

Ingénierie Electronique pour le Traitement de l'Information

Approche Système

Devenir ingénieur · e

Julien VILLEMEJANE



Paris-Saclay



Saint-Étienne



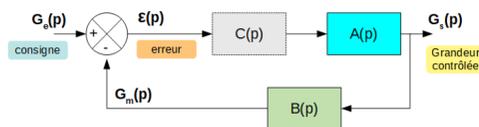
Bordeaux

- Au semestre 6...**

2 approches complémentaires

Approche Système

Approche Projet



Commander

Piloter

Asservir

Générer



lense.institutoptique.fr

Réalisations

PIMS – Réalisations des élèves

1A – Réalisations des élèves



Projets par équipe

de 4 étudiant.e.s / 8 séances
pour concevoir, réaliser et valider



Paris-Saclay



Saint-Étienne



Bordeaux

- **Cours et Travaux Dirigés (S6)**

Responsable : **Julien VILLEMEJANE**

CM3 / Introduction aux systèmes asservis

TD 09 / Modéliser et corriger un système

TD 10 / Modéliser un montage transimpédance

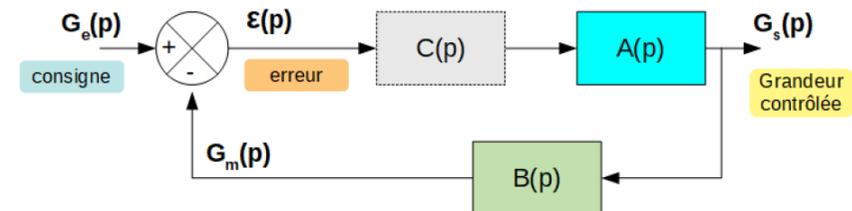
TD 11 / Asservir un système (ordre 1)

TD 12 / Asservir un système (ordre 2)

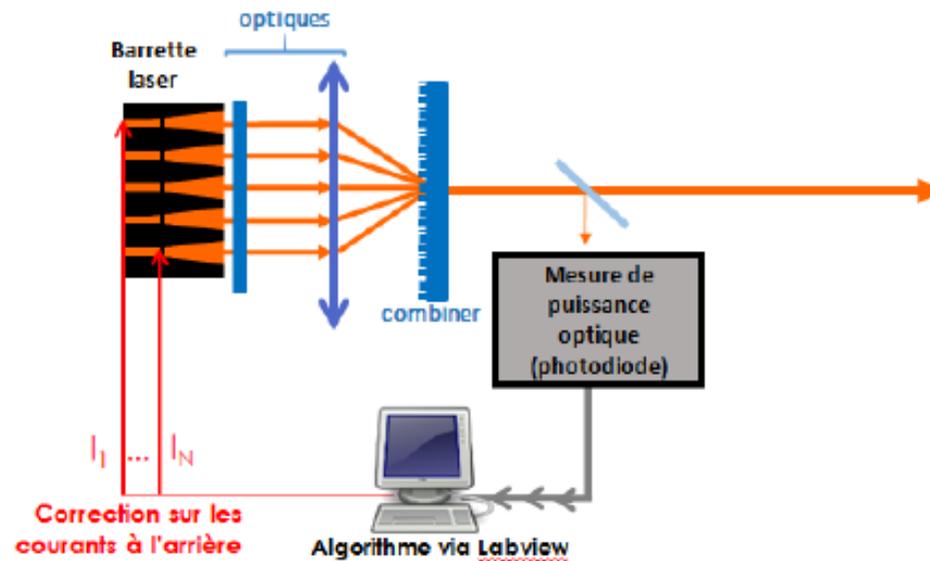
TD 13 / Mettre en mouvement

TD 14 / Générer un signal périodique

Approche Système



- **Système : quelques exemples**



Combinaison cohérente de diodes laser de puissance

Guillaume Schimmel – Gaëlle Lucas-Leclin / LCF



Industrie 4.0 / IoT

Blog.agilea.fr

Navya Arma / Véhicule électrique autonome



Paris-Saclay



Saint-Étienne



Bordeaux

- **Système : définition et modélisation**

Appareillage, dispositif formé de divers éléments et assurant une fonction déterminée : Un système de fermeture. Système optique.

Larousse

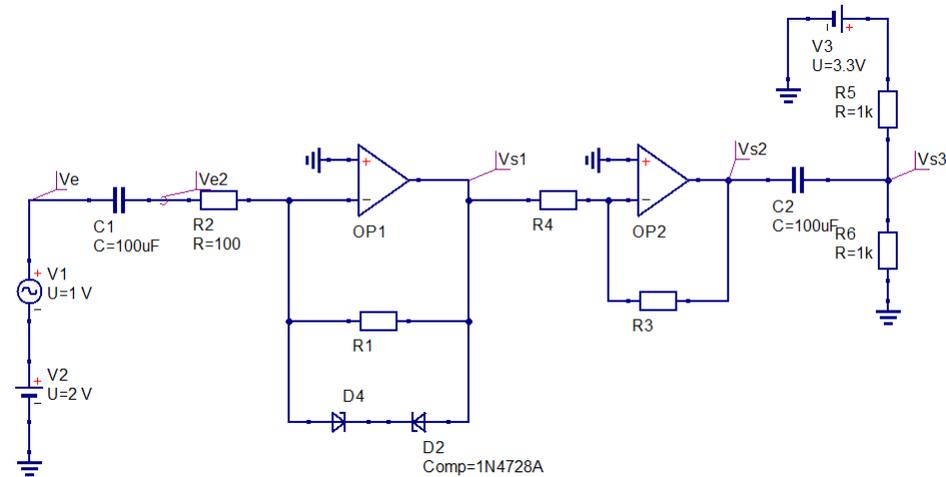
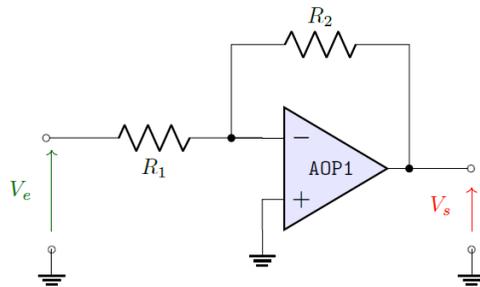
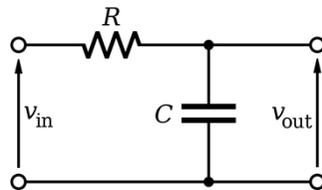


- **Système : définition et modélisation**

Appareillage, dispositif formé de divers éléments et assurant une fonction déterminée : Un système de fermeture. Système optique.



- **Système : quelques exemples de systèmes électroniques**

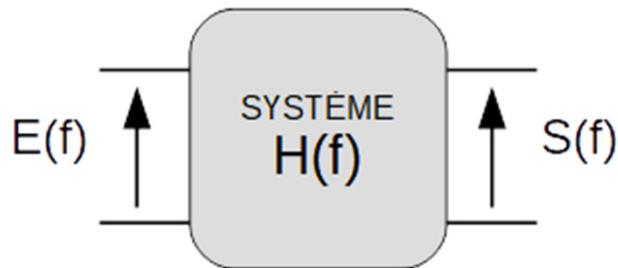


Que cherche-t-on ?

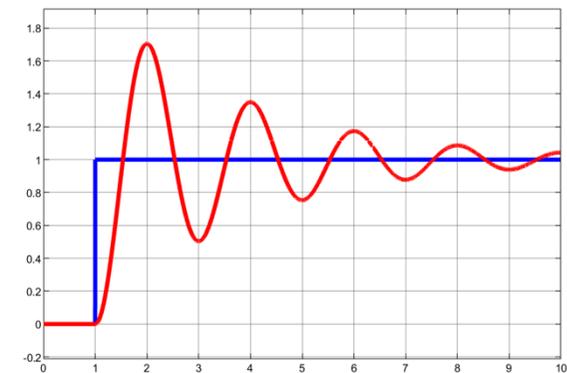
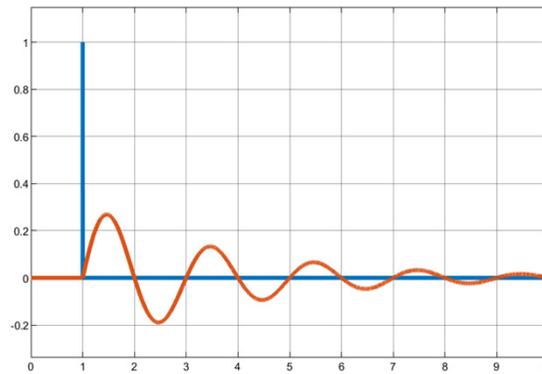
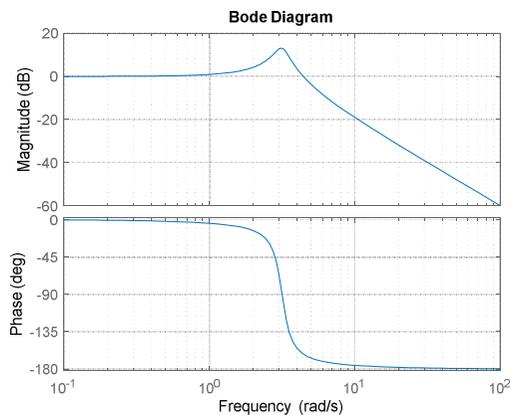
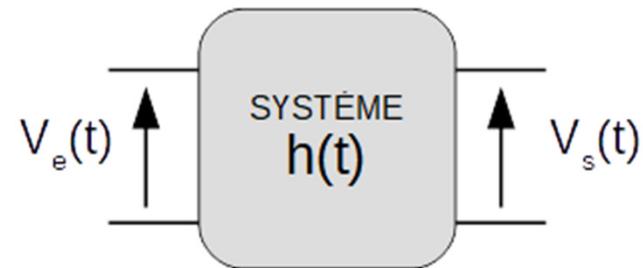


- **Système : lien entre entrées et sorties**

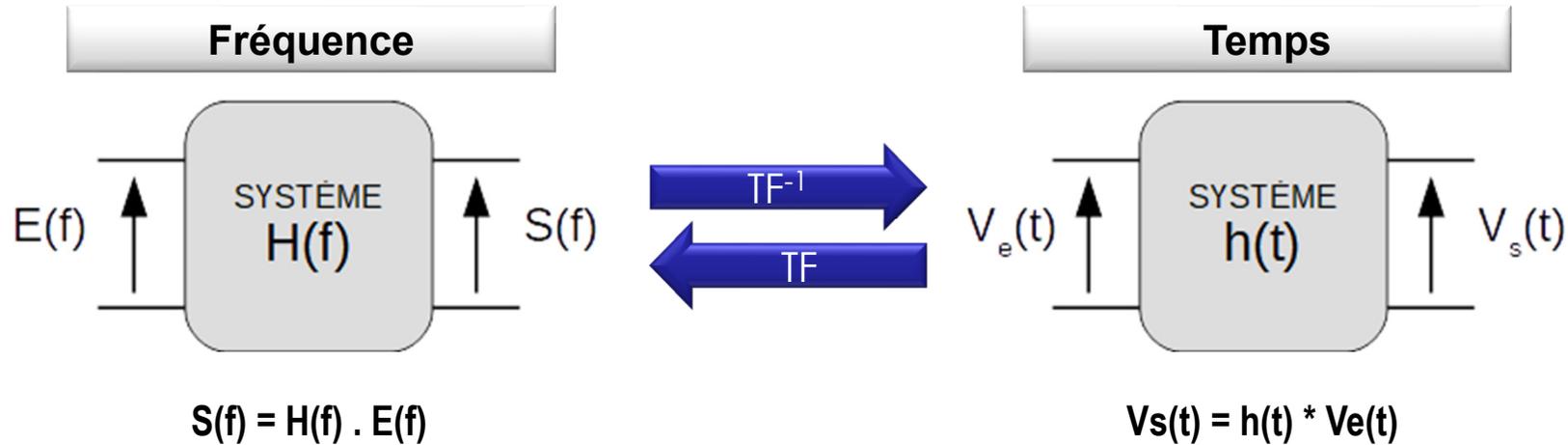
Fréquence



Temps

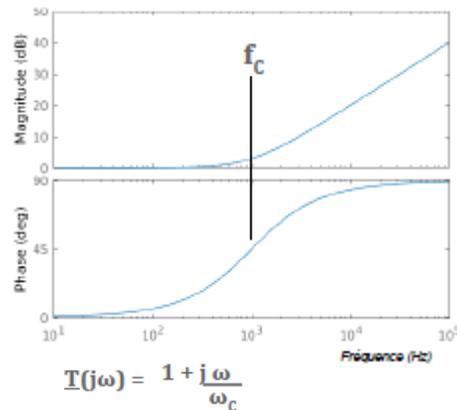
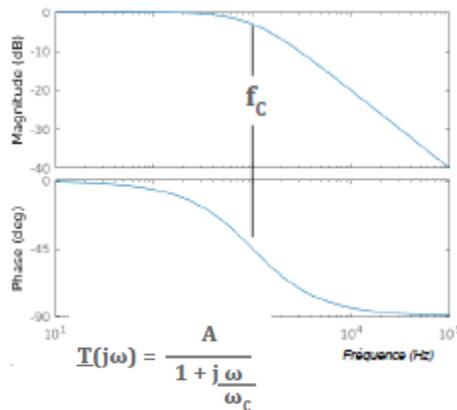


- **Système : lien entre entrées et sorties**



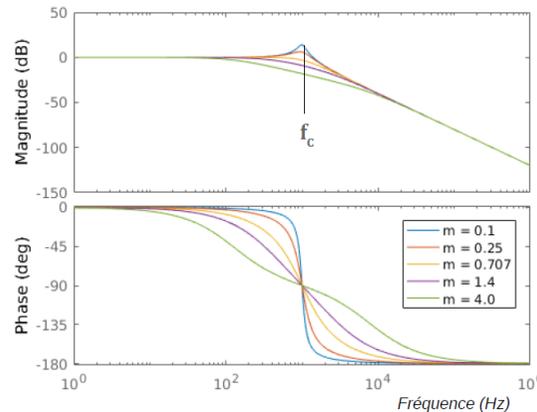
• Systèmes et classification

Ordre 1

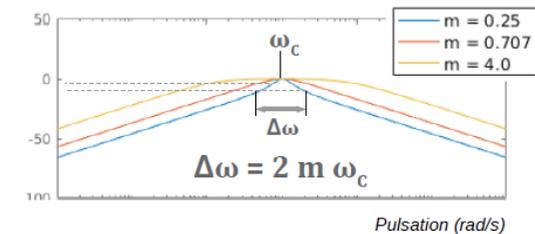


Ordre 2

$$T_{LP}(j\omega) = \frac{A}{1 + 2 \cdot m \cdot j\frac{\omega}{\omega_c} + (j\frac{\omega}{\omega_c})^2}$$



$$T_{BP}(j\omega) = \frac{A \cdot 2 \cdot m \cdot j\frac{\omega}{\omega_c}}{1 + 2 \cdot m \cdot j\frac{\omega}{\omega_c} + (j\frac{\omega}{\omega_c})^2}$$



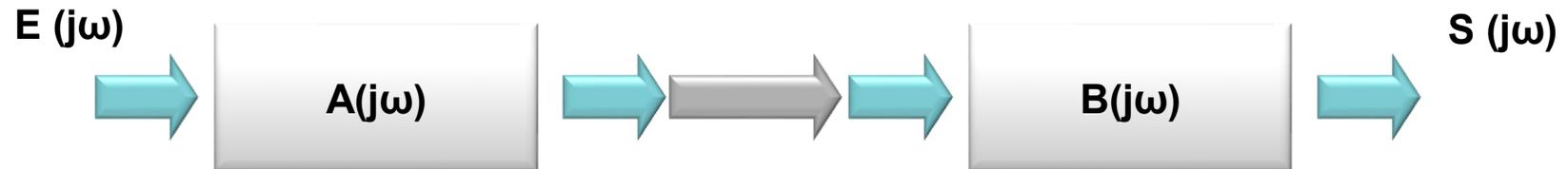
+ passe-haut

Quel intérêt de les classer ?

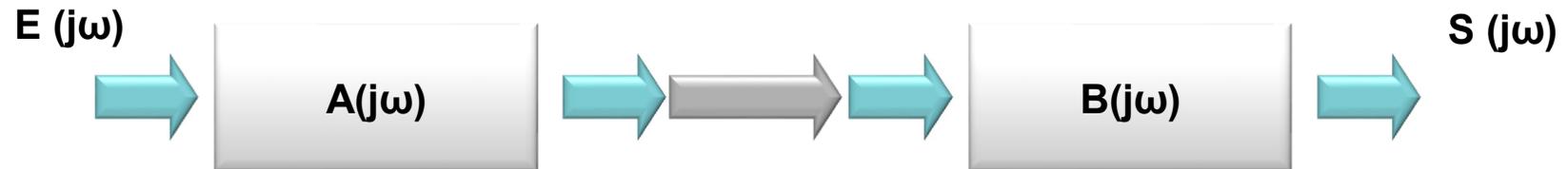
Pourquoi des réponses en dB ?



- **Systemes : mise en cascade**



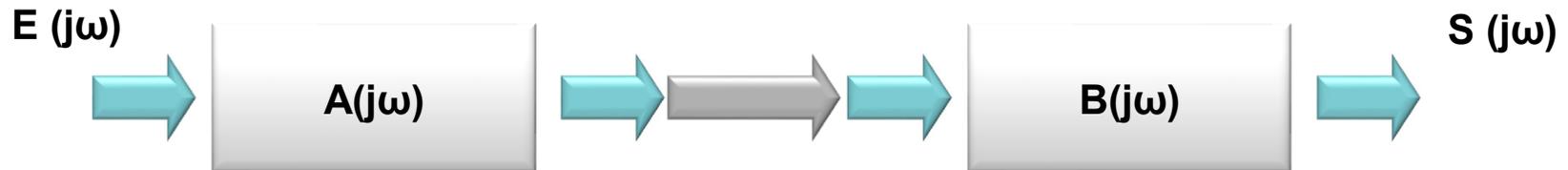
- **Systemes : mise en cascade**



$$S(j\omega) = A(j\omega) \cdot B(j\omega) \cdot E(j\omega)$$



- **Systemes : mise en cascade**



$$S(j\omega) = A(j\omega) \cdot B(j\omega) \cdot E(j\omega)$$



$$T_{dB}(j\omega) = A_{dB}(j\omega) + B_{dB}(j\omega)$$



- **Systèmes : mise en cascade / exemple**

$$\underline{T}(j\omega) = K \cdot \frac{1 + j \omega / \omega_{c1}}{1 + j \omega / \omega_{c2}}$$



- **Systèmes : mise en cascade / exemple**

$$\underline{T}(j\omega) = K \cdot \frac{1 + j\omega/\omega_{c1}}{1 + j\omega/\omega_{c2}}$$



$$T_{dB} = 20 \cdot \log(|\underline{T}(j\omega)|)$$

$$= 20 \cdot \log(|1 + j\omega / \omega_{c1}|)$$

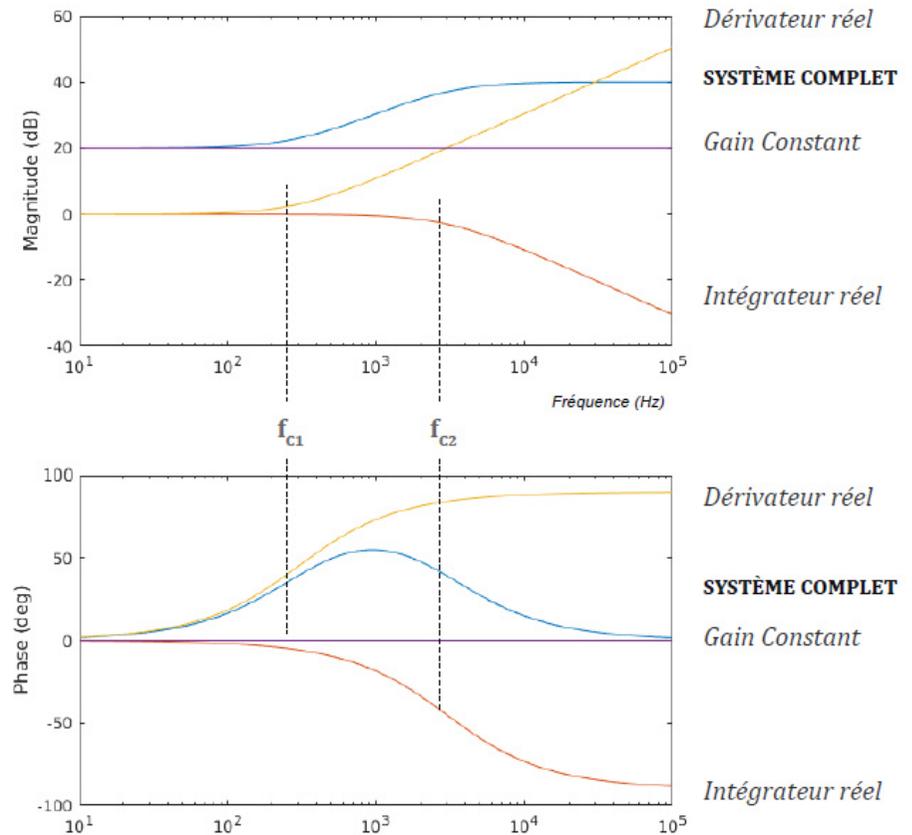
Modèle Dérivateur réel

$$+ 20 \cdot \log(1 / |1 + j\omega / \omega_{c2}|)$$

Modèle Intégrateur réel

$$+ 20 \cdot \log(|K|)$$

Gain Constant



Paris-Saclay



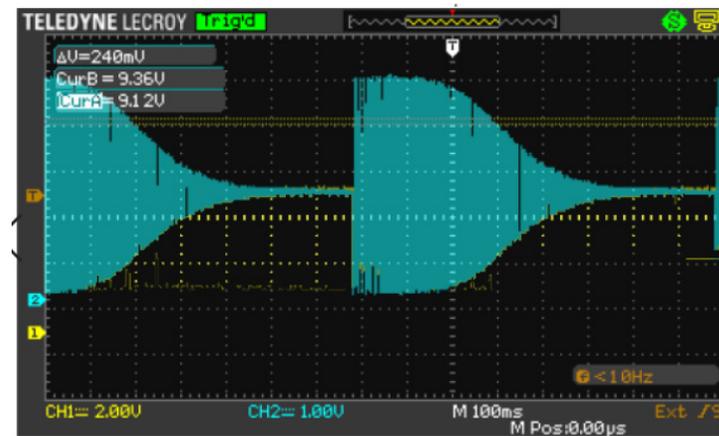
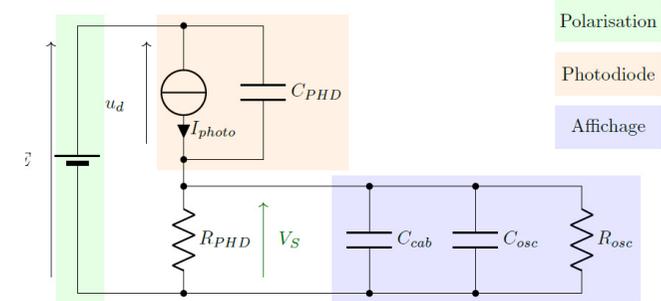
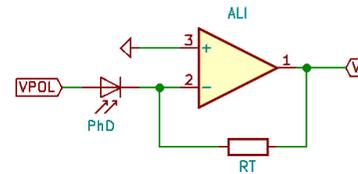
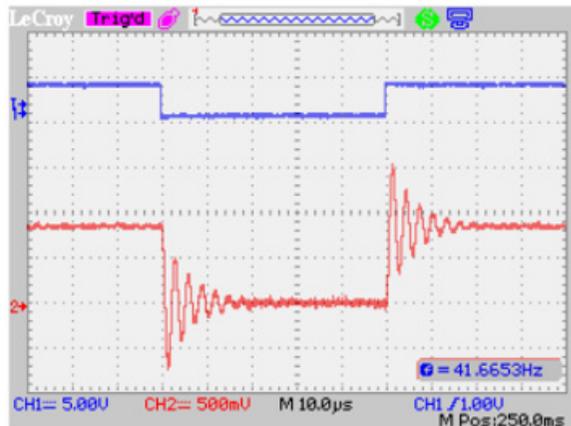
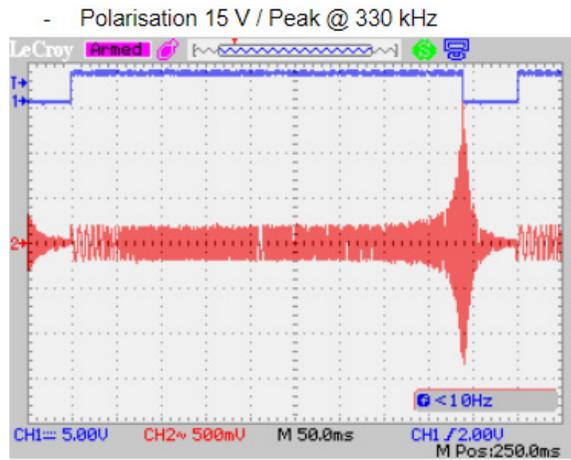
Saint-Étienne



Bordeaux

- **Systemes : modélisation**

Ingénierie Electronique pour le Traitement de l'Information



Paris-Saclay

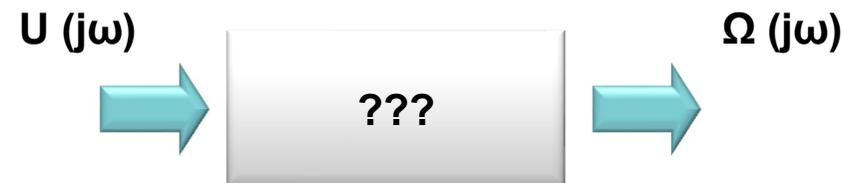
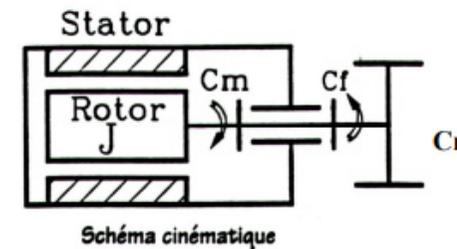
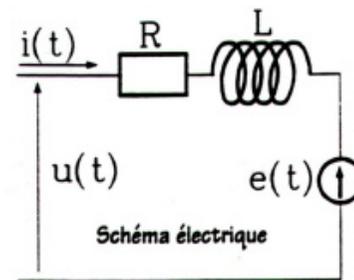


Saint-Étienne

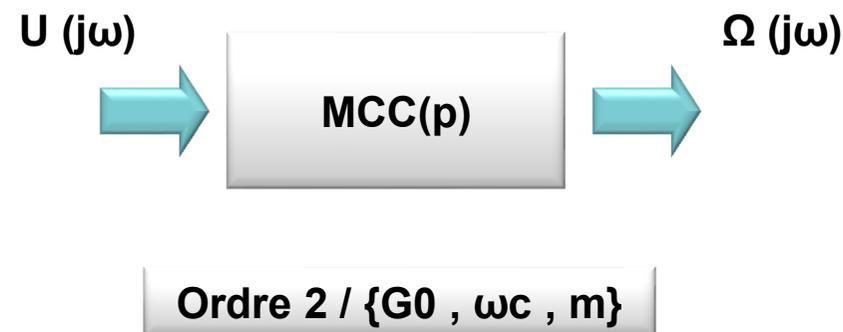
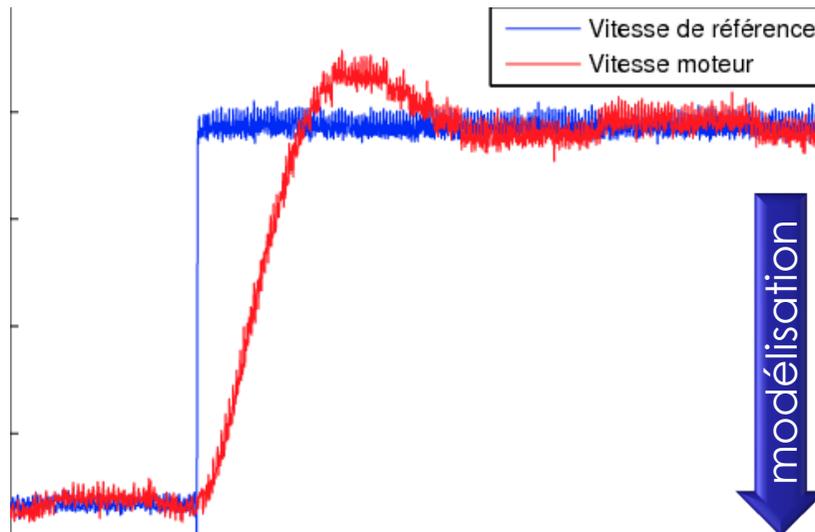


Bordeaux

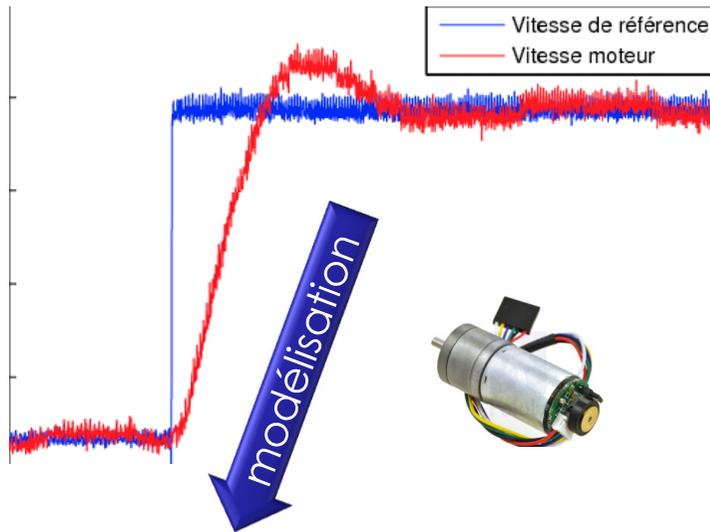
- **Systèmes : modélisation et pilotage**



- **Systèmes : modélisation et pilotage**



- **Systèmes : modélisation et pilotage**

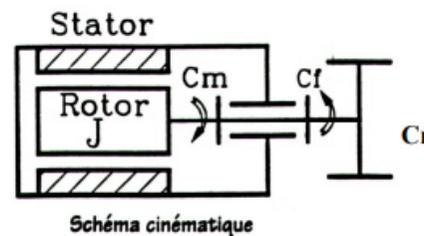
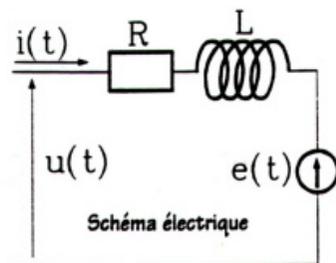


Moteur à courant continu

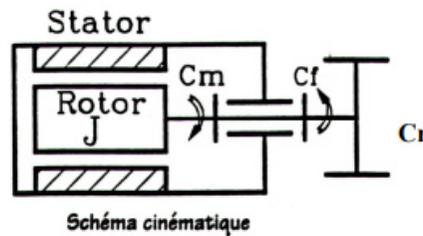
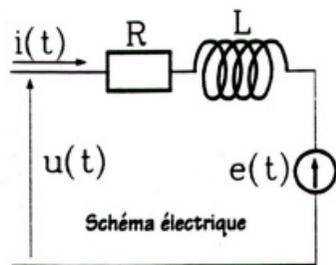
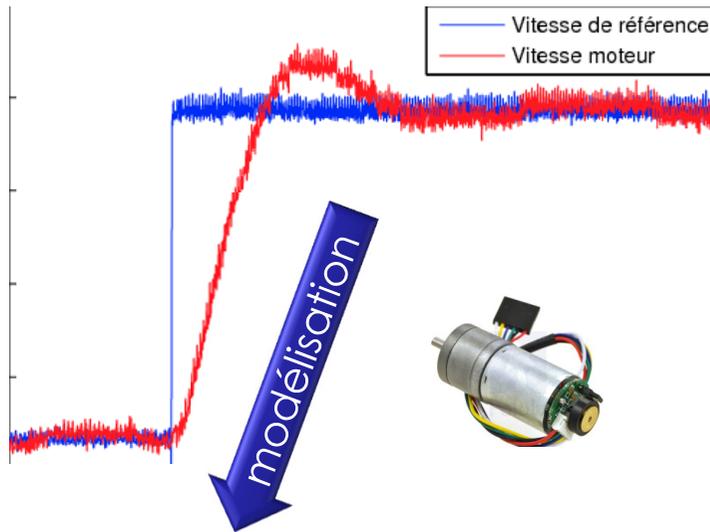
$$C_m = K \cdot I \quad E = K \cdot \Omega$$

Principe fondamental de la dynamique

$$C_m - C_R - f \cdot \Omega = J \cdot p \cdot \Omega$$



• Systèmes : modélisation et pilotage



Moteur à courant continu

$$C_m = K \cdot I \quad E = K \cdot \Omega$$

Principe fondamental de la dynamique

$$C_m - C_R - f \cdot \Omega = J \cdot p \cdot \Omega$$

$$H(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{K}{(J \cdot p + f) \cdot (R + L \cdot p) + K^2}$$

Modèle simplifié

$$H(p) = \frac{K_0}{(1 + \tau_m \cdot p) \cdot (1 + \tau_e \cdot p)}$$



Ingénierie Electronique pour le Traitement de l'Information

Asservissement

Devenir ingénieur·e

Julien VILLEMEJANE



Paris-Saclay

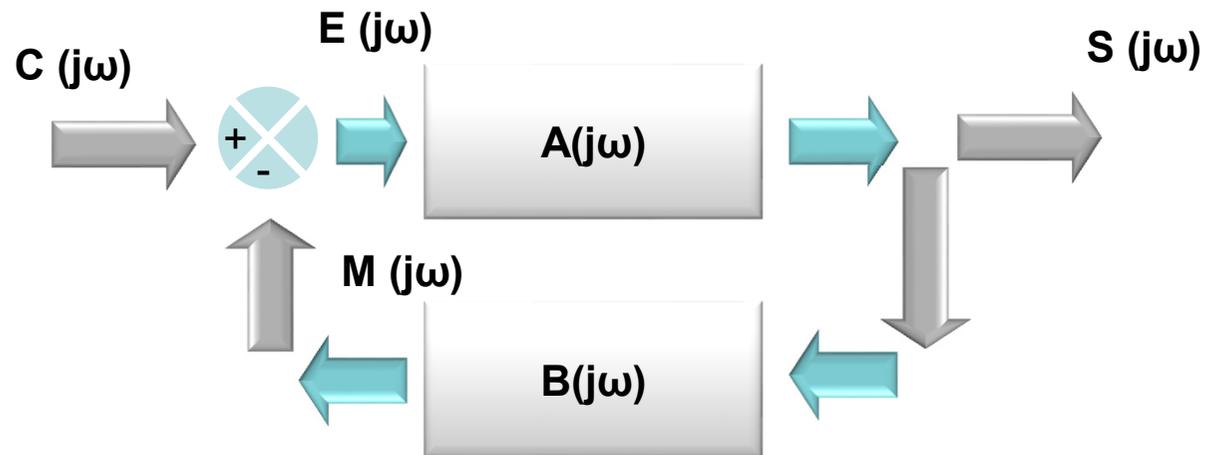


Saint-Étienne

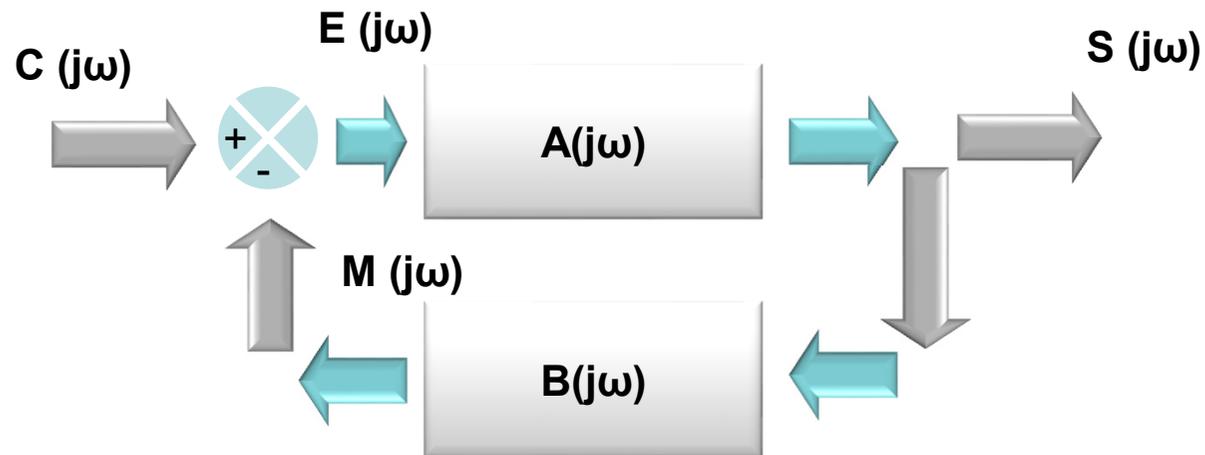


Bordeaux

- **Systèmes : rebouclage**



- **Systemes : rebouclage**



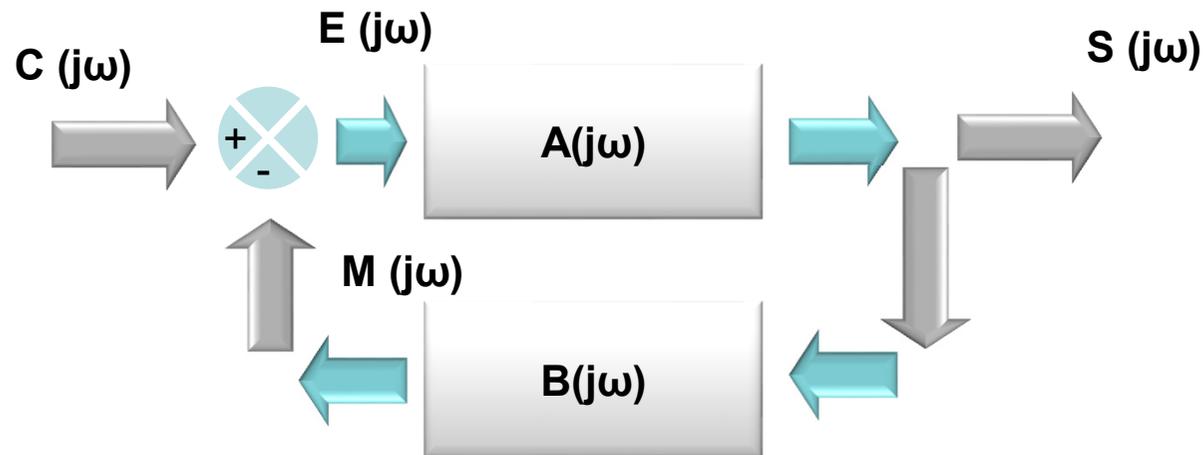
$$S(j\omega) = A(j\omega) \cdot E(j\omega)$$

$$E(j\omega) = C(j\omega) - M(j\omega)$$

$$M(j\omega) = B(j\omega) \cdot S(j\omega)$$



- **Systemes : rebouclage**



$$S(j\omega) = A(j\omega) \cdot E(j\omega)$$

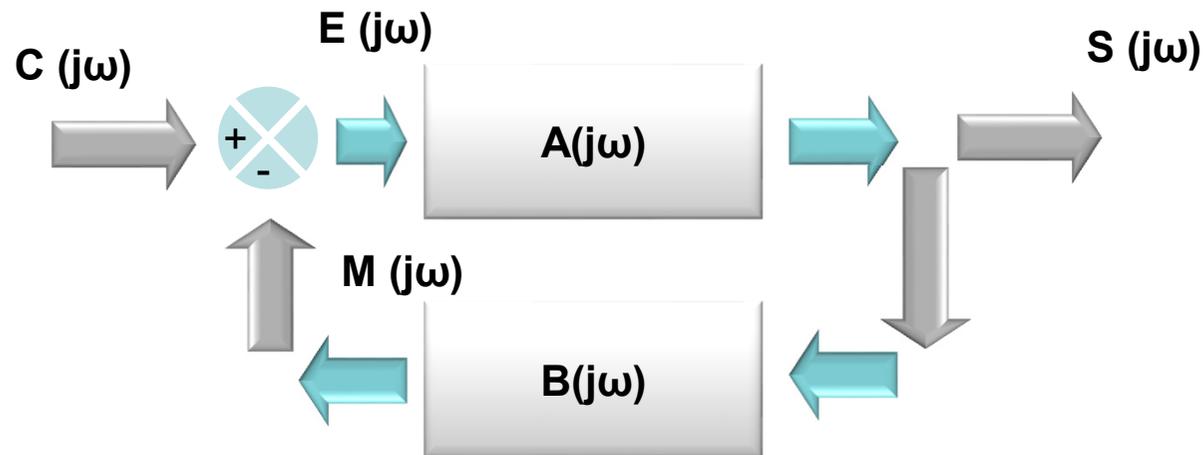
$$E(j\omega) = C(j\omega) - M(j\omega)$$

$$M(j\omega) = B(j\omega) \cdot S(j\omega)$$

$$\frac{S(j\omega)}{C(j\omega)} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B(j\omega)}$$



- **Systemes : rebouclage**



$$S(j\omega) = A(j\omega) \cdot E(j\omega)$$

$$E(j\omega) = C(j\omega) - M(j\omega)$$

$$M(j\omega) = B(j\omega) \cdot S(j\omega)$$

$$\frac{S(j\omega)}{C(j\omega)} = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B(j\omega)}$$

Pourquoi asservir ?



- **Systemes : asservissement**



Paris-Saclay



Saint-Étienne



Bordeaux

- **Systèmes : asservissement**



Lemasdeclunis.fr

Pain = $f(\text{épaisseur, forme...})$

Puissance = cte

Temps = à faire varier

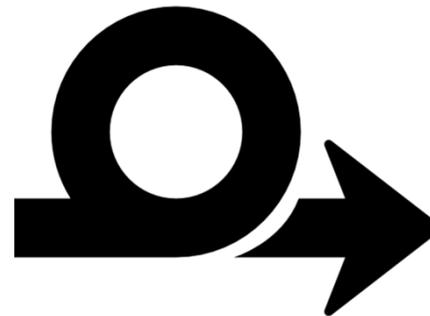


- **Systèmes : asservissement**



Lemasdeclunis.fr

Temps OK



Topsante.com

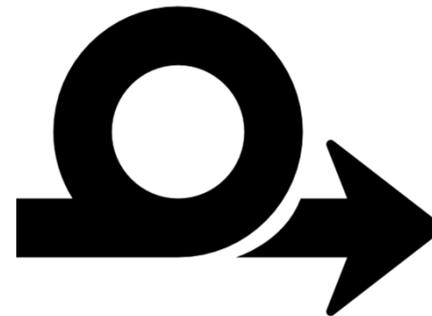


- **Systèmes : asservissement**



Lemasdeclunis.fr

Temps OK

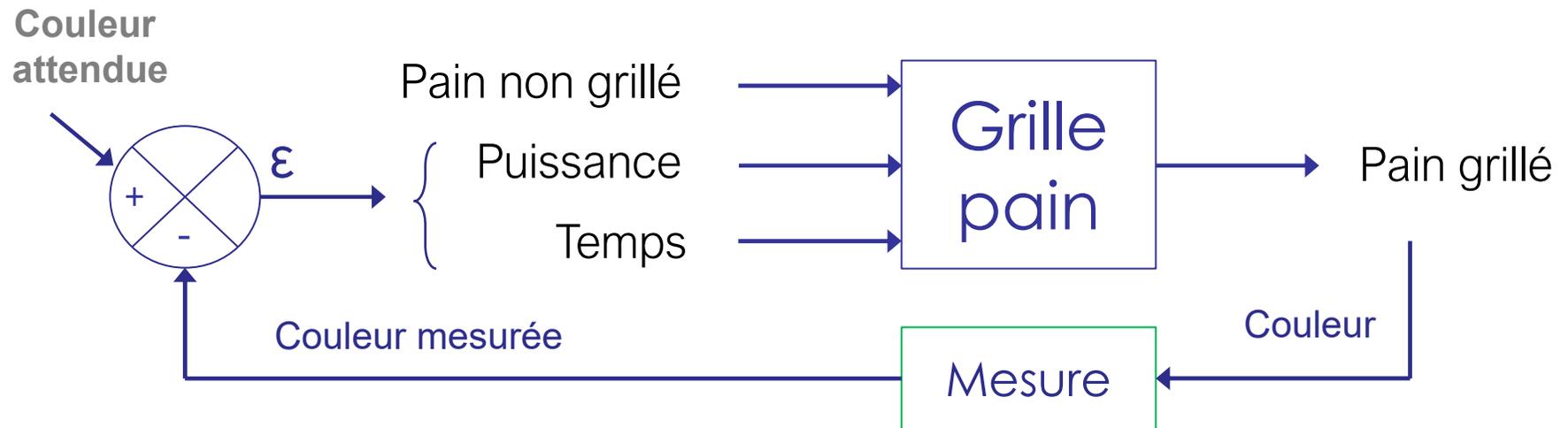


Topsante.com

Et si on change certains paramètres ?



- **Systèmes : asservissement**



- **Systemes : asservissement**

Voiture :	vitesse de rotation du moteur en lien avec vitesse d'avance
Ascenseur :	vitesse de montée/descente position
Laser :	puissance de sortie
Lunette astro :	rotations horizontale et verticale

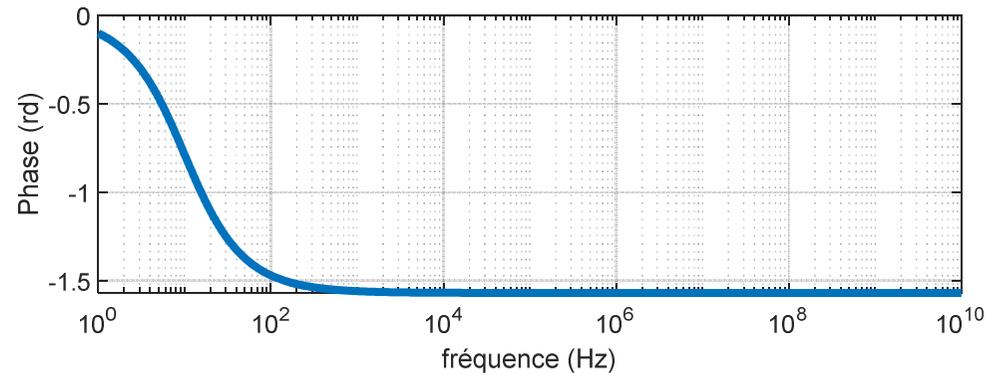
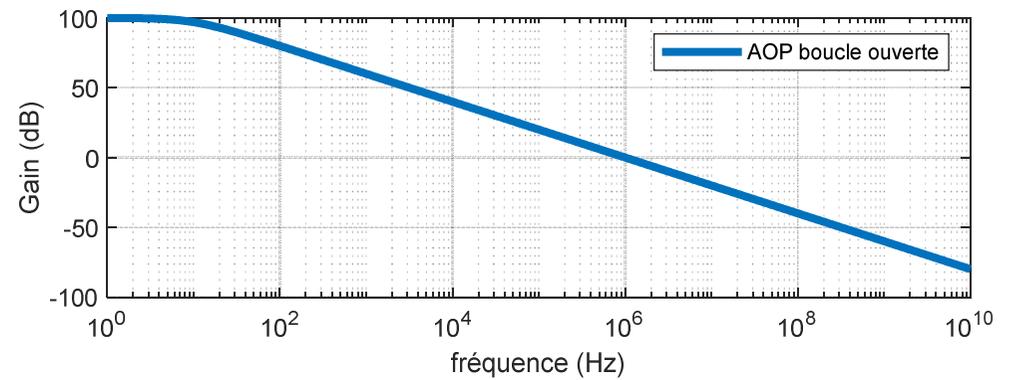
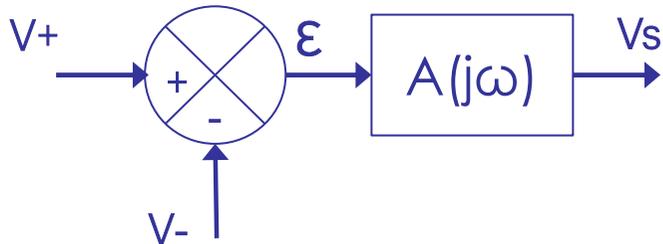


• **Systèmes : asservissement d'un système du premier ordre**

Cas d'un ALI

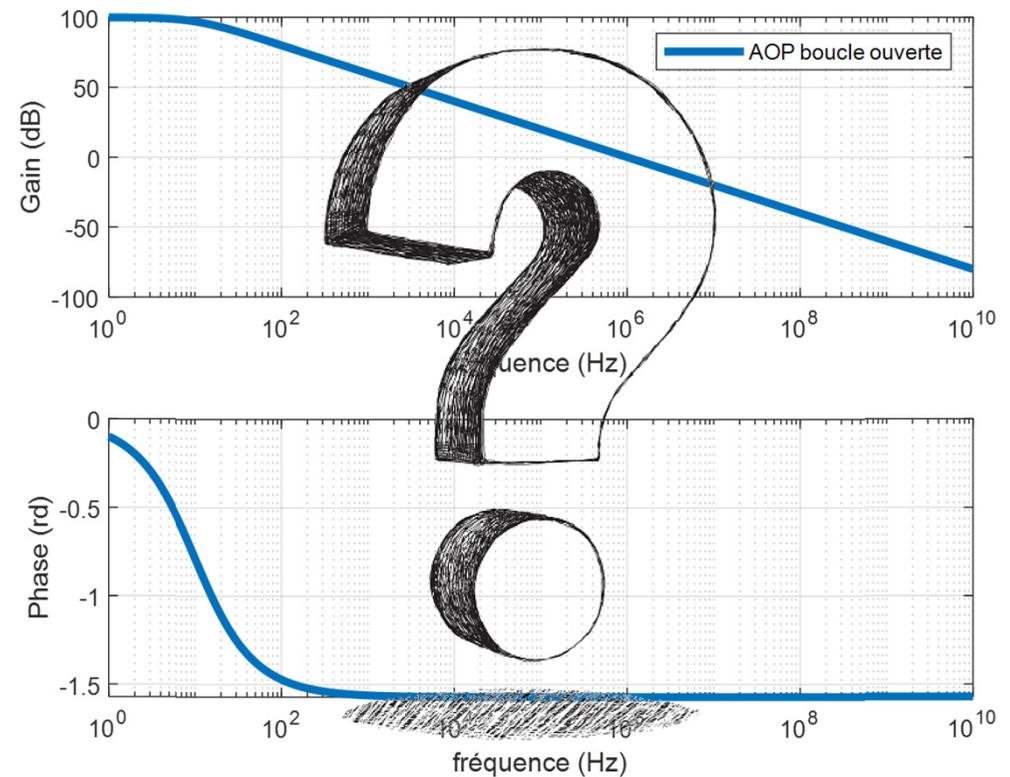
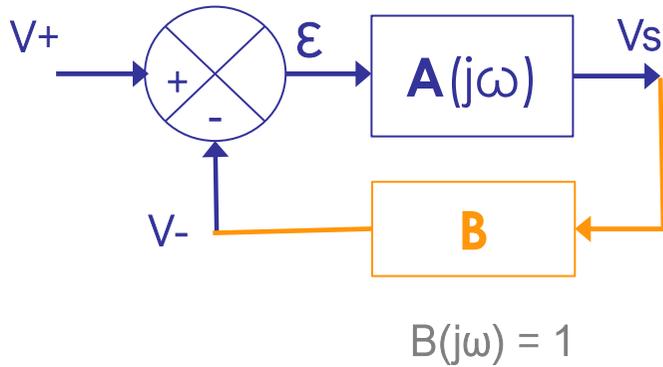
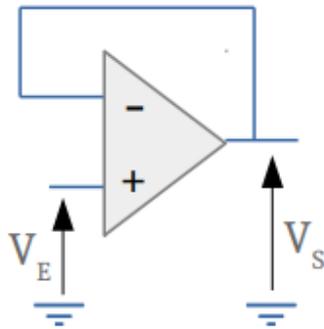
$$V_s = A(j\omega) \cdot (V_+ - V_-)$$

avec $A_{MAX} > 10^5$
GBW = cte



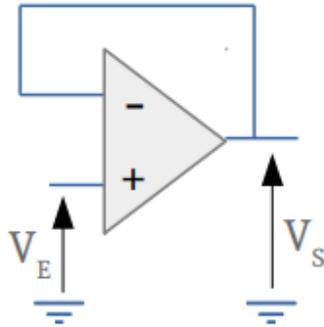
- **Systèmes : asservissement d'un système du premier ordre**

Cas d'un ALI

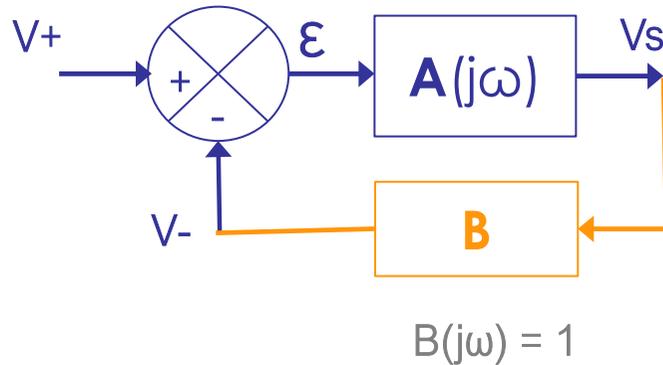


- **Systèmes : asservissement d'un système du premier ordre**

Cas d'un ALI



$$V_s = A(j\omega) \cdot (V_e - B(j\omega) V_s)$$

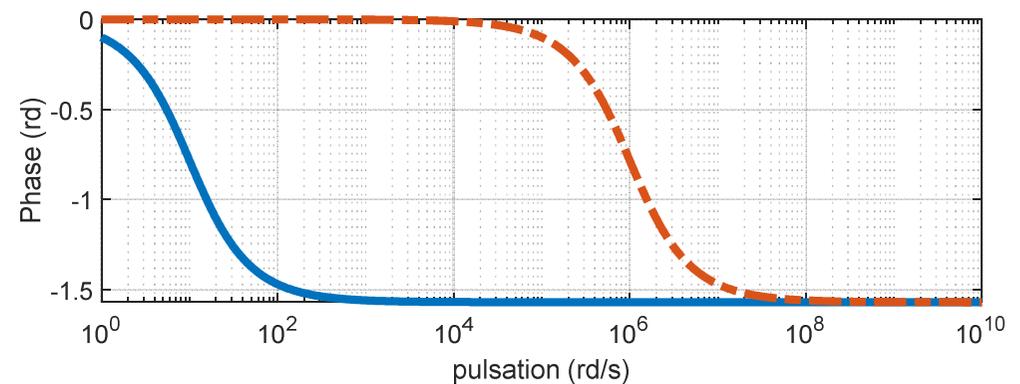
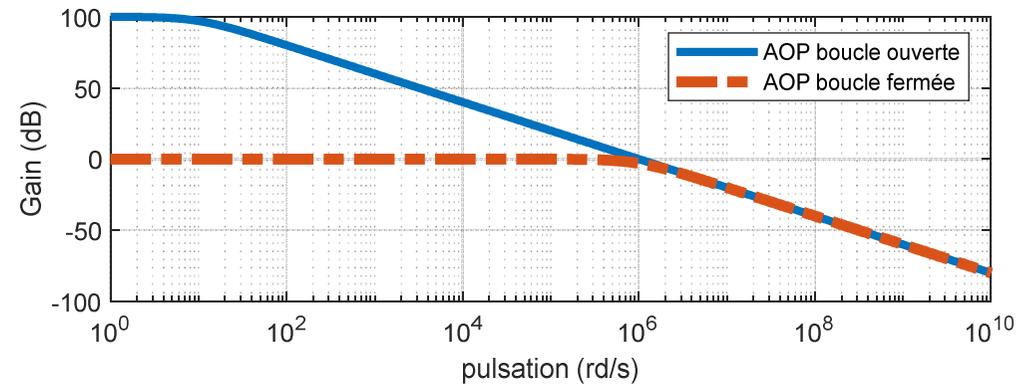
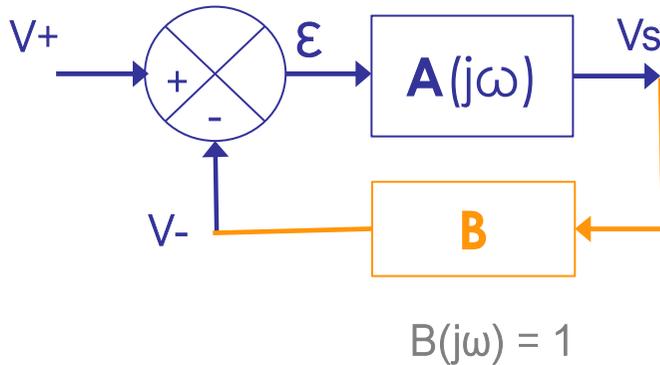
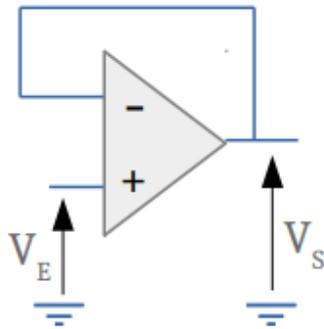


$$V_s/V_e = \frac{A(j\omega)}{1 + A(j\omega) \cdot B(j\omega)}$$

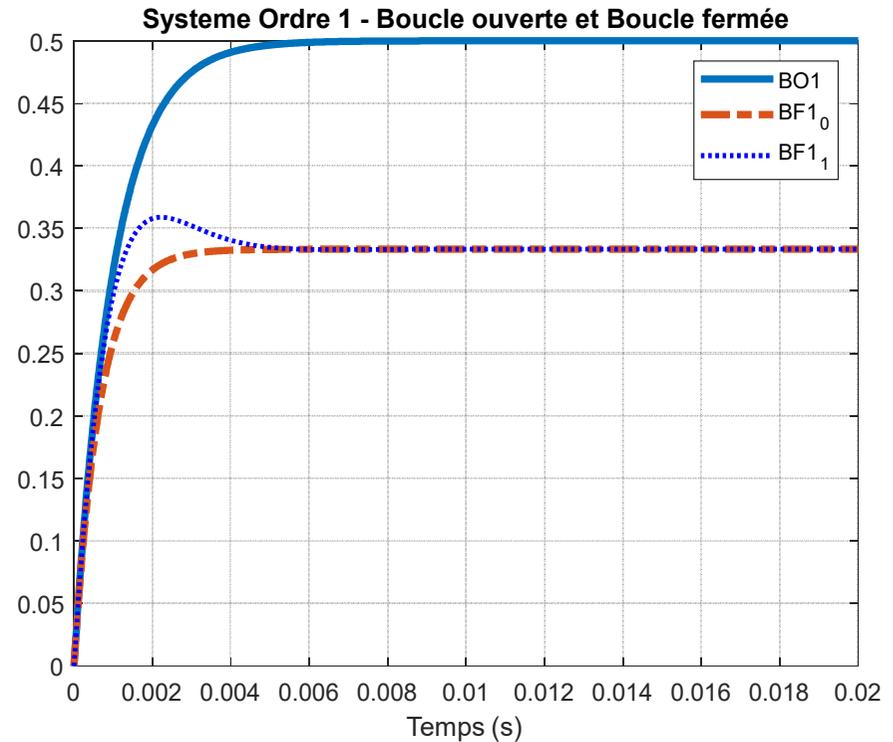
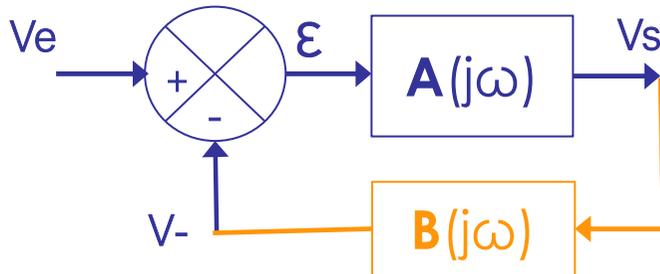


- **Systèmes : asservissement d'un système du premier ordre**

Cas d'un ALI



- **Systèmes : asservissement d'un système du premier ordre**



Paris-Saclay



Saint-Étienne



Bordeaux

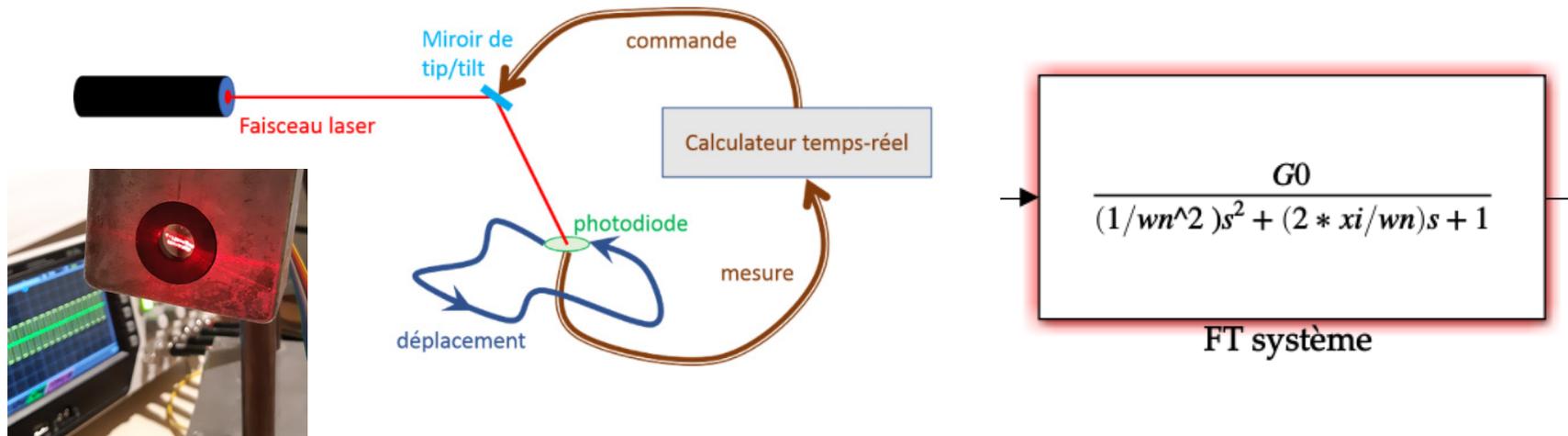
- **Systèmes : asservissement d'un système du second ordre**

Moteur à courant continu



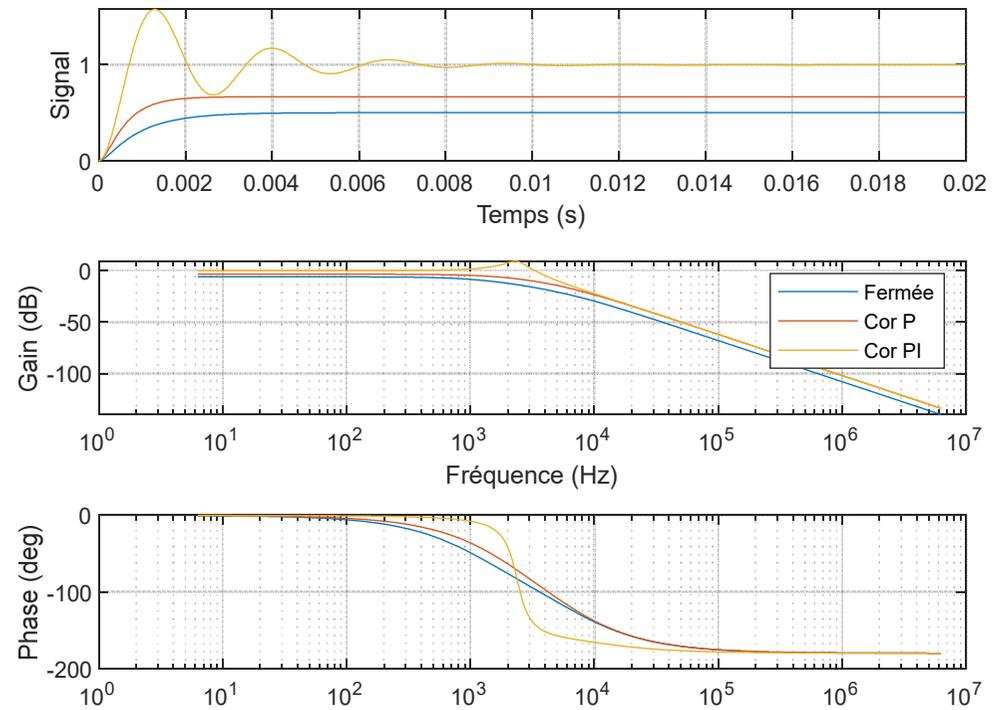
$$H(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{K}{(J \cdot p + f) \cdot (R + L \cdot p) + K^2}$$

Asservissement 2D en position d'un laser



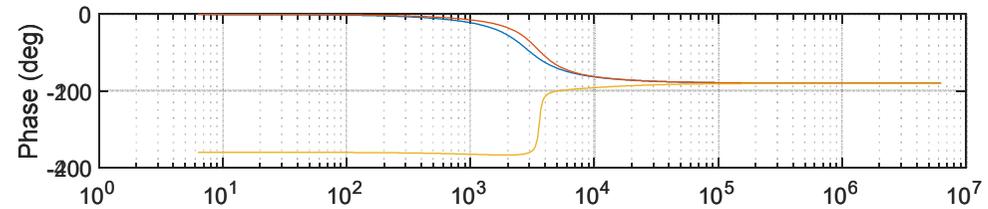
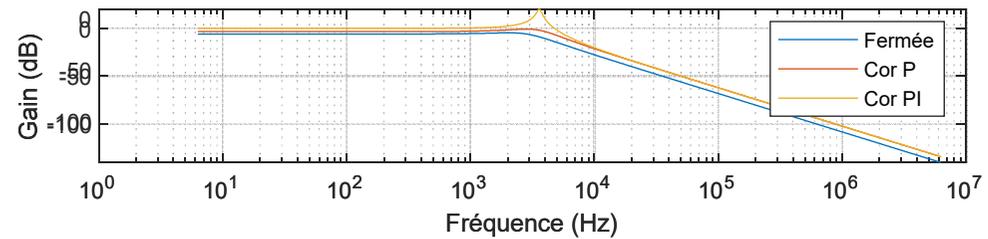
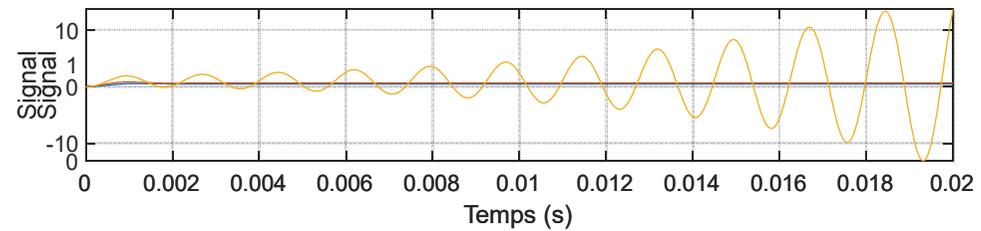
- **Systèmes : asservissement d'un système du second ordre**

Cas stable

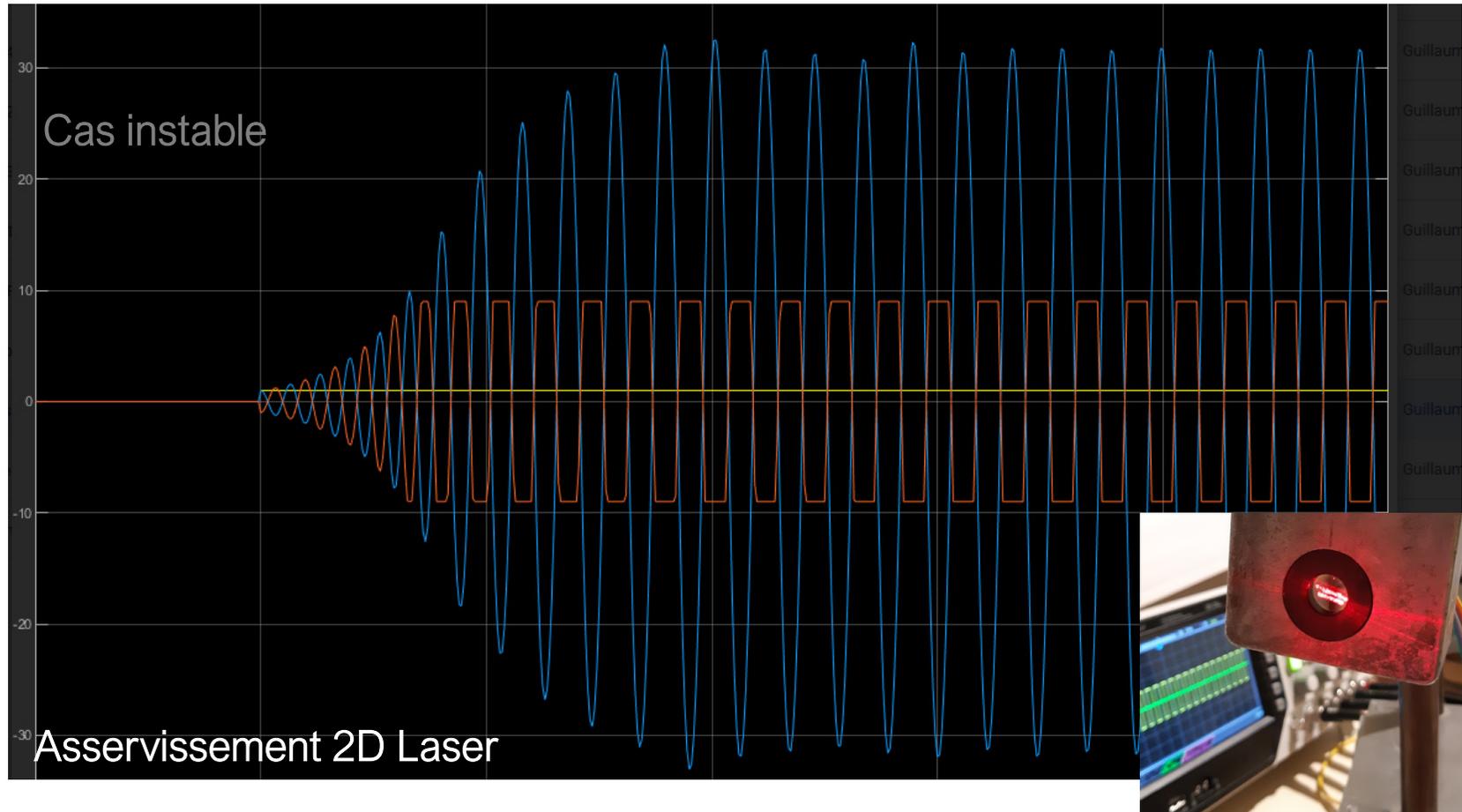


- **Systèmes : asservissement d'un système du second ordre**

Cas instable



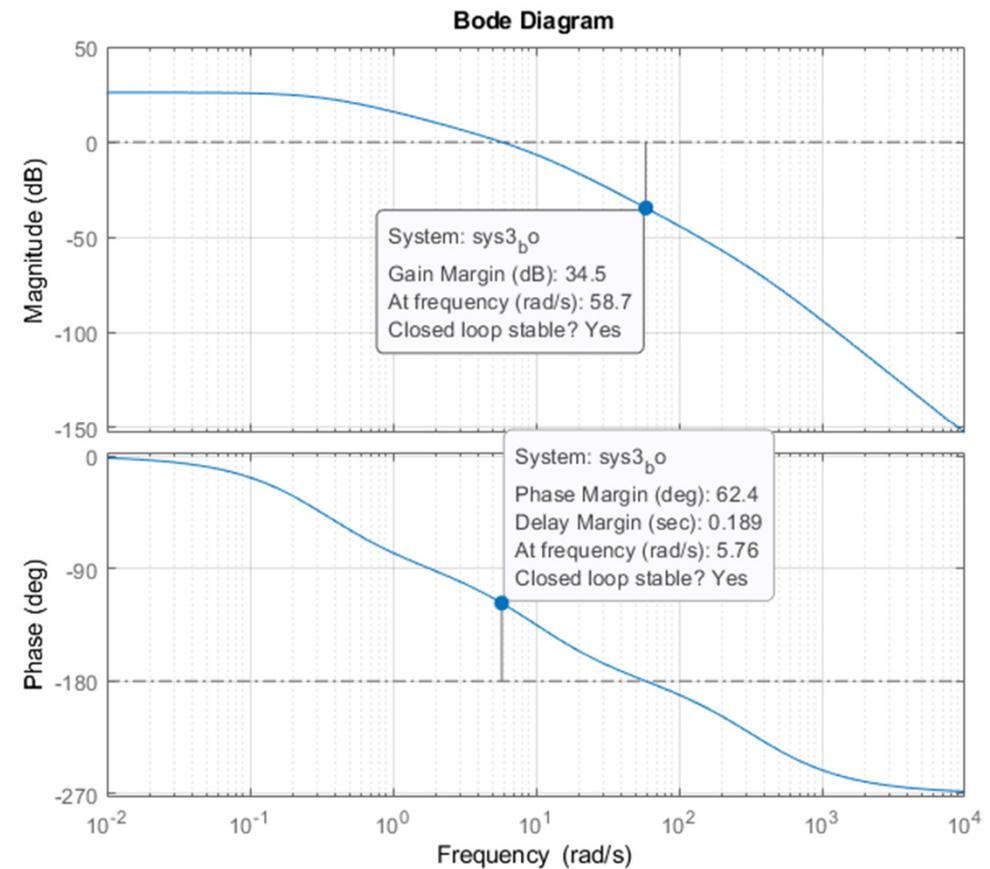
- **Systèmes : asservissement / instabilité**



- **Systemes : asservissement / instabilité**

Marge de gain

Marge de phase



- **Systèmes : asservissement / correction**

