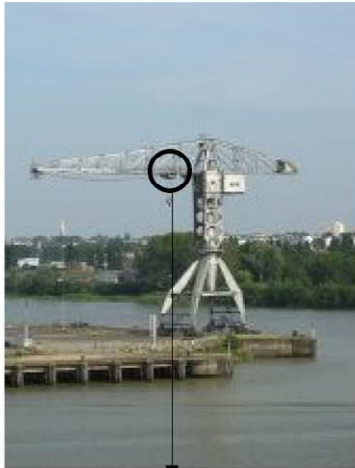
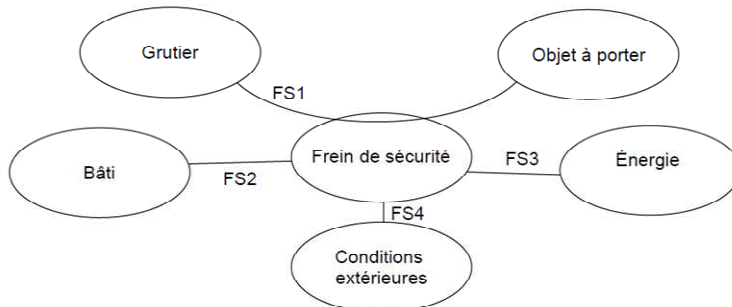


Frein de sécurité d'une grue portuaire

Les grues portuaires permettent de transporter des marchandises pour les débarquer des bateaux sur les quais ou pour charger les marchandises dans les bateaux. Ces systèmes sont toujours équipés d'un frein de sécurité qui permet de freiner la chute des objets à porter au cas où un dysfonctionnement apparaîtrait. L'objectif est de vérifier si le frein de sécurité, dont on donne un extrait de cahier des charges ci dessous, permet de satisfaire le niveau du critère de la fonction FS1.



Frein de sécurité



FS1 : permettre au grutier de freiner la chute des objets à porter

FS2 : s'adapter au bâti

FS3 : s'adapter à l'énergie

FS4 : résister aux conditions extérieures

Fonction	Critère	Niveau
FS1
	Poids maximal des objets à porter	60000N

Le schéma cinématique du frein est fourni sur la figure de la page suivante. Le mécanisme est plan. L'objet à porter repéré 8 sur le schéma est soumis à la gravité. On néglige la masse de toutes les autres pièces. La pîge 9 relie les pièces 2, 3 et 4 au point B, toutes en liaison pivot par rapport à la pîge 9. Toutes les liaisons sont parfaites sauf les contacts entre 5/7 et 6/7, respectivement aux points G et H, qui se font avec frottement (les cônes de frottement sont en traits pointillés). On se placera à la limite du glissement, ce qui correspond au cas extrême. Les traits en pointillés sur le schéma correspondent aux cônes de frottement. Tous les tracés graphiques se feront sur la figure de la page suivante.

Q.1. Déterminer si, pour serrer le frein, la haute pression dans le vérin doit se situer dans la cavité supérieure ou dans la cavité inférieure.

Q.2. La pression dans le vérin, est de 200 bars. La section du vérin est de 30 cm². Déterminer l'effort que le vérin exerce sur 9 pour serrer le frein et tracer cet effort sur le document réponse DR1, par une flèche de 2 cm de longueur. Justifier la direction de cet effort.

Q.3. Déterminer et justifier la direction des efforts qu'exercent les pièces 3 et 4 sur la pièce 9 au point B.

Q.4. En isolant la pièce 9, déterminer graphiquement sur le document réponse DR1 les efforts $\vec{F}_{3 \rightarrow 9}$ et $\vec{F}_{4 \rightarrow 9}$, et en déduire les efforts $\vec{F}_{3 \rightarrow 6}$ et $\vec{F}_{4 \rightarrow 5}$.

Q.5. A l'aide du modèle de Coulomb, déterminer la direction des efforts $\vec{F}_{5 \rightarrow 7}$ en G et $\vec{F}_{6 \rightarrow 7}$ en H. Tracer ces directions sur les documents réponses DR2 pour $\vec{F}_{5 \rightarrow 7}$ et DR3 pour $\vec{F}_{6 \rightarrow 7}$.

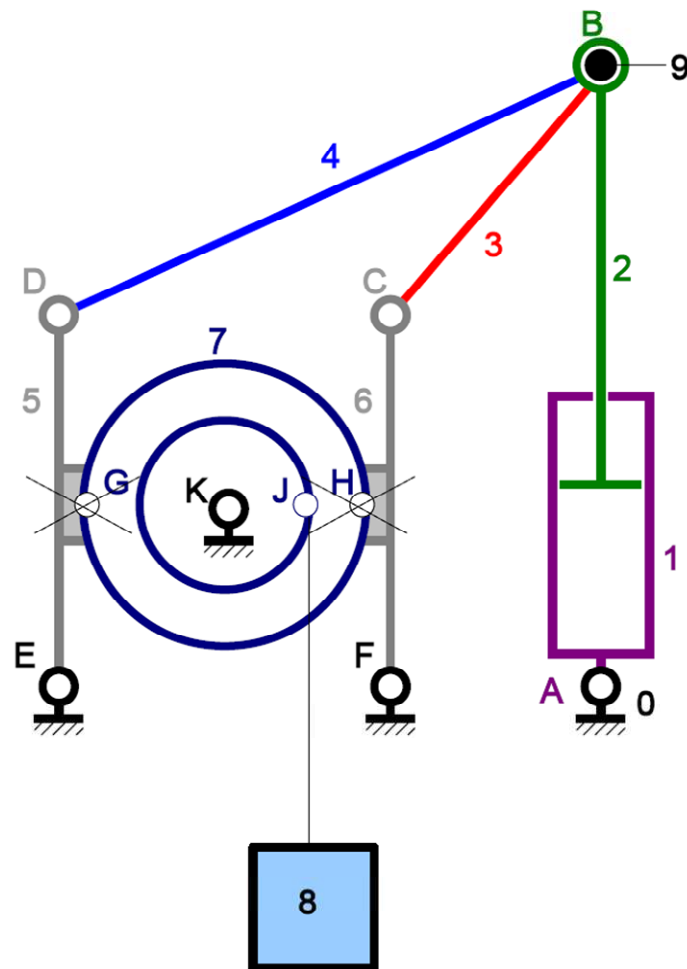
Q.6. Isoler la pièce 5 et déterminer par construction graphique $\vec{F}_{5 \rightarrow 7}$ sur le document réponse DR2.

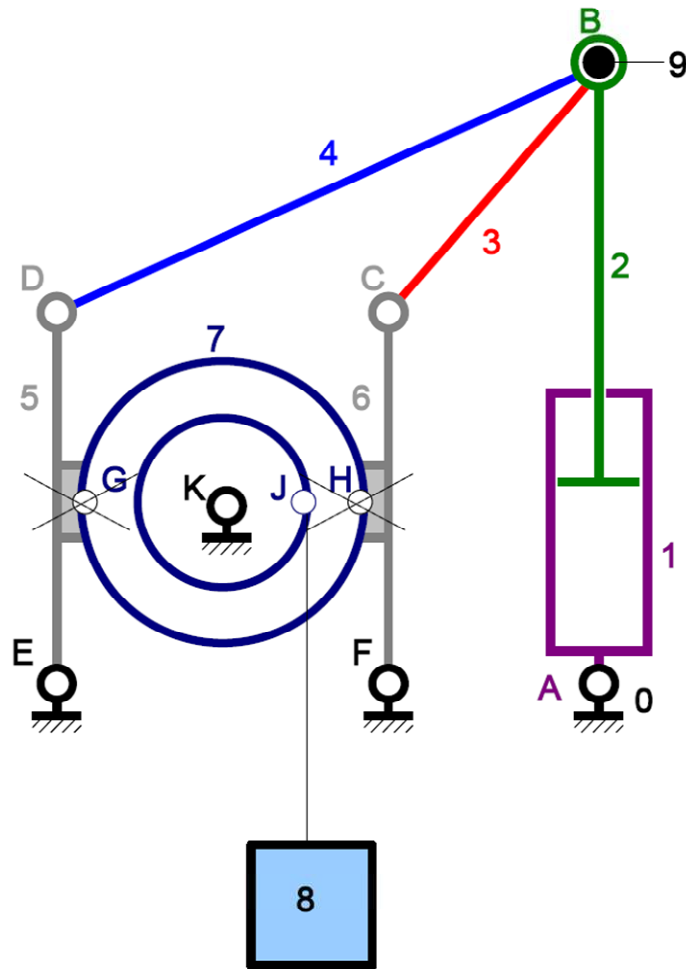
Q.7. Isoler la pièce 6 et déterminer par construction graphique $\vec{F}_{6 \rightarrow 7}$ sur le document réponse DR3.

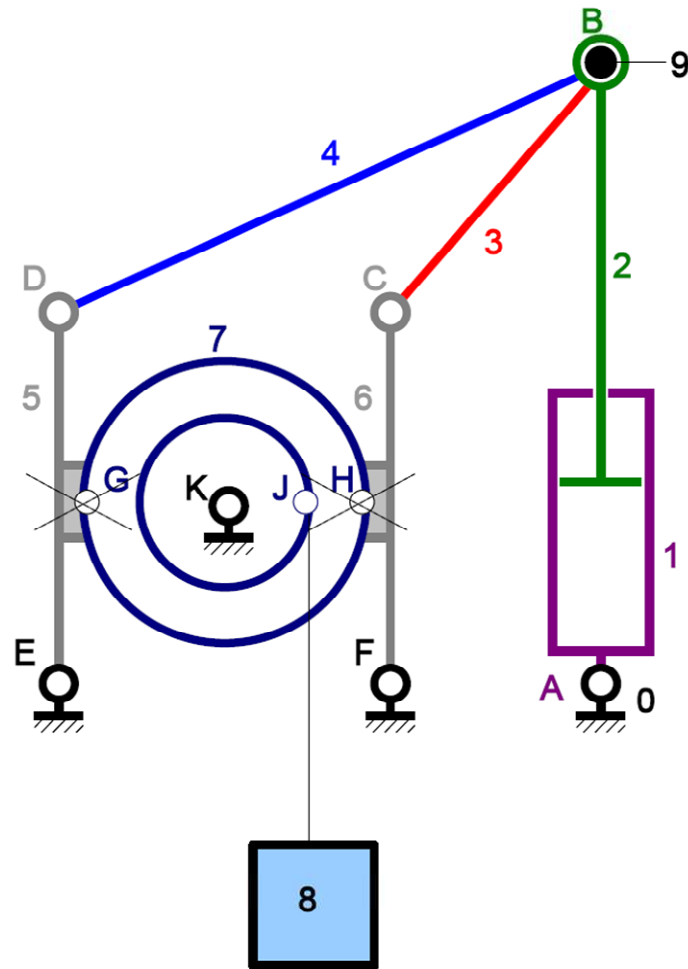
Q.8. On donne $\|\vec{KG}\| = \|\vec{KH}\| = 12\text{cm}$. Déterminer le couple de freinage qu'exercent 5 et 6 sur 7.

Q.9. On donne $\|\vec{KJ}\| = 8\text{ cm}$. Calculer le poids maximal de l'objet que le frein de sécurité peut freiner. Conclure quant à la capacité du frein de sécurité à satisfaire le niveau du critère de la fonction FS1.

Document réponse DR1 :

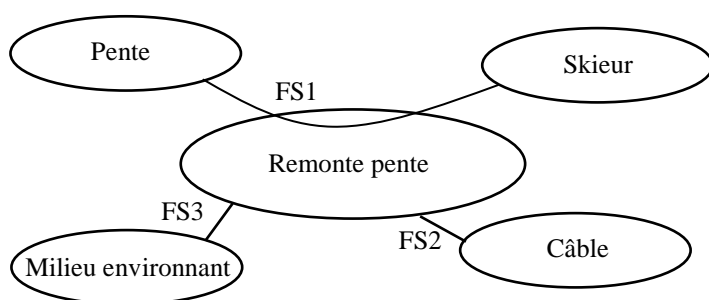
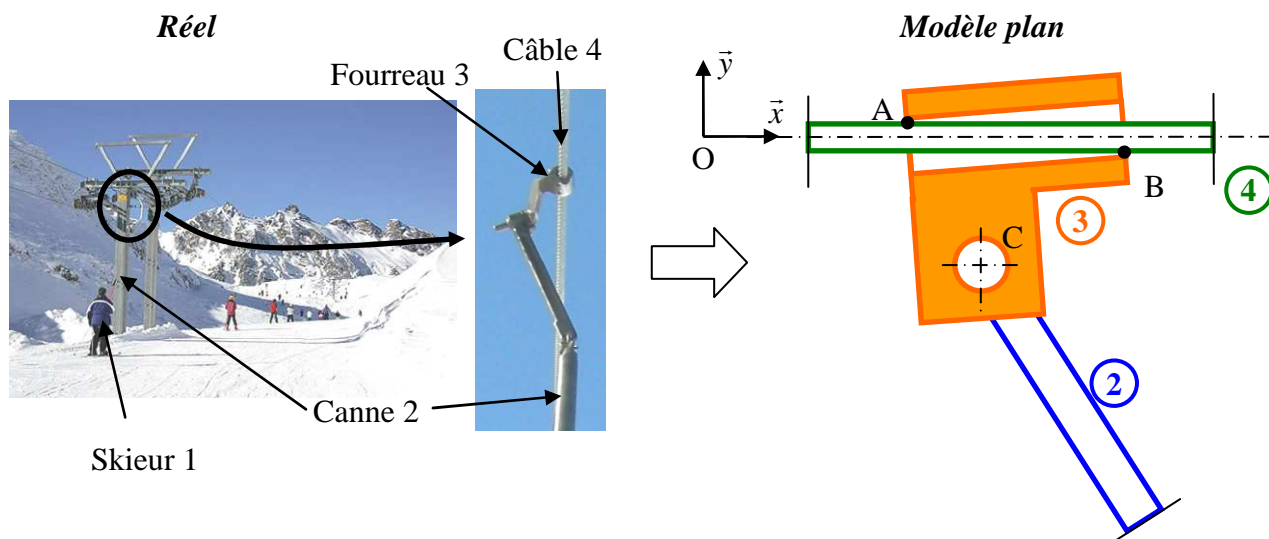


Document réponse DR2 :

Document réponse DR3 :

Remonte pente

On s'intéresse à un remonte pente dont on donne la modélisation plane simplifiée ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel.



FS1 : Permettre au skieur de remonter la pente

FS2 : S'adapter au câble

FS3 : Résister au milieu environnant

Fonction	Critère	Niveau
FS2	... Pas de glissement relatif entre 3 et 4 si présence d'un skieur impératif ...

On suppose pour des besoins de l'étude que le câble 4 est en équilibre (donc à l'arrêt). La liaison entre la canne de traction (ou perche) 2 et le fourreau 3 est une liaison pivot parfaite d'axe (C, \vec{z}) . La liaison entre le fourreau 3 et le câble 4 est une liaison de type pivot glissant d'axe (O, \vec{x}) construite volontairement avec beaucoup de jeu de sorte que le fourreau puisse s'incliner sous l'effet de l'effort de traction du skieur et venir s'arc-bouter sur le câble 4. Dans ce cas, on considère que la liaison entre le câble 4 et le fourreau 3 correspond à une liaison ponctuelle avec frottement au point A de normale $-\vec{y}$ et une liaison ponctuelle avec frottement au point B de normale \vec{y} .

L'objectif est de vérifier le critère de performance de la fonction de service FS2.

Q.1. Montrer que le torseur d'action mécanique transmissible de 3 sur 4 au point A est un glisseur dont le support passe par A.

Q.2. Montrer que le torseur d'action mécanique transmissible de 3 sur 4 au point B est un glisseur dont le support passe par B.

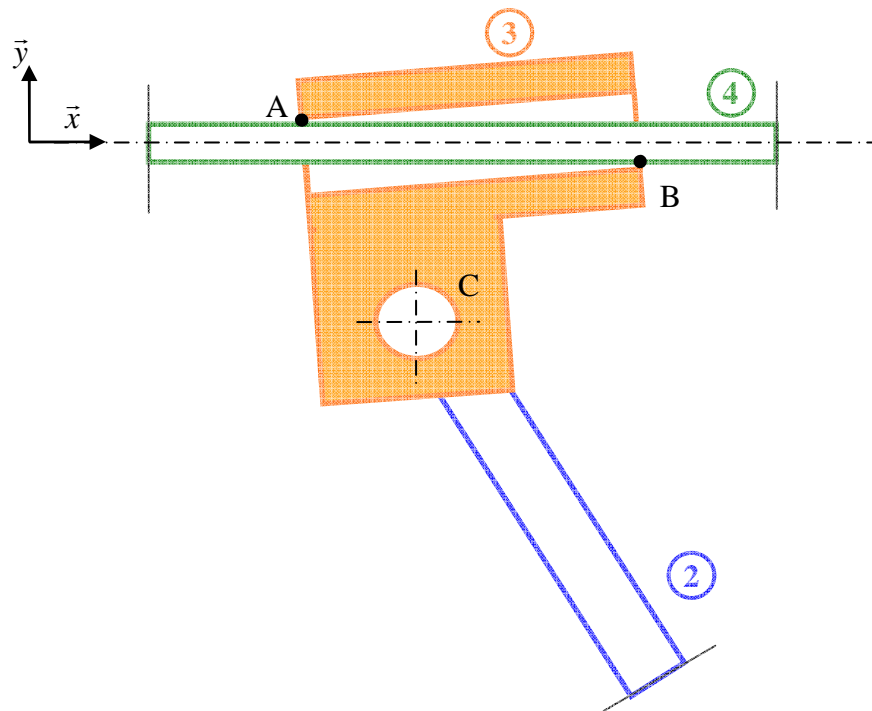
On notera par la suite $\overrightarrow{A_{3 \rightarrow 4}}$ et $\overrightarrow{B_{3 \rightarrow 4}}$ les résultantes de ces torseurs et Δ_A et Δ_B leurs supports.

Q.3. Déterminer graphiquement sur le document réponse 1 pour un coefficient de frottement de 0,4, la zone Z formée de l'ensemble des points où peut se trouver le point d'intersection des supports de ces deux glisseurs quand ces deux glisseurs remplissent les conditions d'équilibre statique de 3.

Q.4. Montrer que le torseur d'action mécanique transmissible de 2 sur 3 est un glisseur passant par C.

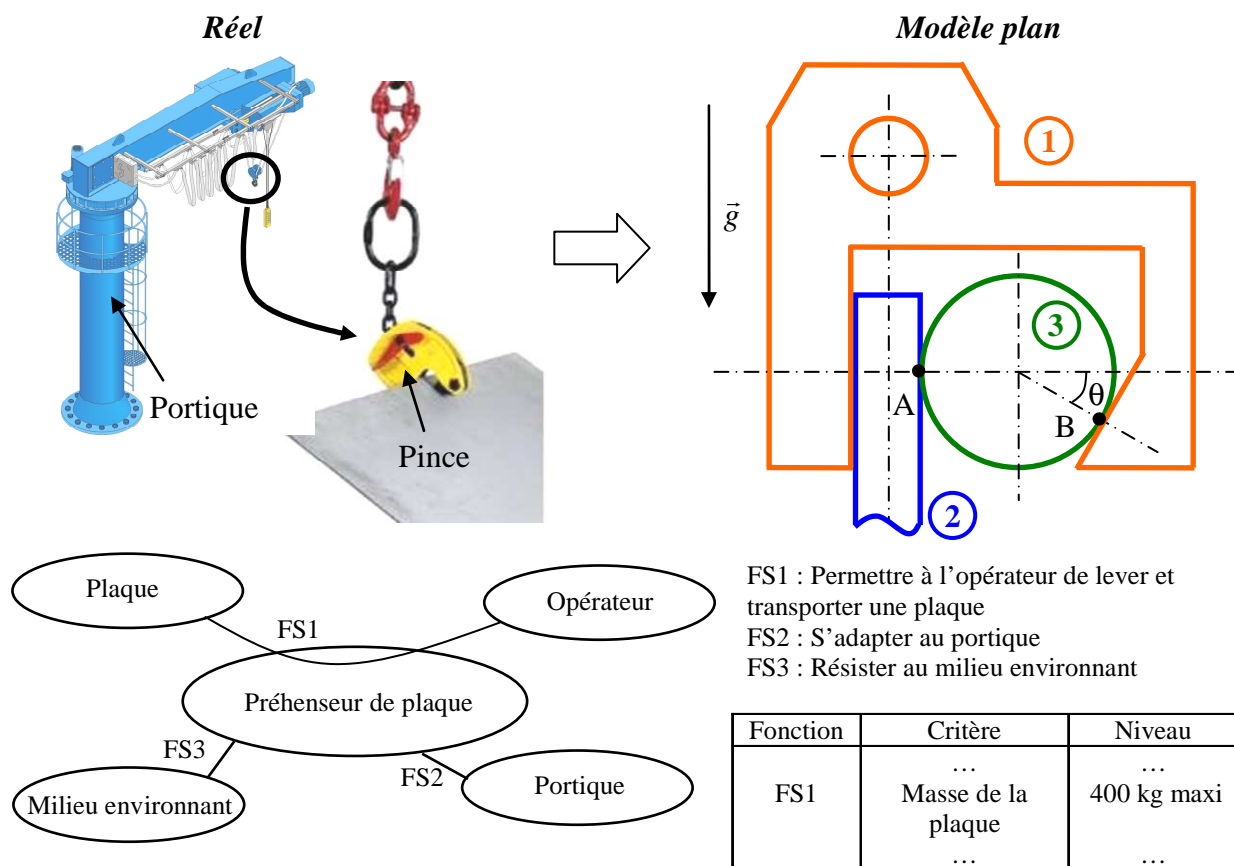
Q.5. On appelle Δ_{23} le support de ce glisseur et α l'angle compris entre ce support et l'axe du câble. Déterminer graphiquement cet angle et conclure vis-à-vis du cahier des charges pour la configuration correspondant à celle du document réponse 1.

Document réponse 1.



Pince lève tôles

On s'intéresse à une pince utilisée pour la saisie et le transport de plaques dont on donne la modélisation ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel.



Accroché à un portique, ce système est amené au dessus de la plaque (2) à saisir puis abaissé de sorte que la plaque s'engage entre le flanc plat de 1 et la bille 3. Lorsque le préhenseur 1 est relevé, la bille 3 coince la plaque 2 contre le flanc. La plaque est alors contrainte à suivre le préhenseur dans ses déplacements.

Hypothèses :

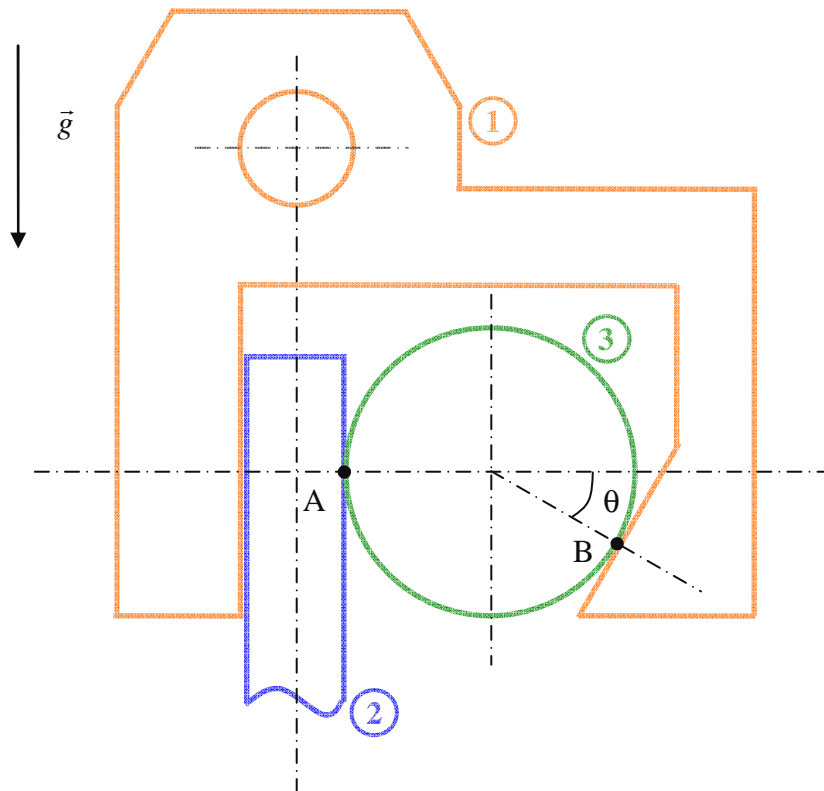
- La nature des mouvements (montée/descente à très faible vitesse) est telle que l'étude de la stabilité du système peut être abordée par une étude statique.
- On utilise deux préhenseurs placés aux deux extrémités de la plaque. La symétrie du problème global permet de ramener l'étude à celle d'un préhenseur unique et de travailler dans le plan transversal de celui-ci (i.e. celui de la figure document réponse 1).
- Chaque préhenseur supporte la moitié de la masse de la plaque.
- Les poids de la bille 3 et du préhenseur 1 sont supposés négligeables devant les autres forces en présence.

Q.1. Déterminer, en fonction de θ , la valeur f_{\min} que doit avoir le coefficient de frottement en A et en B pour que l'ensemble puisse rester en équilibre en position bloquée.

Q.2. On suppose dans un 1^{er} temps qu'il n'y a pas de frottement entre 2 et 1. Déterminer graphiquement sur le document réponse 1 les actions mécaniques s'exerçant sur 2 pour la masse maximale correspondant au cahier des charges. (Echelle : 1cm = 1000 N, $g \approx 10 \text{ m/s}^2$).

Q.3. On considère maintenant qu'il y a du frottement entre 2 et 1. Indiquer en raisonnant à partir de la construction graphique précédente si la présence de frottement est de nature à augmenter ou diminuer l'intensité des forces sur la bille 2.

Document réponse 1.



Triangles des forces