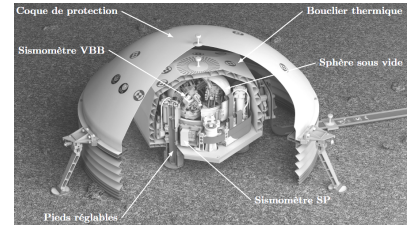


TD étude fréquentielle des SCLI : Sismomètre « SEIS »

Le sismomètre « SEIS », déployé à la surface de Mars, permet l'étude du sol en mesurant la propagation des ondes sismiques provoquées par les séismes ou les impacts de météorites.

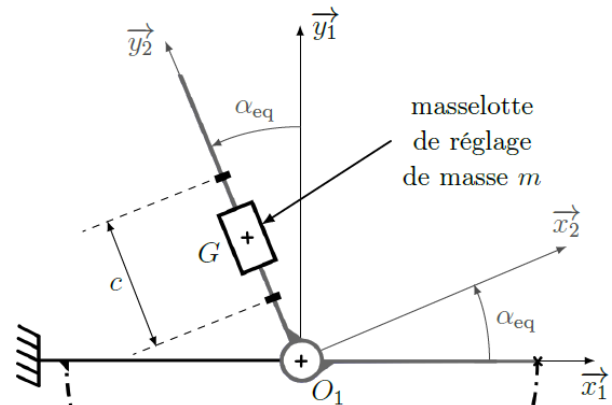
Le sismomètre VBB s'appuie sur le principe du pendule inversé. L'instabilité du pendule inversé lui confère une plus grande sensibilité que celle d'un pendule classique.



Sensibilité intrinsèque du pendule à un séisme

Lors d'un séisme le sol se met en mouvement, entraîne le bâti (1) du système puis le pendule (2). Un couple de rappel ramène ensuite le pendule en position verticale.

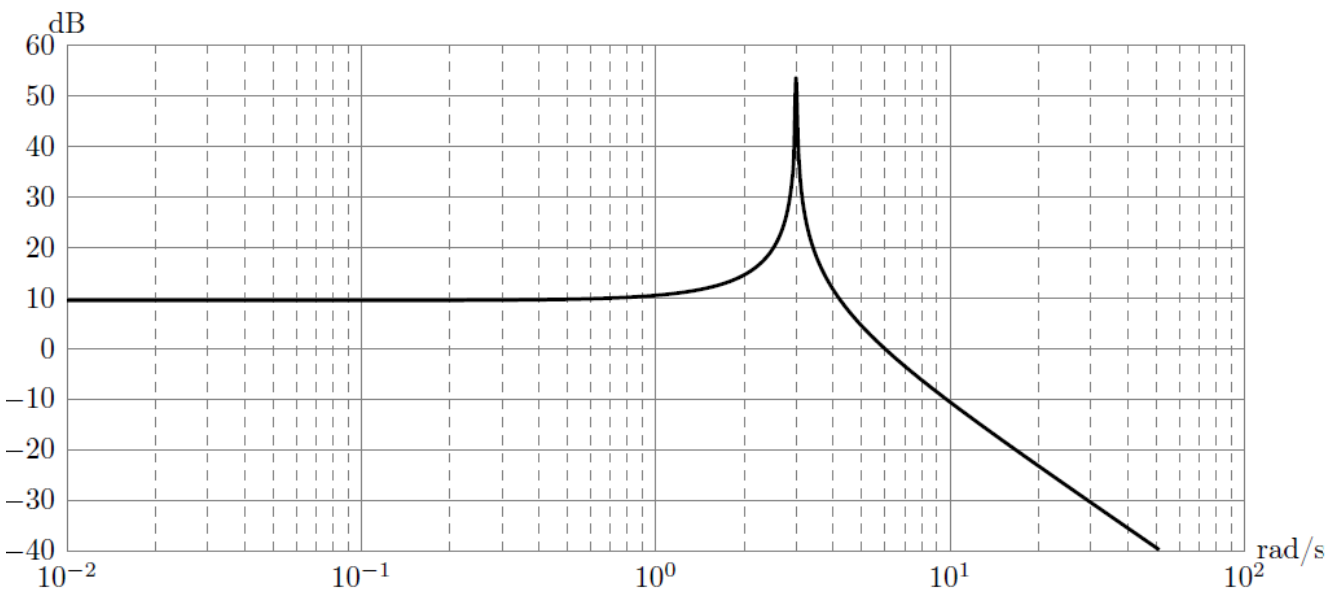
Le système doit permettre d'amplifier les mouvements sur la plage de fréquences attendues pour les séismes martiens.



On définit pour cela les exigences suivantes :

2	Être mécaniquement sensible aux séismes attendus sur Mars		
2.1	Être suffisamment sensible	Amplification mécanique	$> 2 \text{ rad}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^2$
2.2	Être sensible aux fréquences des séismes attendus sur Mars	Amplification en fonction de la fréquence des mouvements du sol	$\geq 10 \text{ dB}$ dans la bande $[0,01 ; 0,5] \text{ Hz}$ soit $[0,06 ; 3] \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$

On donne le diagramme de Bode en gain de $H(p) = \frac{\alpha(p)}{\gamma_{x_2}(p)}$. Avec γ_{x_2} : accélération selon \vec{x}_2 .



Q1 Conclure vis-à-vis de l'exigence 2.2.

Optimisation de la réponse du pendule à un séisme par un asservissement.

À chaque mouvement du sol, un capteur mesure la position angulaire du pendule (2) par rapport au bâti (1), des bobines de contre-réaction situées sur le pendule génèrent un moment de rappel sur son axe de rotation par rapport au bâti, qui le ramène à sa position d'équilibre :

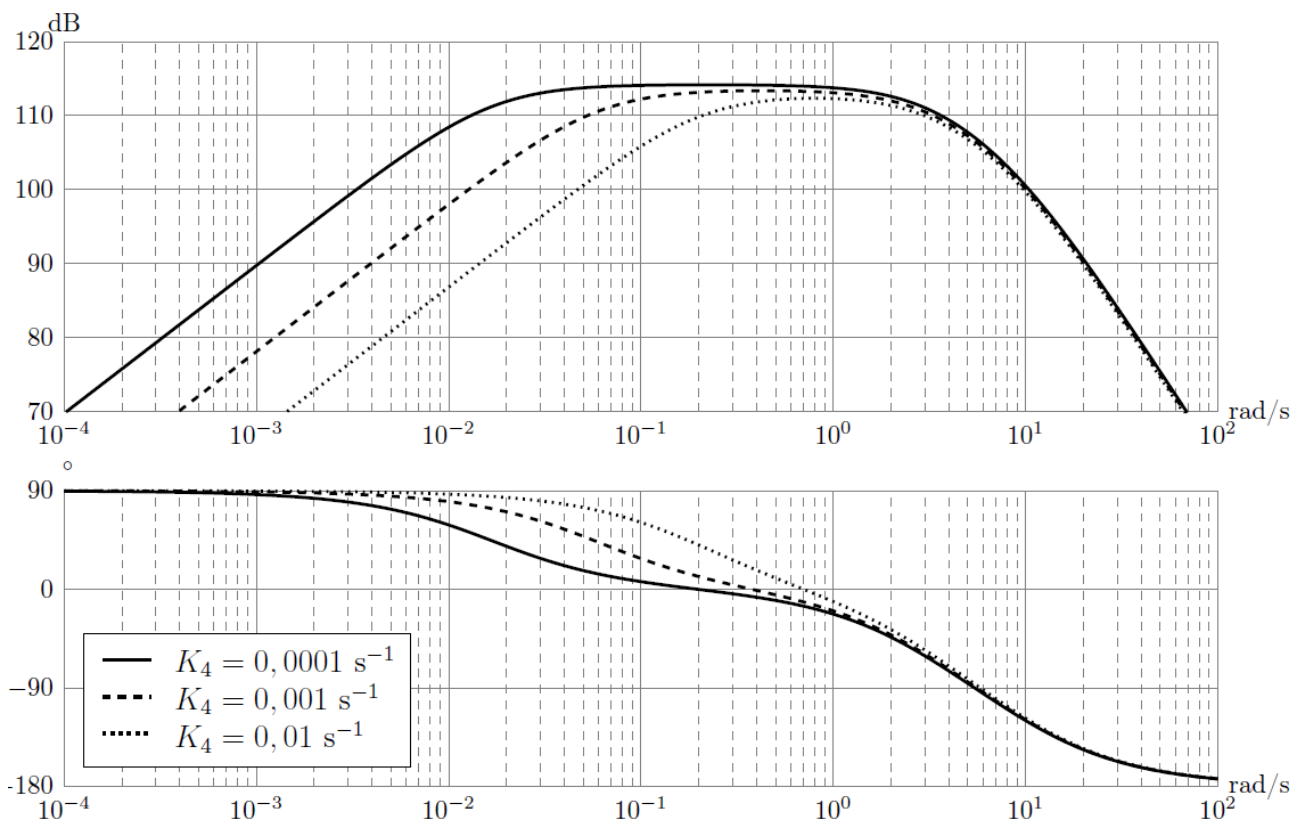
- ✓ La bobine HF (pour Haute Fréquence) pilote l'asservissement entre 0,05 Hz et 0,5 Hz. Son rôle principal est d'amortir les secousses trop brusques et d'éliminer la résonance du pendule.
- ✓ La bobine BF (pour Basse Fréquence) a été conçue pour intervenir sur les fréquences inférieures à 0,05 Hz. Elle permet de filtrer la variation journalière de température et les dérives saisonnières plus lentes.

L'asservissement mis en place est donc une régulation devant permettre d'annuler en régime permanent les effets des secousses sismiques sur le pendule, tout en étant sensible aux signaux dans une large bande de fréquences d'ondes sismiques, entre 0,01 Hz et 0,5 Hz.

Les exigences auxquelles doit répondre cet asservissement sont fournies dans le tableau suivant :

3	Acquérir les vibrations du sol martien		
3.1	Éliminer la résonance du système tout en maintenant une rapidité maximale	Résonance du système avec l'action de la bobine HF seule	aucune
		Rapidité du système avec l'action de la bobine HF seule	bande passante à -3 dB maximale
3.2	Ramener le déplacement du pendule à zéro	Précision de l'asservissement en tension	écart statique nul en réponse à un échelon d'accélération du sol
3.3	Filtrer le signal	Amplification des mouvements du sol par l'asservissement en tension	≥ 110 dB limitée à la bande [0,06 ; 3] rad.s ⁻¹
3.4	Éviter des problèmes de saturation	Amplification des mouvements du sol par l'asservissement en tension	< 120 dB pour tous les signaux mesurés

On donne, pour différentes valeurs de réglage du correcteur, le diagramme de Bode de l'asservissement en tension, $\frac{U(p)}{\gamma_{x2}(p)}$. Avec $U(p)$: alimentation des bobines.



Q2 Choisir la valeur de K_4 qui permet de vérifier au mieux les exigences 3.3 et 3.4. Donner le nom du filtre réalisé. Préciser l'intérêt de cette solution pour la mesure des séismes.