

## Vision en réalité augmentée pour hélicoptère

$$Q1. \text{Hint}(p) = \frac{\frac{k_c}{R} \cdot \frac{1}{\pi \cdot p}}{1 + \frac{k_c}{R} \cdot k_v \cdot \frac{1}{\pi \cdot p}} = \frac{k_c}{k_c \cdot k_v + R \cdot \pi \cdot p}$$

$$\begin{aligned} \text{On a ensuite: } H_{\text{fer}}(p) &= \frac{\mathcal{R}_{\text{fero}}(p)}{\mathcal{R}_{\text{ferosens}}(p)} \\ &= \frac{K_1 \cdot \text{Hint}(p)}{1 + K_1 \cdot \text{Hint}(p) \cdot H_{\text{gyro}}(p)} \\ &= \frac{\frac{K_1 \cdot k_c}{k_c \cdot k_v + R \cdot \pi \cdot p}}{1 + \frac{K_1 \cdot k_c}{k_c \cdot k_v + R \cdot \pi \cdot p} \cdot \frac{1}{1 + Z_{\text{gyro}} \cdot p}} \\ &= \frac{K_1 \cdot k_c \cdot (1 + Z_{\text{gyro}} \cdot p)}{K_1 \cdot k_c + k_v \cdot k_c + (R \cdot \pi + k_c \cdot k_v \cdot Z_{\text{gyro}}) \cdot p + R \cdot \pi \cdot Z_{\text{gyro}} \cdot p^2} \end{aligned}$$

On a donc :

$$H_{\text{fer}}(p) = \frac{K_1}{K_1 + k_v} \cdot \frac{1 + Z_{\text{gyro}} \cdot p}{1 + \frac{R \cdot \pi + k_c \cdot k_v \cdot Z_{\text{gyro}}}{(K_1 + k_v) \cdot k_c} \cdot p + \frac{R \cdot \pi \cdot Z_{\text{gyro}}}{(K_1 + k_v) \cdot k_c} \cdot p^2}$$

Q2. • L'erreur statique sera:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_s &= \lim_{t \rightarrow \infty} w_{\text{fero}}(t) - w_{\text{fero}}(t) \\ &= \omega_0 - K_{BF} \cdot \omega_0 \end{aligned}$$

Amplitude échelon entrée :  $\omega_0 = 1 \text{ rad/s}$

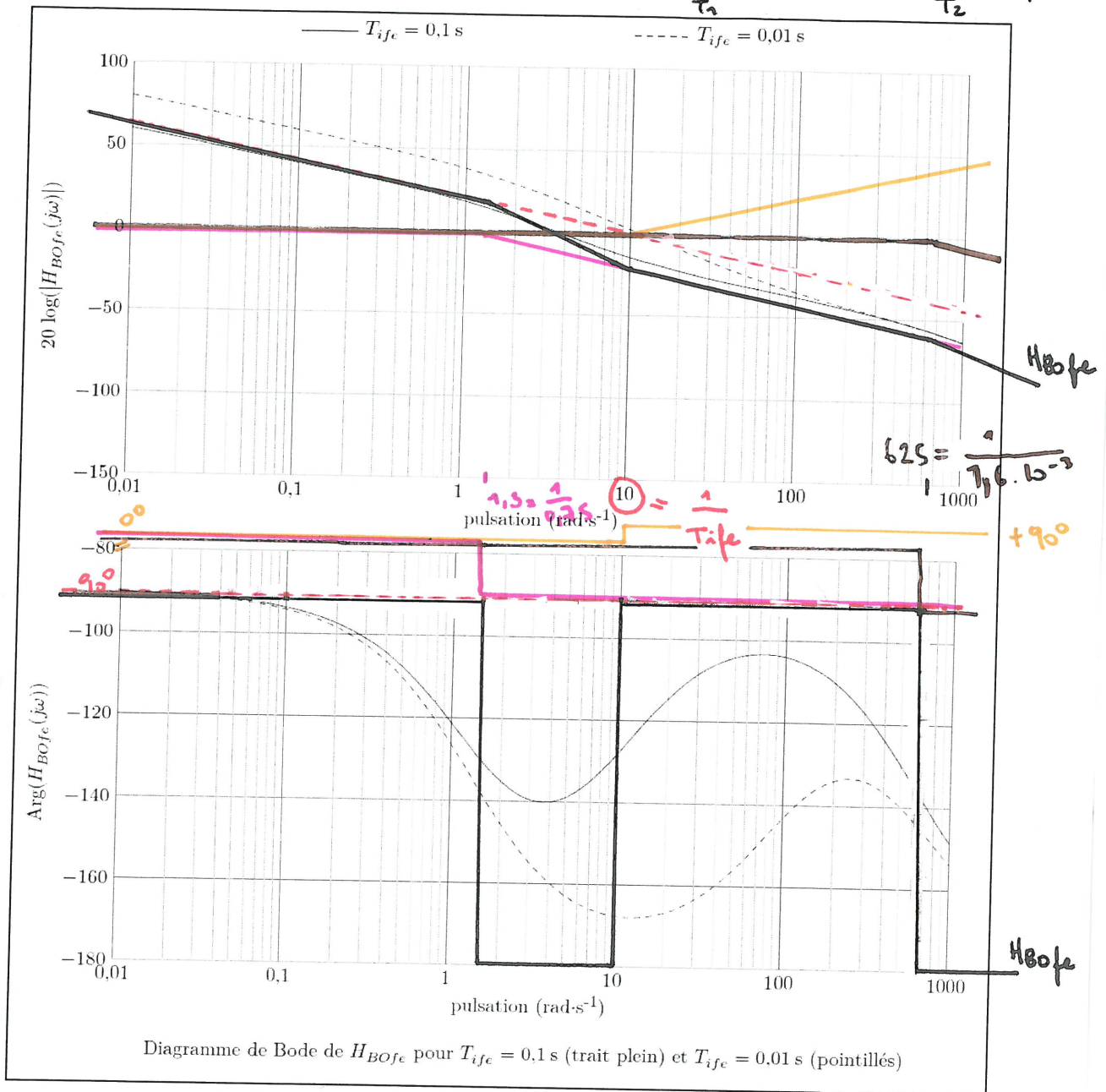
↳ Gain statique de la FTBF :  $K_{BF} \approx 0,5$

$$\mathcal{E}_s = (1 - K_{BF}) \cdot \omega_0 \approx 0,5 \text{ rad/s}$$

• J'identifie:  $\omega_0 \approx 41 \text{ rad/s}$  et  $\xi \approx 7,5$  donc  
 $t_{\text{rédit}} = t_{r50\%} \cdot \omega_0 \approx 43$  donc  $t_{r50\%} \approx 1,05 \text{ s}$

On a  $t_{r50\%} \gg 40 \text{ ms}$  et  $\mathcal{E}_s \neq 0$  donc les performances de rapidité et de précision ne sont pas respectées.

$$Q3. H_{Bofe}(p) = K_{pfe} \cdot \frac{(1 + T_{ife} \cdot p)}{T_{ife} \cdot p} \cdot \left[ \frac{1}{1 + \frac{0,75 \cdot p}{T_1}} \right] \cdot \left[ \frac{1}{1 + \frac{1,6 \cdot 10^{-3} \cdot p}{T_2}} \right]$$



Q4. On note  $T_2 = 1,6 \cdot 10^{-3}$  s. On fait l'hypothèse que:

$$\log(\omega_{max}) = \frac{1}{2} \cdot \left( \log\left(\frac{1}{T_{ife}}\right) + \log\left(\frac{1}{T_2}\right) \right)$$

$$\text{donc } \omega_{max} = \frac{1}{\sqrt{T_{ife} \cdot T_2}}$$

On veut ensuite  $\arg(H_{Bofe}(j \cdot \omega_{max})) = -120^\circ$ , c'est-à-dire:

$$-90^\circ + \arctan(T_{ife} \cdot \omega_{max}) - \arctan(T_1 \cdot \omega_{max}) - \arctan(T_2 \cdot \omega_{max}) = -120^\circ$$

En substituant:

$$-90^\circ + \arctan \left[ T_{ife} \cdot \frac{1}{\sqrt{T_{ife} \cdot T_2}} \right] - \arctan \left[ \frac{T_1}{\sqrt{T_{ife} \cdot T_2}} \right] - \arctan \left[ \sqrt{\frac{T_2}{T_{ife}}} \right] = -120^\circ$$

On cherche donc  $T_{ife}$  tel que  $f(T_{ife}) = -120^\circ$ . On obtient donc (avec le trace fourni):  $T_{ife} \approx 0,022 \text{ s}$

Q5. On cherche maintenant  $K_{pfe}$  tel que  $|H_{Bofe}(j \cdot \omega_{max})| = 1$ .

Avec:

$$|H_{Bofe}(j \cdot \omega)| = K_{pfe} \cdot \frac{\sqrt{1 + T_{ife}^2 \cdot \omega^2}}{T_{ife} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + T_1^2 \cdot \omega^2} \cdot \sqrt{1 + T_2^2 \cdot \omega^2}}$$

On choisit donc:

$$K_{pfe} = \frac{T_{ife} \cdot \omega_{max} \cdot \sqrt{1 + T_1^2 \cdot \omega_{max}^2} \cdot \sqrt{1 + T_2^2 \cdot \omega_{max}^2}}{\sqrt{1 + T_{ife}^2 \cdot \omega_{max}^2}}$$

$$\omega_{max} \approx 169 \text{ rd/s} \quad \text{et} \quad K_{pfe} \approx 126 \text{ m/rad}$$

Q6. Le moteur a saturé pendant environ 25 s.

. Cette saturation rend l'asservissement moins "nerveux". Le

temps de montée est plus faible avec la saturation. Cela limite également le dépassement ce qui permet, au final, d'avoir un temps de réponse à 5% plus faible.