les forces exercées par les chaînes sur le lustre.  
Les chaînes 1 et 2 font un angle de  $30^\circ$  par rapport à la verticale.
- 4) Compléter le tableau de caractéristiques suivant.

Forces	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur
$\vec{P}$	G			
$\vec{T}_1$				
$\vec{T}_2$				

- 5) Construire le dynamique des forces qui s'exercent sur le lustre à partir de la force  $\vec{P}$  représentée ci-dessous. 1 cm représente 10 N



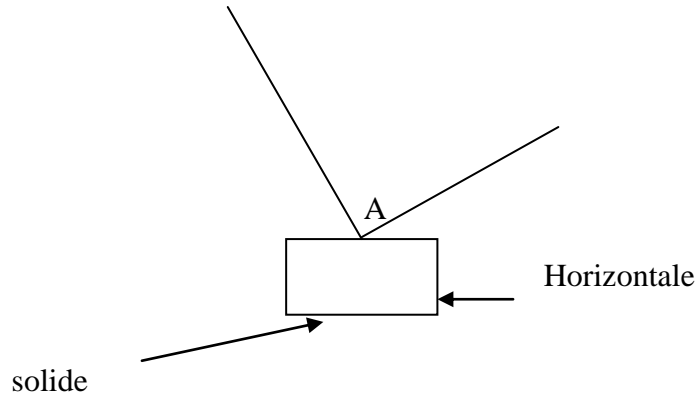
En déduire les valeurs des forces  $T_1$  et  $T_2$ .

(D'après sujet de BEP Secteur 2 Session 2003)



**Exercice 5**

La tension maximale admissible par un type de câbles, est 4 000 N. On veut déterminer le poids maximum d'un solide que l'on peut suspendre à deux câbles de ce type, disposés comme l'indique le schéma.



1) Classer dans un tableau des caractéristiques des forces, les renseignements suivants :

$\vec{F}_1$  fait un angle de  $60^\circ$  avec l'horizontale ;  $\vec{F}_2$  fait un angle de  $30^\circ$  avec l'horizontale ;  
 Valeur de  $\vec{F}_1$  : 4 000 N. Le centre de gravité du corps suspendu est à la verticale du point d'attache A des câbles. Il est désigné par la lettre G. On désigne par P le poids du solide.

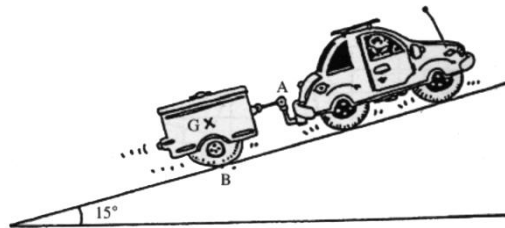
2) a) Construire le dynamique des trois forces. Echelle : 1 cm représente 500 N.

b) En déduire la valeur maximum du poids que l'on peut suspendre.

(D'après sujet de BEP Secteur 2 Session septembre 2003)

**Exercice 6**

Sur une route faisant un angle de  $15^\circ$  avec l'horizontale, une remorque de masse  $M = 445$  kg est accrochée à l'arrière d'une voiture. L'ensemble est immobile comme l'indique le schéma suivant :



A est le point d'application de la force  $\vec{F}$ , exercée par la voiture sur la remorque. La droite d'action de cette force  $\vec{F}$  est parallèle à la route, son intensité est :  $F = 1250$  N. B est le point d'application de la force  $\vec{R}$ , réaction de la route sur la remorque. Cette force  $\vec{R}$  est perpendiculaire à la route. G est le centre de gravité de la remorque. On prendra  $g = 10$  N/kg.

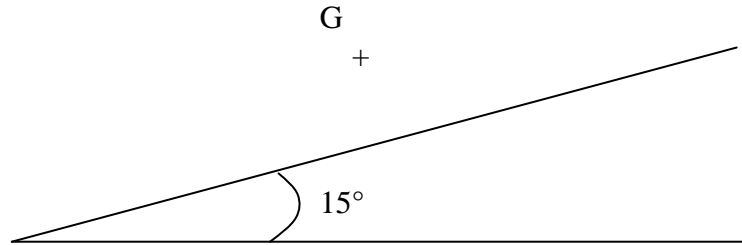
1) Calculer la valeur P du poids de la remorque

2) Donner les caractéristiques connues des forces qui s'exercent sur la remorque en remplissant le tableau suivant :

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur des forces (N)
$\vec{F}$	A	/	$\nearrow$	1250
$\vec{P}$				
$\vec{R}$				



3) Sur le schéma suivant, à partir du point G, représenter le poids  $\vec{P}$  et la force  $\vec{F}$ .  
On prendra 1 cm pour 500 N.



4) Le système étant en équilibre, déterminer graphiquement la valeur R de la réaction.

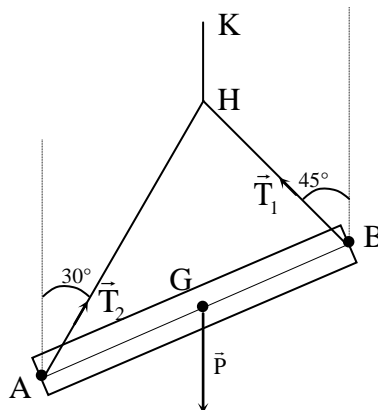
(D'après sujet de BEP Créteil-Paris-Versailles Session 1999)

### Exercice 7

Une poutre AB a un poids P de valeur 7000 N. Elle est maintenue en équilibre à l'aide des élingues 1 et 2. On désigne par  $\vec{T}_1$  et  $\vec{T}_2$  les forces exercées respectivement par les élingues 1 et 2.

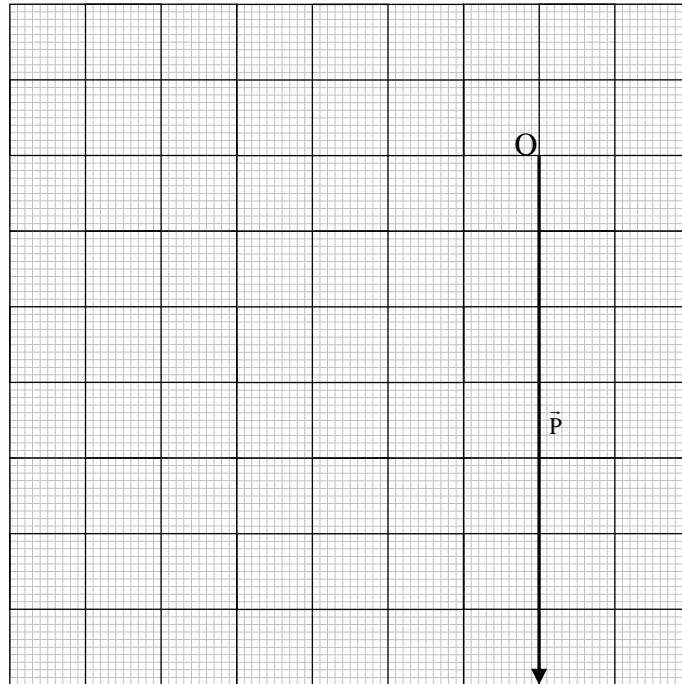
La droite d'action de  $\vec{T}_1$  fait un angle de  $45^\circ$  avec la verticale.

La droite d'action de  $\vec{T}_2$  fait un angle de  $30^\circ$  avec la verticale.





1) Tracer sur le papier millimétré, le dynamique des forces qui s'appliquent à la poutre AB, en prenant pour unité graphique : 1 cm pour 1 000 N.

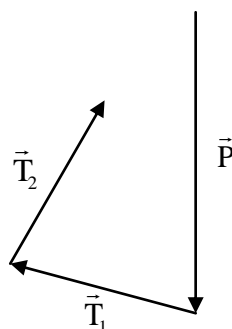


2) Déterminer graphiquement les valeurs des tensions  $\vec{T}_1$  et  $\vec{T}_2$ .

3) Compléter ci-dessous le tableau des caractéristiques des forces.

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur
$\vec{P}$				
$\vec{T}_1$				
$\vec{T}_2$	A	/	↗	

4) Le dynamique des forces exercées sur la poutre AB dans une autre position est représentée ci-dessous :



a) La poutre AB est-elle en équilibre ? Justifier la réponse.

b) Pour qu'un solide soit en équilibre, deux conditions sont à vérifier. L'une d'elles concerne le dynamique, énoncer l'autre qui concerne les droites d'action.

(D'après sujet de BEP Paris-Créteil-Versailles Session 2000)



**Exercice 8**

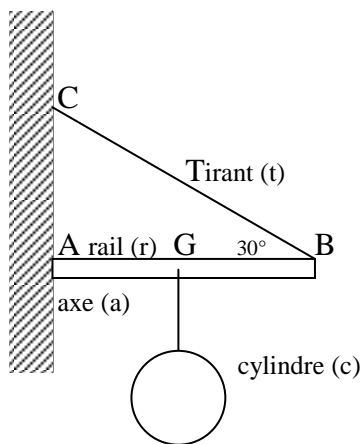
Lors d'une opération de maintenance effectuée sur une repasseuse automatique, on doit sortir un cylindre d'acier dont la masse est  $m_c = 300$  kg.

1) Calculer la valeur du poids  $\vec{P}_c$  de ce cylindre. (On prendra  $g = 10$  N/kg).

2) Le cylindre est soulevé à l'aide d'une potence à tirant constituée d'un rail (r) mobile autour d'un axe (a) maintenu horizontal par un tirant (t).

On se propose d'étudier l'équilibre du rail (r) lorsque le cylindre est situé sur la verticale passant par G.

Ce rail est soumis à trois forces dont l'une est totalement déterminée et les deux autres partiellement définies :



$\vec{P}$  : poids total du rail et du cylindre ;  
 $\vec{F}_1$  : force exercée par le tirant sur le rail ;  
 $\vec{F}_2$  : force exercée par l'axe sur le rail.

Voici le tableau de leurs caractéristiques connues :

Force	$\vec{P}$	$\vec{F}_1$	$\vec{F}_2$
Point d'application	G	B	A
Droite d'action	verticale	$30^\circ$	
Sens	↓	↖	
Valeur (N)	5000		

a) Représenter le poids  $\vec{P}$  de valeur 5 000 N sur le schéma 1 suivant.

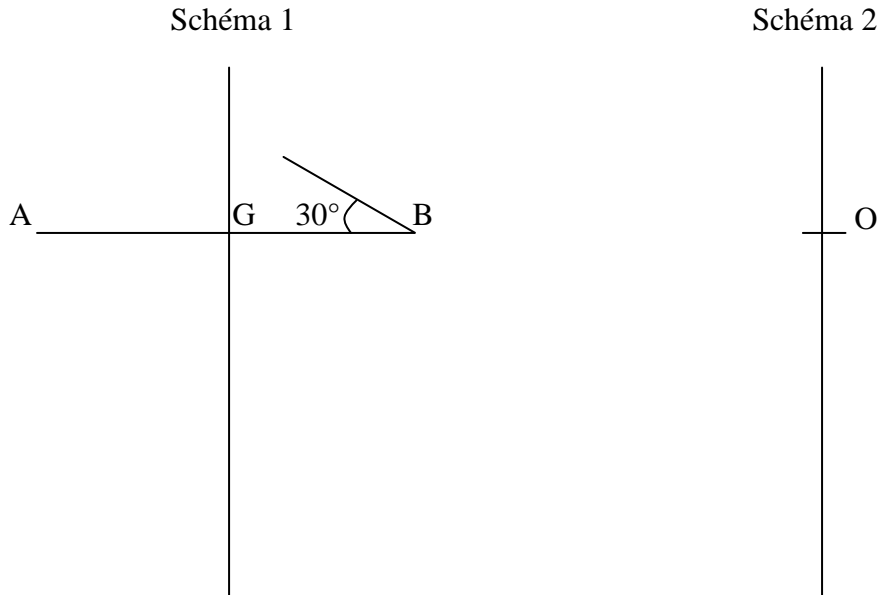
b) Déterminer sur le schéma 1, le point de concours I des droites d'action des trois forces puis tracer celle de  $\vec{F}_2$

c) Construire le dynamique des forces :  $\vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$  à partir du point O (schéma 2).

d) Déterminer graphiquement les valeurs de  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ .

Echelle : 1 cm pour 1000 N

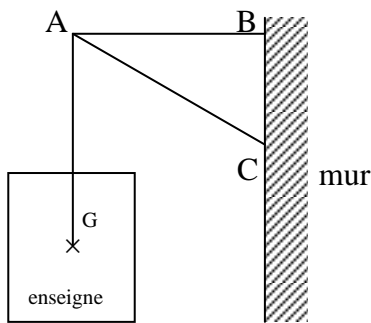




(D'après sujet de BEP Secteur 1 groupement académique Est Session 2000)

**Exercice 9**

On considère le système constitué par une enseigne et sa suspension.

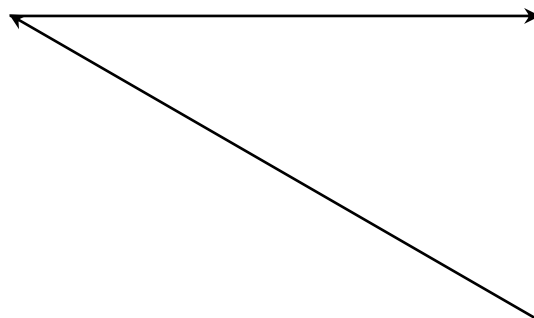


L'ensemble est en équilibre.  
 La masse de la suspension est négligeable devant la masse de l'enseigne.  
 La masse de l'enseigne est de 20 kg.  
 Le système est soumis à trois actions.

- 1) Calculer le poids du système ( $g = 10 \text{ N/kg}$ ).
- 2) Compléter le tableau des caractéristiques des actions agissant sur le système.

Action	Force	Point d'application	Direction	Sens	Intensité (N)
Terre/système	$\vec{P}$	G			
Mur/AB	$\vec{F}$	B			
Mur/AC	$\vec{F}'$		$\vec{\Delta}$		

- 3) Terminer le tracé du dynamique des forces agissant sur le système.  
 Echelle : 1cm pour 50 N.



(D'après sujet de BEP Secteur 3 groupement académique Sud Session 2000)



**Exercice 10**

À l'aide d'une corde et d'une planche inclinée à  $40^\circ$  par rapport à l'horizontale, un homme peut monter ou descendre une charge de valeur  $P = 300$  N.

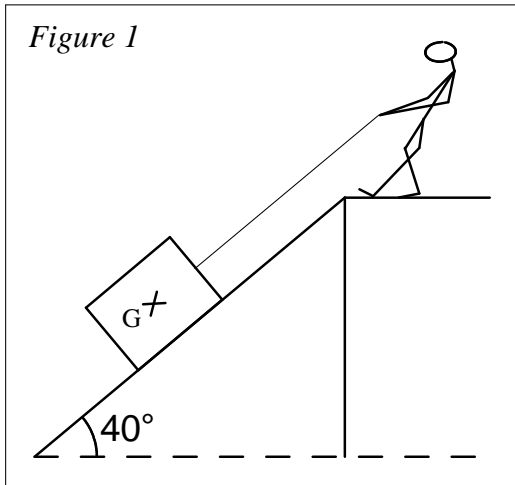


Figure 2



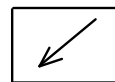
1 cm pour 50 N

On admet que le plan incliné exerce sur la charge une réaction  $\vec{R}$  perpendiculaire au plan incliné et de valeur  $R = 230$  N. Sa droite d'action passe par G.

L'homme exerce sur la charge une force  $\vec{F}$  de valeur  $F = 250$  N.

1) Entourer la case correspondant au sens correct de la force  $\vec{F}$  puis justifier le choix.

Sens



2) Tracer sur le schéma de la figure 1 ci-dessus les forces  $\vec{P}$ ,  $\vec{F}$  et  $\vec{R}$ . (échelle 1 cm pour 100 N).

3) À partir du point O (figure 2), construire le dynamique des forces  $\vec{P}$ ,  $\vec{F}$  et  $\vec{R}$  en utilisant comme échelle 1 cm pour 50 N. Tracer, s'il existe, le vecteur somme S.

4) Conclusion : la charge est-elle :

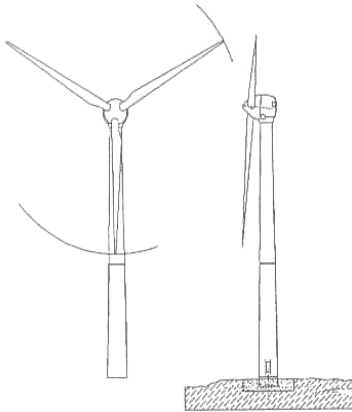
- au repos ?
- en mouvement de montée ?
- en mouvement de descente ?

Cocher la bonne réponse puis justifier.

(D'après sujet de BEP Secteur 2 Session 2001)



**Exercice 11**



Grande éolienne : 250 kW

Type : 3 pales

Rotor et pales : Aire de la surface balayée :  $S = 693 \text{ m}^2$

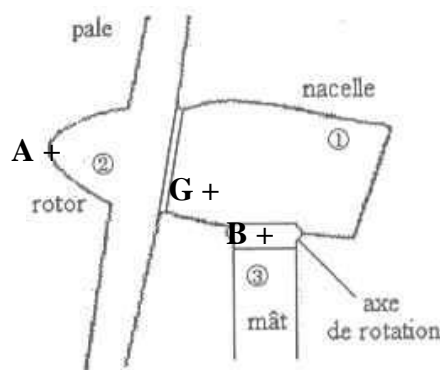
Masse de l'ensemble pales-rotor-nacelle :  $m = 28 \text{ tonnes}$

- 1) Calculer la valeur P du poids de l'ensemble pales-rotor-nacelle : on prendra  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .
- 2) L'ensemble rotor-pales exerce sur la nacelle une force horizontale  $\vec{F}$ . Le mât exerce sur la nacelle une force  $\vec{R}$ .

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité (N)
$\vec{P}$	G	Verticale	↓	275 000
$\vec{F}$	A	Horizontale	→	175 000
$\vec{R}$	B			

A l'aide du tableau des caractéristiques des forces, on veut déterminer les caractéristiques de la force  $\vec{R}$ . On demande :

- a) De tracer, les droites d'action des forces  $\vec{P}$ ,  $\vec{F}$  et  $\vec{R}$  ;



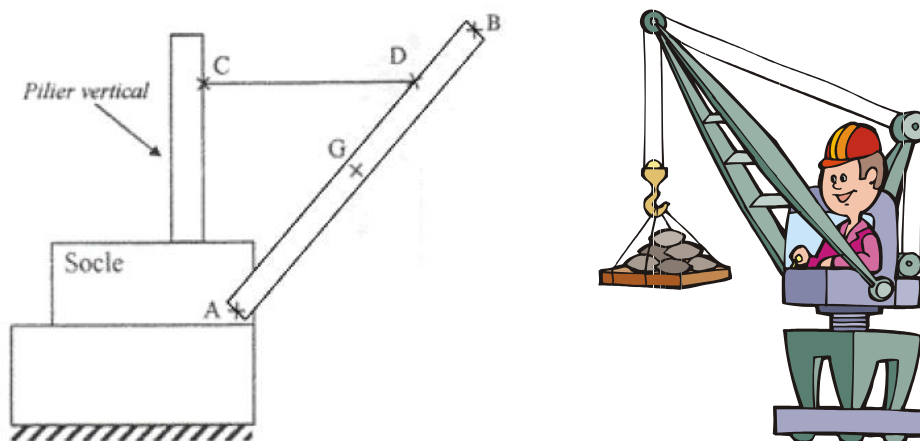
- b) De tracer à partir du point M le dynamique des forces (triangle des forces) ;
- c) De déduire les caractéristiques inconnues de la force  $\vec{R}$  (compléter le tableau des caractéristiques).



(D'après sujet de BEP Métiers de l'électronique Session 2003)

### Exercice 12

Une grue utilisée pour mettre des bateaux à l'eau est représentée sans charge sur le schéma ci-contre.



Cette grue est constituée d'un pilier vertical, d'une barre AB mobile autour d'un axe A et d'un câble CD.

*Données*

Masse de la barre mobile AB :  $m = 1\,000\text{ kg}$      $g = 9,8\text{ N.kg}^{-1}$

P : poids de la barre mobile AB.

$F_1$  : action du câble CD sur la barre mobile AB.

$F_2$  : action du socle sur la barre mobile AB.



La direction de l'action au point D est horizontale.

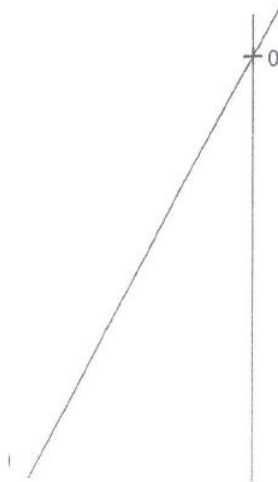
1) Calculer la valeur P du poids P de la barre mobile AB.

2) Compléter le tableau des caractéristiques ci-dessous :

Forces	Points d'application	Droites d'actions	sens	Valeurs (ou intensités)
$\vec{P}$				
$\vec{F}_1$				
$\vec{F}_2$		/		

3) Tracer le dynamique des forces et en déduire les valeurs des intensités  $F_1$  et  $F_2$  des forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  que vous reporterez dans le tableau des caractéristiques

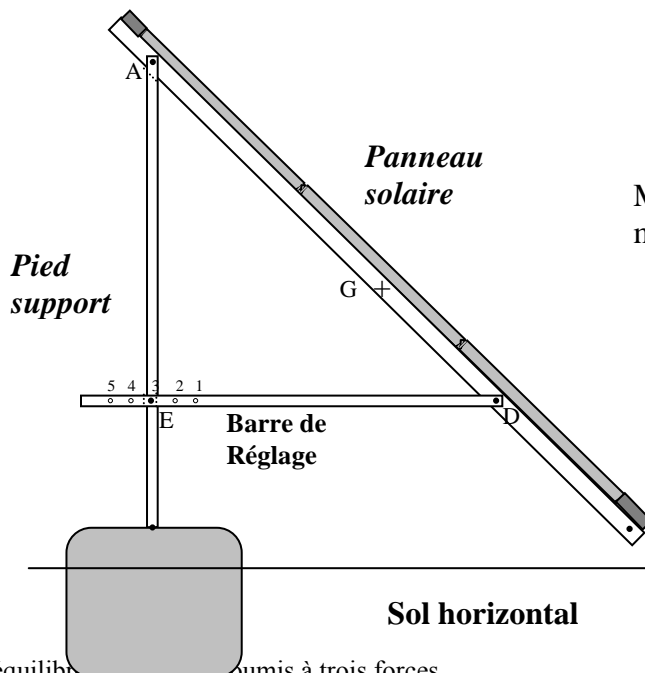
Echelle : 1 cm représente 2 000 N.



(D'après sujet de BEP Secteur 1 Groupement interacadémique II Session juin 2004)

### Exercice 13

L'installation schématisée ci-dessous comprend : un panneau solaire, un pied-support et une barre de réglage. Lors du réglage de l'inclinaison, on veut déterminer les caractéristiques des forces qui s'exercent sur le panneau solaire, en équilibre dans la position ci-dessous.



Masse m du panneau solaire :  
 $m = 38 \text{ kg}$       $g = 10 \text{ N/kg}$



Il est soumis à trois forces :

$\vec{P}$  : poids du panneau.

$\vec{F}_{2/1}$  : Force exercée par le pied-support en A sur le panneau solaire.

$\vec{F}_{3/1}$  : Force exercée par la barre de réglage en D sur le panneau solaire.

1) Calculer, en N, la valeur  $P$  du poids du panneau solaire.

2) Ci-après, en utilisant les caractéristiques des forces données dans le tableau :

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
$\vec{P}$	G		↓	380
$\vec{F}_{2/1}$	A			
$\vec{F}_{3/1}$	D	—	→	

a) Tracer, sur la figure, les droites d'action des forces  $\vec{P}$  et  $\vec{F}_{3/1}$  ;

b) En déduire et tracer la droite d'action de  $\vec{F}_{2/1}$ .

c) Tracer à partir du point M le dynamique des forces.

d) A partir du dynamique des forces, en déduire les caractéristiques inconnues des forces  $\vec{F}_{2/1}$  et  $\vec{F}_{3/1}$  et compléter le tableau des caractéristiques.

Construction à partir du point M du dynamique des forces. Echelle : 1 cm pour 50 N

M +



**Exercice 14**

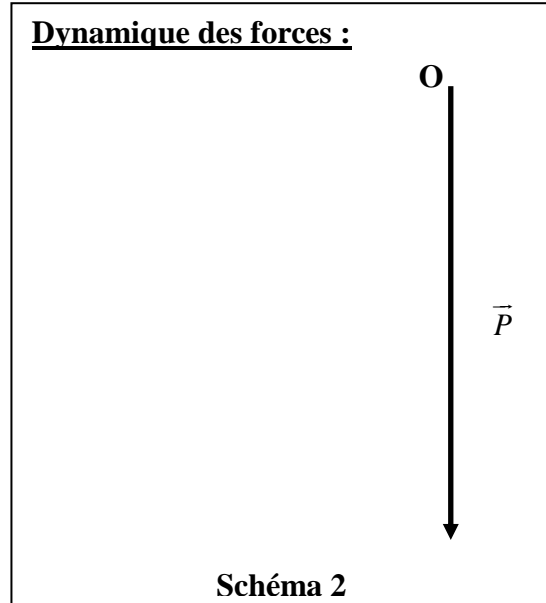
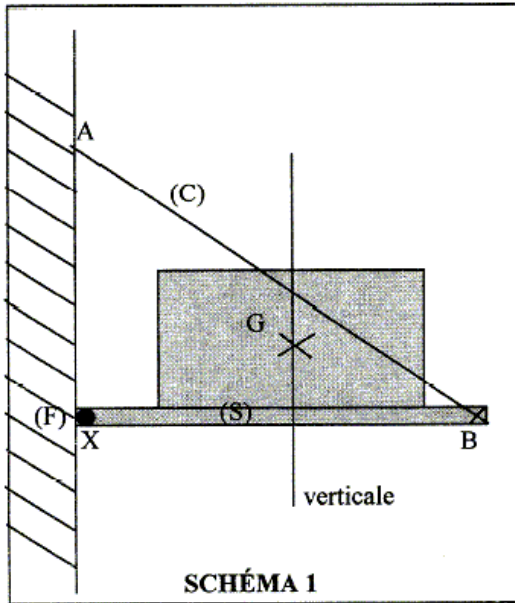


Tableau 1

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
$\vec{P}$				

Tableau 2

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
$\vec{T}$		\		
$\vec{R}$		/		

Un plateau sur lequel repose une machine à coudre, schématisée par un rectangle, est articulé au mur, en un point X, par un gong (F). Il est maintenu en équilibre par l'action d'un câble (C) tendu entre le plateau en B et le mur en A (voir schéma 1).

L'ensemble constitué du plateau et de la machine à coudre forme le solide (S) de masse 60 kg dont le centre de gravité est le point G.

1) Nommer les trois actions qui agissent sur le solide (S) (grisé sur le schéma), et préciser leur nature (de contact ou à distance).

- .....
- .....
- .....

2) La masse du solide (S) est de 60 kg.

a) Calculer le poids du solide (S) (prendre  $g = 10 \text{ N/kg}$ ).

b) Compléter les caractéristiques du poids  $\vec{P}$  du solide (S) dans le tableau 1 ci-dessus.

3) En plus du poids  $\vec{P}$  du solide (S), on désigne par :  $\vec{T}$  l'action du câble (C) sur le solide (S) et  $\vec{R}$  l'action du gong (F) sur le solide (S)



Compléter les caractéristiques connues de ces deux forces exercées sur le solide (S) dans le tableau 2.

4) a) Sachant que les droites d'actions sont concourantes, tracer sur le schéma 1 ci-dessus, la droite d'action de  $\vec{R}$ . L'indiquer dans le tableau 2.

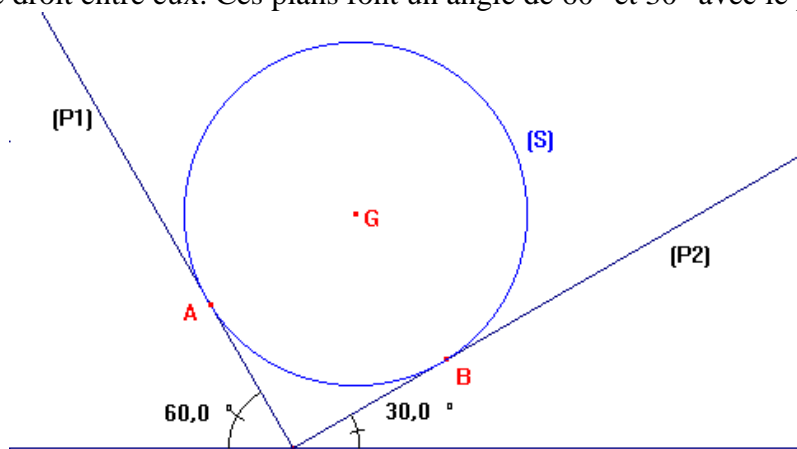
b) En tenant compte du fait que le solide (S) est en équilibre, compléter le dynamique des forces appliquées au solide (S). Prendre pour unité graphique 1 cm correspond à 100 N.

c) En déduire les caractéristiques encore inconnues des forces  $\vec{R}$  et  $\vec{T}$  (compléter le tableau 2).

(D'après sujet de BEP Productique option usinage Session juin 2002)

### Exercice 15

Une sphère (S) de masse  $m$  au repos sans frottement sur deux plans inclinés (P<sub>1</sub>) et (P<sub>2</sub>), faisant un angle droit entre eux. Ces plans font un angle de 60° et 30° avec le plan horizontal.



1) Calculer la masse  $m$  en kg de la sphère (S), sachant que son poids a pour valeur 6 N. ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

2) Soit  $\vec{F}_A$  la force exercée par le plan (P<sub>1</sub>) sur la sphère (S) ; Soit  $\vec{F}_B$  la force exercée par le plan (P<sub>2</sub>) sur la sphère (S). Reporter les caractéristiques connues des forces qui s'exercent sur la sphère (S) dans le tableau ci-dessous.

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
$\vec{P}$	G		↓	6N

3) La sphère (S) est en équilibre. Que peut-on déduire quant à la somme vectorielle des forces qui s'exercent sur la sphère ?

4) En prenant pour échelle 1 cm pour 1 N, construire le dynamique des forces exercées sur (S).

5) Déterminer graphiquement l'intensité de chacune des forces autre que le poids.

(D'après sujet de BEP Electrotechnique Paris Créteil Versailles Session juin 1999)