

Statique : Roboclimber (Mines ponts MP-PSI 2011)

Exercice Roboclimber

Roboclimber est un robot géotechnique utilisé pour la consolidation des talus de sols.

Lorsque des falaises ou talus menacent de s'effondrer sur des infrastructures, un des seuls remèdes consiste à consolider le versant en y forant des trous et à y enfoncer des pieux en acier qui consolident l'ensemble.

Le Roboclimber est un robot d'environ 3 tonnes transportant une unité autonome de forage et de pose de pieux.

Il utilise pour se mouvoir et assurer son équilibre lors du forage 4 pieds indépendants, ainsi que deux câbles de traction fixés en hauteur.



Vérification des critères de la fonction « Enfoncer les tubes de forage dans la paroi ».

Le forage proprement dit consiste à enfoncer dans le sol ou la roche une succession de tubes en acier.

Les performances demandées sont précisés dans l'extrait du cahier des charges ci-dessous :

Fonction	Critères	Niveaux
FT 23 « Enfoncer les tubes de forage dans la paroi »	Force de poussée maxi	Pour une pente de 45° : $F > 10\,000\text{ N}$ Pour une pente de 80° : $F > 3\,000\text{ N}$

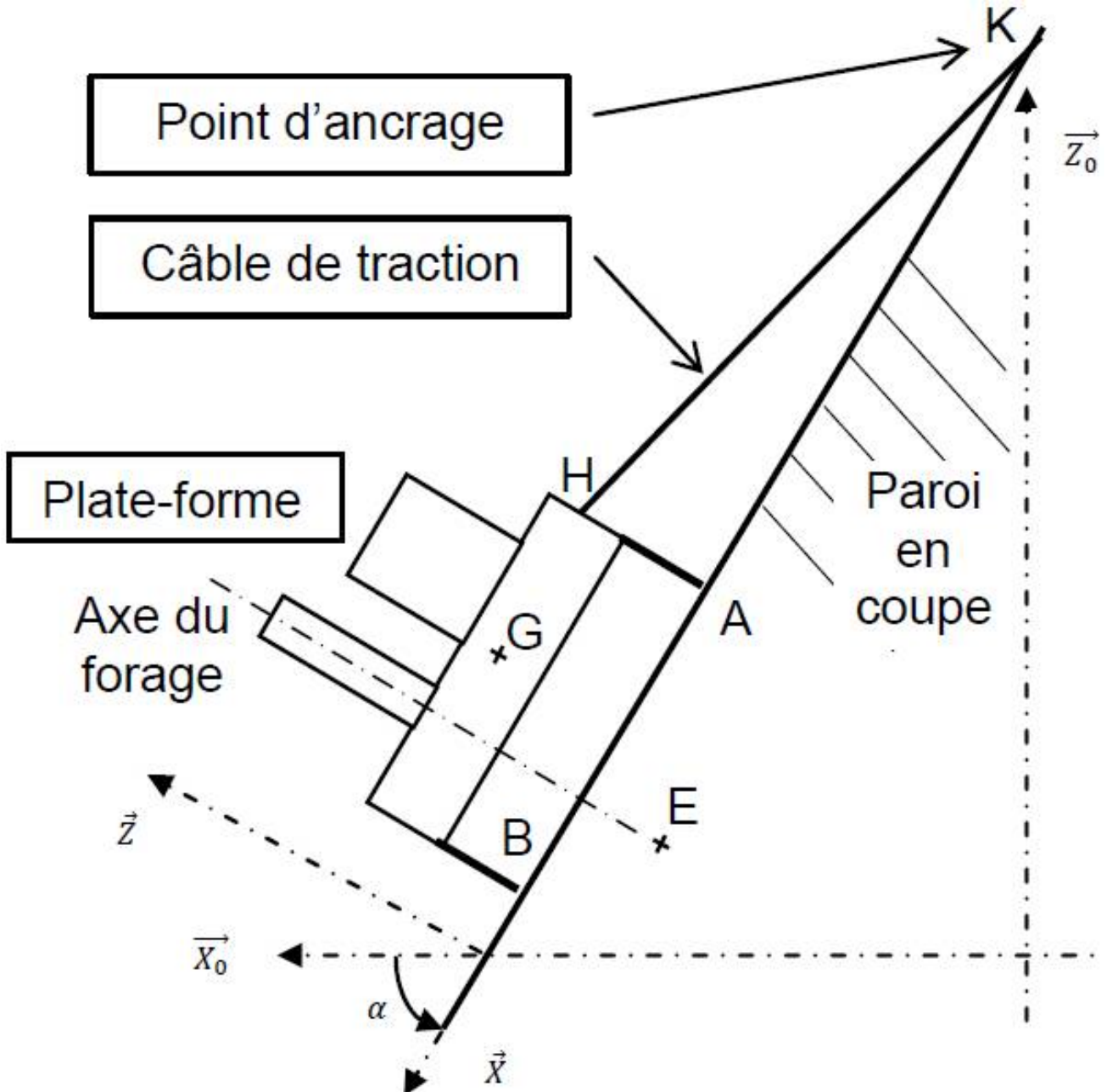
Problématique : On souhaite vérifier que le robot pourra bien fournir l'effort de poussée préconisé dans le cahier des charges.

On suppose le robot en équilibre dans la position de la figure suivante (vue de profil du robot sur la paroi).

Hypothèses :

- ✓ Le problème est supposé plan, dans le plan $(G, \vec{x}_0, \vec{z}_0)$.
- ✓ Les quatre contacts pied / paroi sont réduits à deux contacts ponctuels en A et B, on a $\overline{AB} = d \cdot \vec{x}$ et $\overline{AH} = h \cdot \vec{z}$.
- ✓ Les deux câbles sont assimilés à un seul, fixé en H au robot et en K à la paroi : $\overline{HK} = -e \cdot \vec{x} - h \cdot \vec{z}$ où e , distance du robot au point d'ancrage le long de la paroi, sera prise à sa valeur minimale autorisée : $e = 2 \cdot d$
- ✓ Les contacts pied / paroi sont sans frottement.
- ✓ L'effort de poussée de la foreuse impose sur le train de tubes une réaction du sol modélisée par un glisseur en E : $\left\{ \begin{matrix} F \cdot \vec{z} \\ 0 \end{matrix} \right\}_E$ avec $\overline{BE} = -\frac{d}{3} \cdot \vec{x} - p \cdot \vec{z}$.

- ✓ Le poids de la plateforme et des tubes est modélisé par le glisseur : avec $P = 28000 \text{ N}$ et G tel que $\overrightarrow{BG} = -\frac{d}{2} \cdot \vec{x} + h \cdot \vec{z}$.
- ✓ La pente de la paroi est définie par l'angle $\alpha = (\vec{x}, \vec{x}_0)$



Question 1.

1. En considérant l'équilibre statique de l'ensemble {plateforme + tubes}, écrire l'équation des moments au point H.
2. En déduire la condition littérale sur F pour qu'il n'y ait pas décollement du pied en B.
3. Faire l'application numérique, ces valeurs sont elles compatibles avec le cahier des charges ?