

STABILISATEUR GYROSCOPIQUE DE BATEAU

I. Présentation

1.1. Mouvement de roulis

Le système étudié est un dispositif de stabilisation gyroscopique pour bateau permettant de neutraliser le mouvement de roulis (voir Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Cette rotation suivant l'axe longitudinal du navire étant la première cause du mal de mer.

1.2. Le stabilisateur gyroscopique

Les stabilisateurs gyroscopiques peuvent être adaptés à tous les types d'embarcation grâce à un encombrement réduit et une masse limitée par rapport aux caractéristiques des navires.

La **Figure** représente l'installation d'un stabilisateur dans le plan de symétrie du bateau (O, \vec{x}_1, \vec{z}_1), configuration retenue par la suite de l'étude.

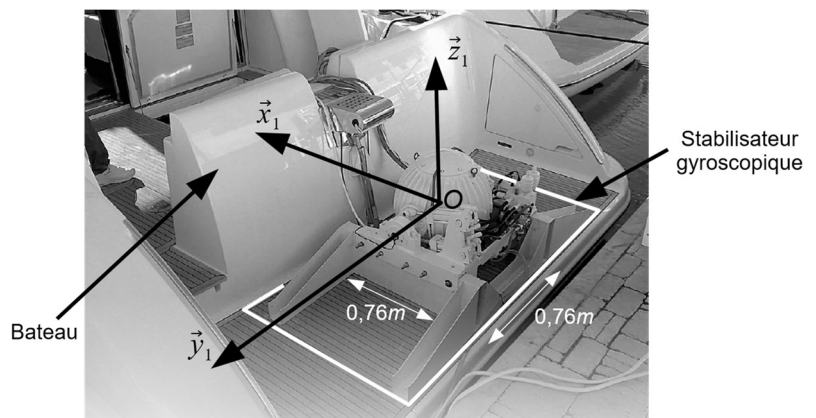
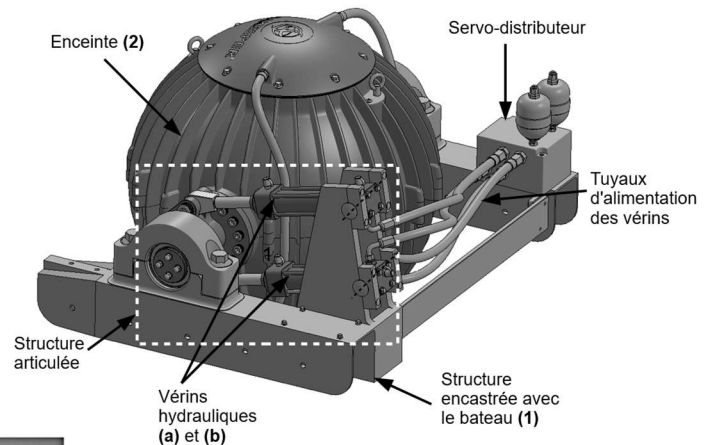
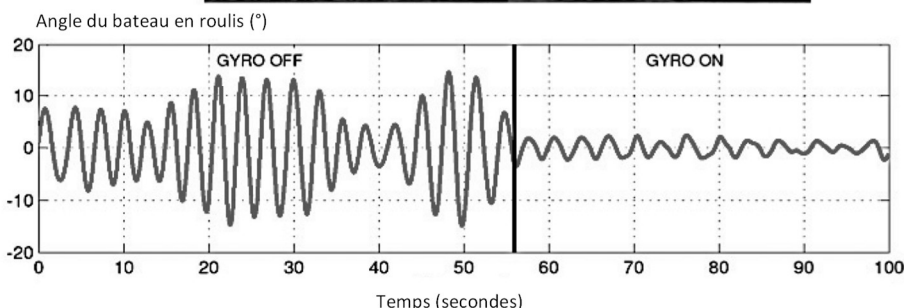


Figure 2 : Stabilisateur gyroscopique monté sur un bateau

Le stabilisateur gyroscopique est constitué d'un servo-distributeur commandé par un contrôleur électronique. Le servo-distributeur module le débit d'alimentation des deux vérins. La translation des vérins est transformée par la structure articulée en une rotation de l'ensemble enceinte 2 et volant d'inertie 3 autour de l'axe de Cardan. Un couple gyroscopique est alors généré sur l'axe de roulis du bateau afin de le stabiliser.



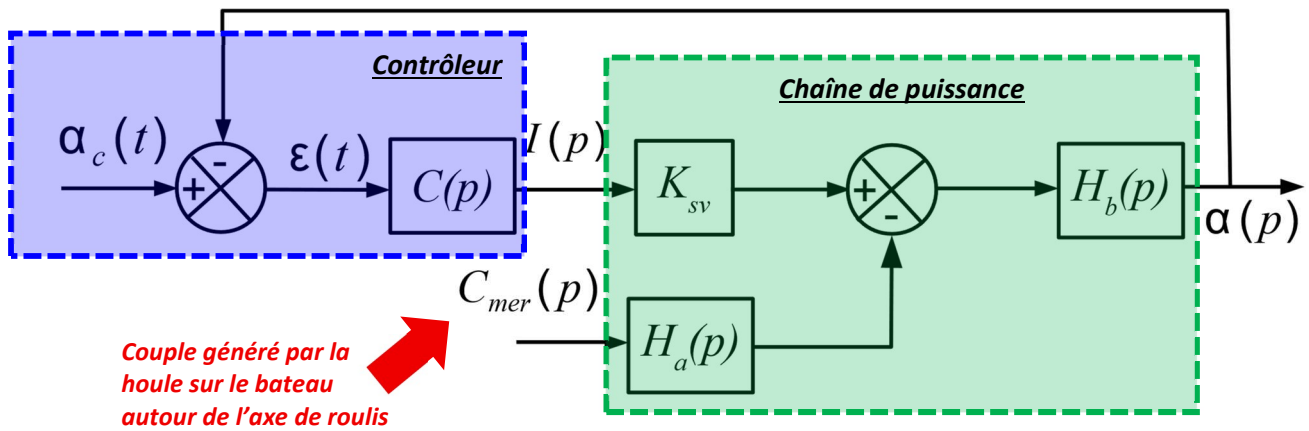
Mesure des oscillations du bateau en roulis sans, puis avec, stabilisateur gyroscopique :



1.3. Asservissement en roulis du bateau

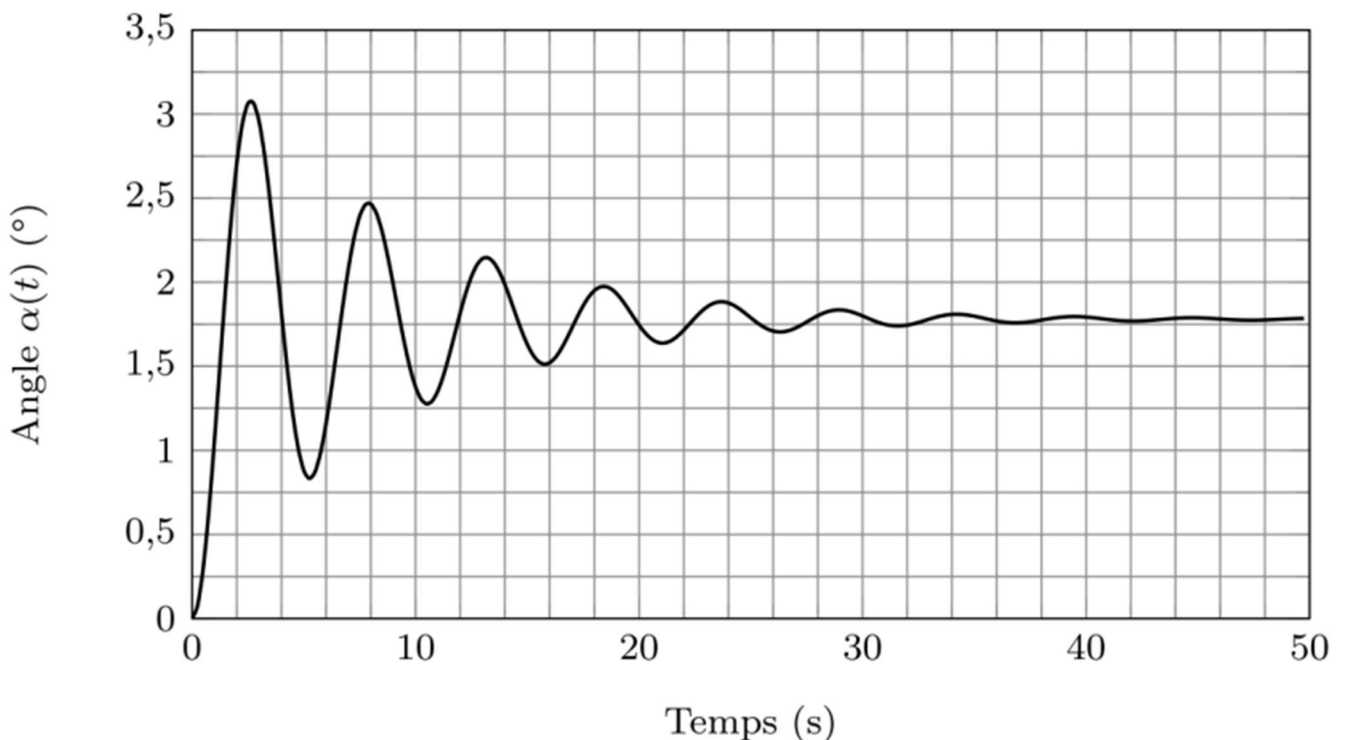
On réalise un asservissement en mesurant l'angle de roulis $\alpha(t)$ du bateau à l'aide d'une centrale inertielle. L'écart $\varepsilon(t)$ entre la consigne d'angle $\alpha_c(t)$ et la mesure de l'angle $\alpha(t)$ est traité par le contrôleur électronique qui délivre le courant de commande $i(t)$ au servo-distributeur.


Schéma-blocs de l'asservissement en roulis du bateau :

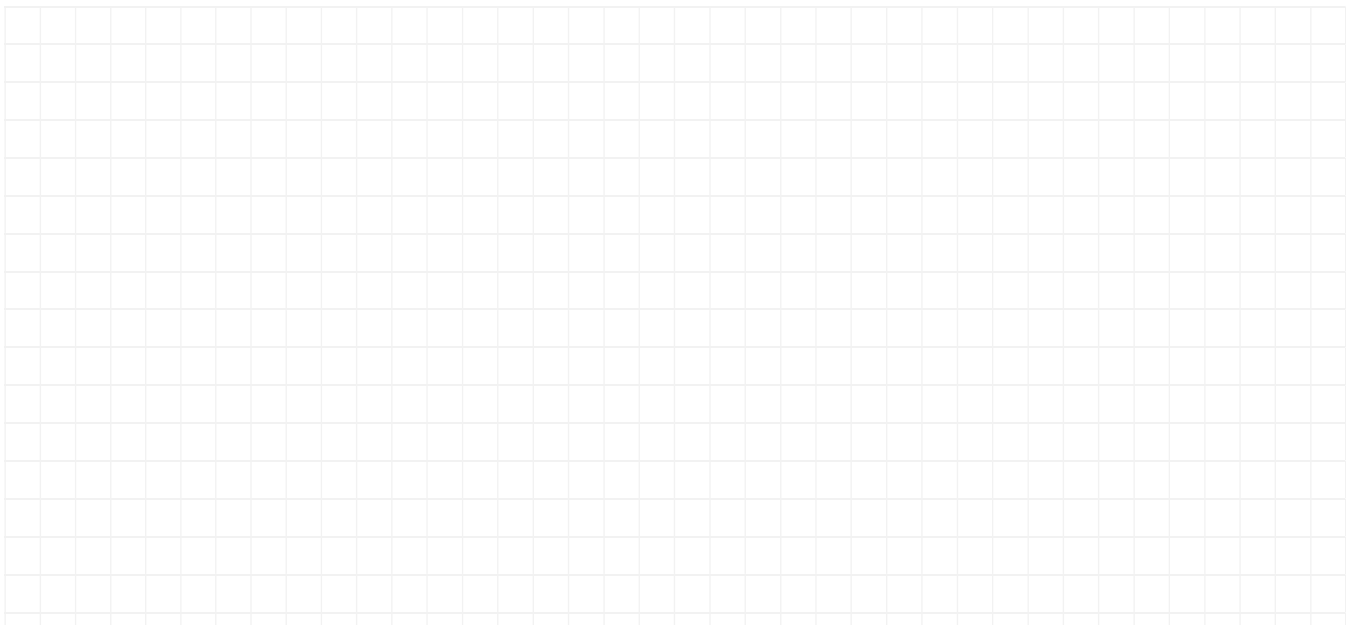


II. Modélisation de la chaîne de puissance

On donne ci-dessous la réponse indicielle $\alpha(t)$ pour une entrée de $i(t) = 1 A$ avec $C_{mer} = 0$.



 **Proposer un modèle de comportement de la chaîne d'action (fonction de transfert $G(p) = K_{sv}H_b(p)$) à partir de la réponse indicielle.** Identifier les valeurs numériques des paramètres caractéristiques intervenant dans la fonction de transfert. Vous justifierez votre réponse en reportant les tracés nécessaires.



K =	$\xi =$	$\omega_0 =$
------------	---------------------------	--------------------------------

Unités :

III. Modélisation du contrôleur électronique

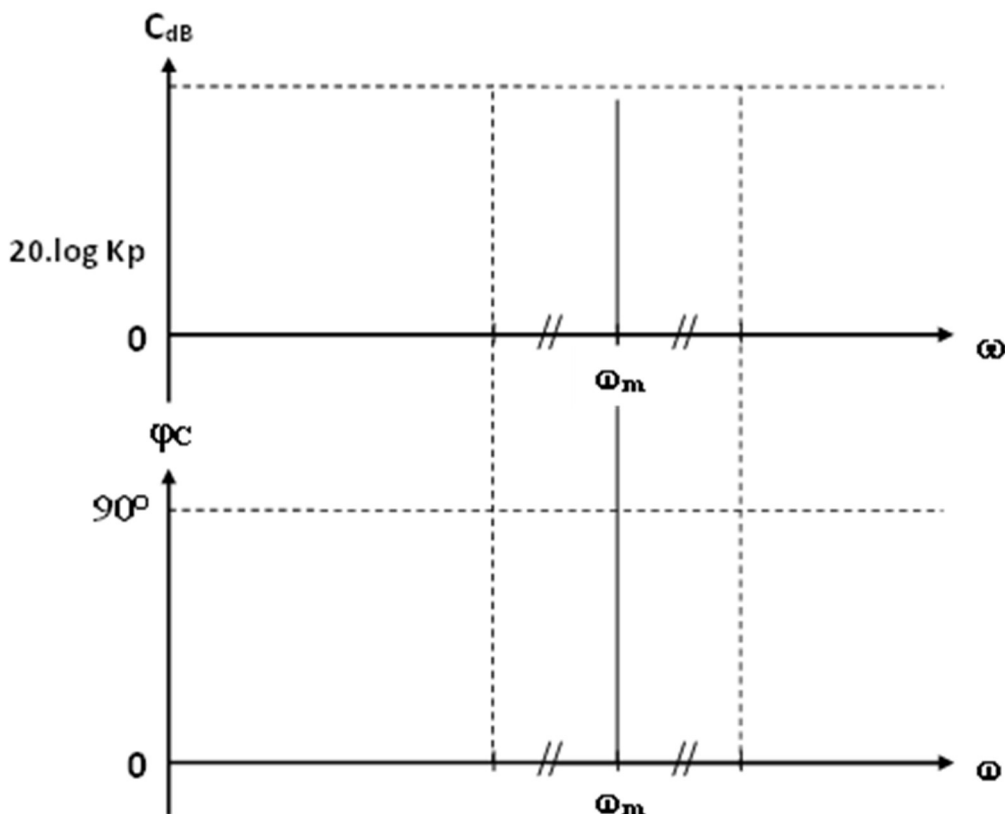
On choisit d'utiliser alors un correcteur proportionnel à avance de phase de la forme :

$$C(p) = \frac{K_p(1+a\tau p)}{1+\tau p} \quad \text{avec } a > 1.$$

Le réglage de ce correcteur doit permettre de respecter simultanément le critère de rapidité ($\omega_{0dB} = 10 \text{ rad.s}^{-1}$) et une marge de phase de 60° .

Un premier réglage (programme de 2^{ème} année) permet de déterminer **a = 14** et **$\tau = 0,027 \text{ s}$** .

Compléter les diagrammes de BODE du correcteur ci-dessous (asymptotes en bleu et allure du réel en rouge). Indiquer les gains et pulsations particulières. Donner l'expression de ω_m en fonction de a et de τ .



$\omega_m =$

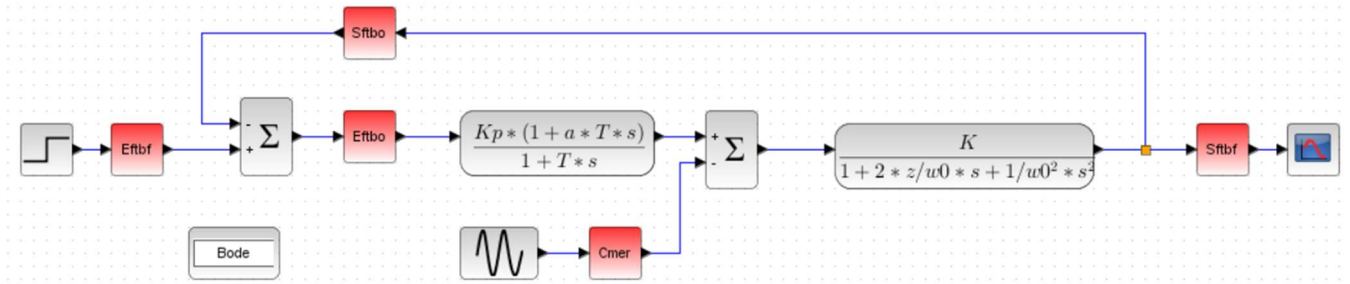
Application numérique :

$\omega_m =$

IV. Réglage du gain K_p du correcteur



Ouvrir le modèle SCILAB/XCOS de l'asservissement en roulis du bateau fourni.



Compléter dans le contexte (clic droit « modifier le contexte ») les valeurs numériques des paramètres identifiés dans les parties II et III.



Régler les paramètres du bloc BODE en indiquant les entrée et sortie de la FTBO ainsi que la plage de pulsations sur laquelle seront tracés les diagrammes de Bode.



À l'aide de la simulation, et en explicitant graphiquement la démarche, déterminer la valeur de K_p permettant d'assurer simultanément le critère de rapidité ($\omega_{0dB} = 10 \text{ rad.s}^{-1}$) et une marge de phase de 60° .

$K_p =$



À l'aide d'une simulation adéquate, et en explicitant la démarche, calculer le facteur d'atténuation ATT du mouvement de houle généré par Cmer de pulsation 1 rad.s^{-1} .

$ATT =$