

# Préparation Mines Telecom

## Réplique de la mission InSIGHT ★ –

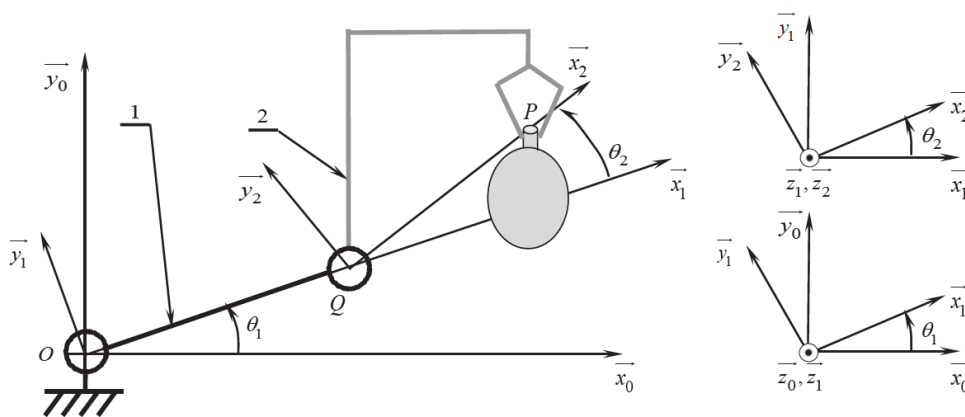
### Sujet

On s'intéresse ici au système de déploiement du sous-système SEIS. Il est basé sur un instrument hybride composé :

- ▶ d'un système de déploiement (DPL);
- ▶ d'une sphère (SEIS) comportant trois capteurs sismiques à très larges bandes et leurs capteurs de température;
- ▶ d'une boîte électronique d'acquisition dont la structure est donnée par le diagramme de définition des blocs.

On donne figure 4 le diagramme partiel des exigences.

La figure 2 représente la structure du système de déploiement DPL.



D'après concours Commun INP 2019 – MP.

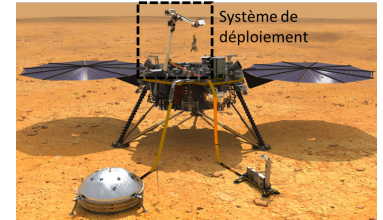


FIGURE 1 – Sous-système SEIS

FIGURE 2 – Schématisation cinématique du bras de déploiement

**Bâti 0** Le bâti 0 est doté du repère  $\mathcal{R}_0 (O; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ .

**Bras 1** Le bras 1 est doté du repère  $\mathcal{R}_1 (O; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ . Le mouvement de 1 par rapport à 0 est une rotation d'axe  $(O, \vec{z}_0)$  et d'angle  $\theta_1 = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ . Le centre d'inertie  $G_1$  est paramétré par  $\vec{OG}_1 = \frac{L}{2} \vec{x}_1$ . De plus  $\vec{OQ} = L \vec{x}_1$ . Enfin,  $m_1 = 352 \text{ g}$  et  $L = 0,5 \text{ m}$ .

La figure 3 présente le modèle volumique du bras 1. Les plans  $(G_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1)$  et  $(G_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  sont des plans de symétrie matérielle du bras 1.

Le mouvement de 1 par rapport à 0 est commandé par un actionneur  $M_{01}$ , constitué d'un moteur pas à pas et d'un réducteur de vitesse à couronne dentée flexible de rapport de transmission  $\lambda = 82$ , d'encombrement et de masse très faibles en regard des autres solides, logés à l'intérieur de la liaison (0/1).

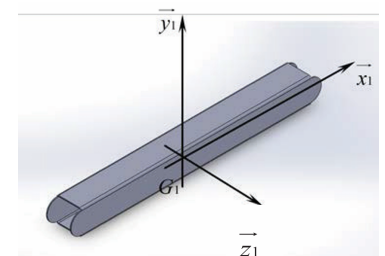


FIGURE 3 – Bras 1

**Avant-bras 2** L'avant-bras 2 est doté du repère  $\mathcal{R}_2 (Q; \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ . Le mouvement de 2 par rapport à 0 est une rotation d'axe  $(Q, \vec{z}_1)$  et d'angle  $\theta_2 = (\vec{x}_1, \vec{x}_2) = (\vec{y}_1, \vec{y}_2)$ . Le centre d'inertie  $G_2$  est paramétré par  $\vec{QG}_2 = \frac{L}{2} \vec{x}_2$ . De plus  $\vec{QP} = L \vec{x}_2$ . Enfin,  $m_2 = 352 \text{ g}$  et  $L = 0,5 \text{ m}$ .

L'extrémité en  $P$  est équipée d'une pince de masse négligeable qui saisit la sphère SEIS. On note  $K_{O2}$  le moment d'inertie de l'avant-bras 2 par rapport à l'axe  $(O, \vec{z}_0)$  dans la position la plus défavorable. Le mouvement de 2 par rapport à 1 est commandé par un actionneur  $M_{12}$ , constitué d'un moteur pas à pas et d'un réducteur de vitesse à couronne dentée flexible de rapport de transmission  $\lambda = 82$ , d'encombrement et de masse très faibles en regard des autres solides, logés à l'intérieur de la liaison (1/2).

**Sphère du SEIS : S** On considère que l'amplitude du mouvement (S/2) est très faible. La position (S/0) repérée par  $\vec{OP} = X_P(t)\vec{x}_0 + Y_P(t)\vec{y}_0$ . La masse  $m_s = 1,2$  kg est considérée comme ponctuelle en son centre d'inertie  $G_S$  par rapport aux autres mouvements.  $G_S$  est tel que  $\vec{PG}_S = -R\vec{y}_0$  ( $R$  est une constante positive).

On note  $K_{O5}$  le moment d'inertie de la sphère  $S$  par rapport à l'axe  $(O, \vec{z}_0)$  dans la position  $\theta_1 = \theta_2 = 0$ .

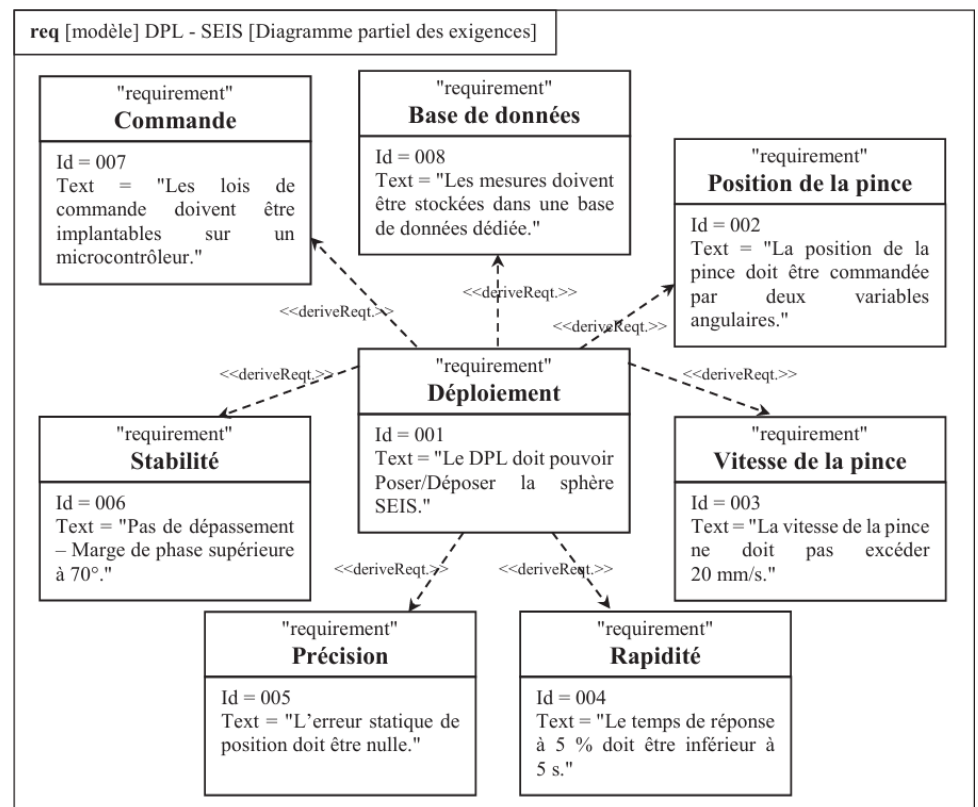


FIGURE 4 – Diagramme partiel des exigences

## 0.1 Validation de la capacité statique du système de déploiement

### Objectif

Déterminer le couple statique du moto-réducteur  $M_{01}$  qui permet l'équilibre du système de déploiement.

On note  $\vec{g} = -g\vec{y}_0$  l'accélération du champ de pesanteur terrestre avec  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ .

**Question 1** Exprimer puis calculer le couple statique, noté  $C_{01}$ , que doit exercer le moto-réducteur  $M_{01}$  dans la position du système de déploiement la plus défavorable. Préciser clairement le système isolé ainsi que le principe/théorème utilisé.

**Question 2** En déduire la valeur minimale du couple de maintien, noté  $C_{m1min}$ , dont doit disposer le moteur pas à pas.

## 0.2 Validation des capacités dynamiques du système de déploiement

### Objectif

Déterminer le couple du moto-réducteur  $M_{01}$  qui permet la manipulation de la sphère SEIS par le système de déploiement.

La figure 2 présente la schématisation du bras de déploiement, noté  $\Sigma = \{1, 2, S\}$ .

**Question 3** Exprimer le moment d'inertie  $K_{O1}$  du bras 1 au point  $O$  suivant  $\vec{z}_0$  en fonction des paramètres cinétiques.

**Question 4** Exprimer le moment d'inertie  $K_{O\Sigma}$  de l'ensemble  $\Sigma$  au point  $O$  suivant  $\vec{z}_0$  en fonction des paramètres cinétiques.

On considère, pour la suite, que le moteur  $M_{02}$  est à l'arrêt dans la position  $\theta_2 = 0$  et que seul le moteur  $M_{01}$  est en fonctionnement.

**Question 5** Pour effectuer une modélisation dynamique du système, établir l'équation donnant le couple, noté  $C_{01}$ , du moteur  $M_{01}$  en fonction des paramètres cinétiques du système de déploiement. Préciser clairement le système isolé ainsi que le principe/-théorème utilisé.

Des calculs amènent à considérer que la valeur de  $K_{O\Sigma}$  est très faible et donc pratiquement négligeable.

**Question 6** Donner l'expression de l'équation précédente limitée au voisinage de la position du système de déploiement la plus défavorable.