

Exercice 1 : Tracés de diagrammes de Bode

Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques puis l'allure des diagrammes réels des systèmes modélisés par les fonctions de transfert suivantes :

- $F_1(p) = \frac{1}{1+p}$

- $F_2(p) = \frac{10}{1+p}$

- $F_3(p) = \frac{1}{1+10p}$

- $G_1(p) = 3$

- $G_2(p) = 3.p$

- $G_3(p) = \frac{3}{p}$

- $G_4(p) = \frac{3}{p^2}$

- $H_1(p) = \frac{1}{1+p+p^2}$

- $H_2(p) = \frac{10}{1+0,1p+p^2}$

- $H_3(p) = \frac{1}{1+p+0,1p^2}$

- $K_1(p) = 3 + 3.p$

- $K_2(p) = 3 + \frac{0,3}{p}$

- $K_3(p) = 3 + 3p + \frac{0,3}{p}$

Exercice 2 : Diagramme de Bode et pulsation de coupure

Soit un système modélisé par la fonction de transfert : $H(p) = \frac{12}{p(1+0,1p)(1+0,2p)}$

Q1. Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques de $H(j\omega)$.

Q2. Donner les expressions du gain en dB et de la phase en degré de $H(j\omega)$.

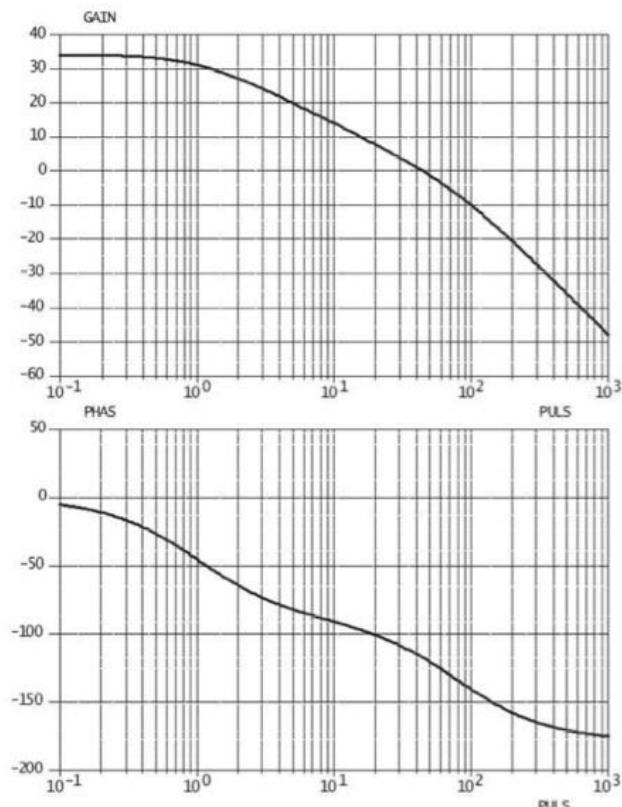
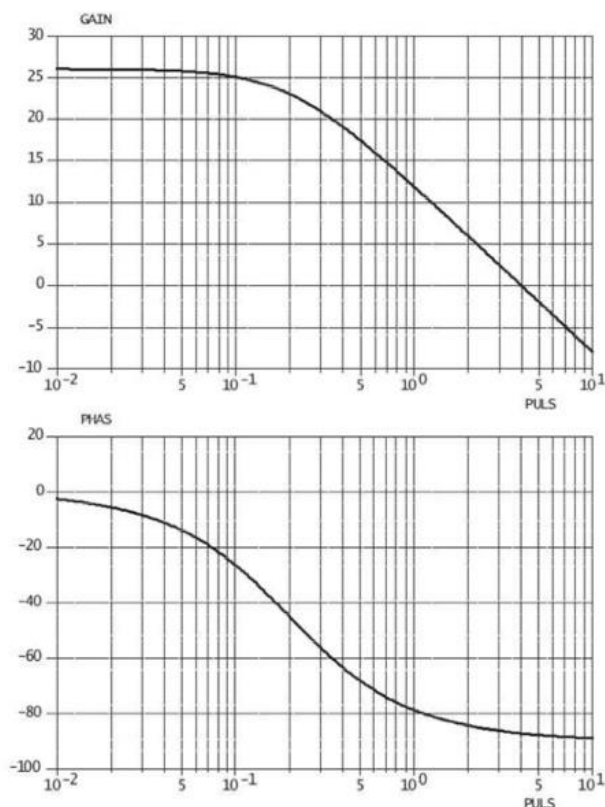
Q3. En déduire l'allure des diagrammes réels de $H(j\omega)$.

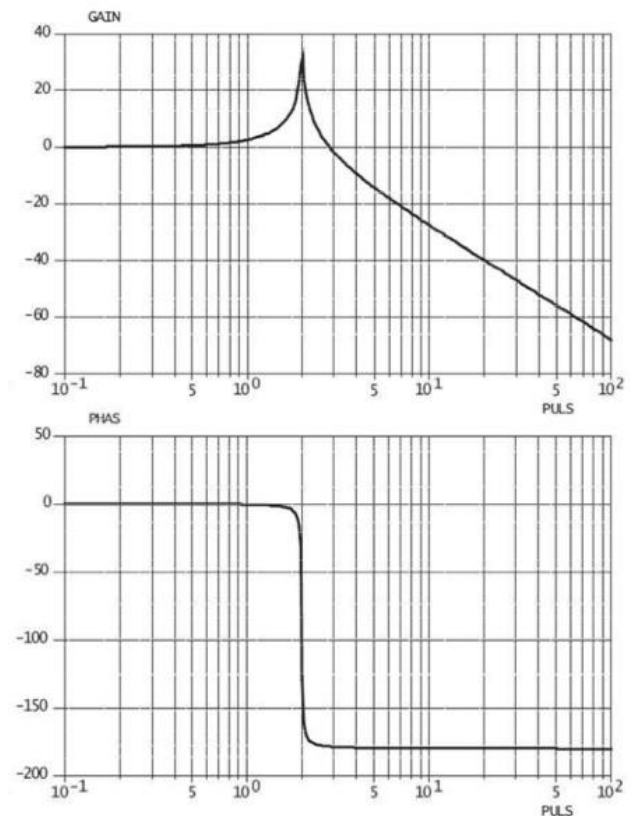
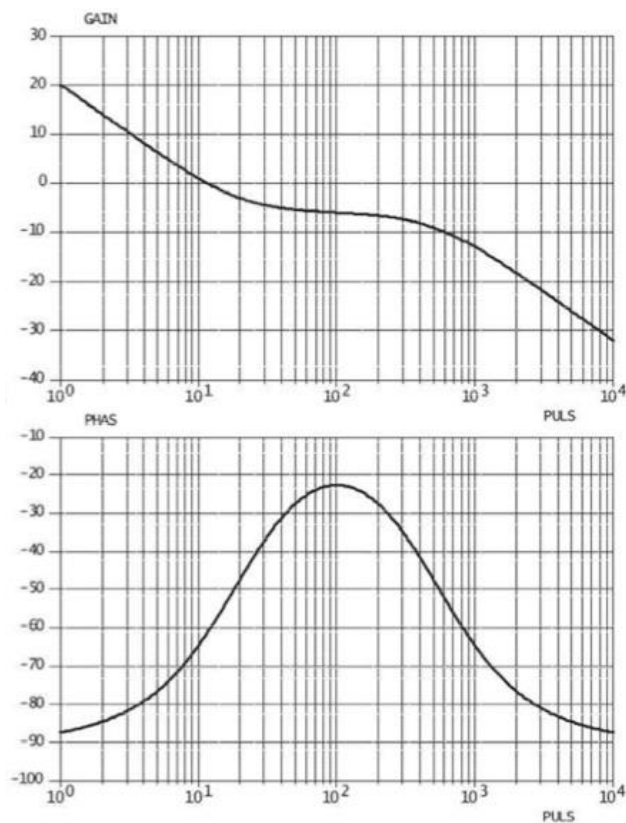
Q4. Déterminer la pulsation de coupure du système, pulsation pour laquelle le gain en décibel est nul.

Q5. Calculer la phase en degré correspondant à la pulsation de coupure.

Exercice 3 : Identification de fonction de transfert à partir de la réponse harmonique

Pour les diagrammes de Bode suivants, tracer les diagrammes de Bode asymptotiques puis identifier les fonctions de transfert correspondantes :





Exercice 4 : Réponses temporelles et harmoniques d'un système

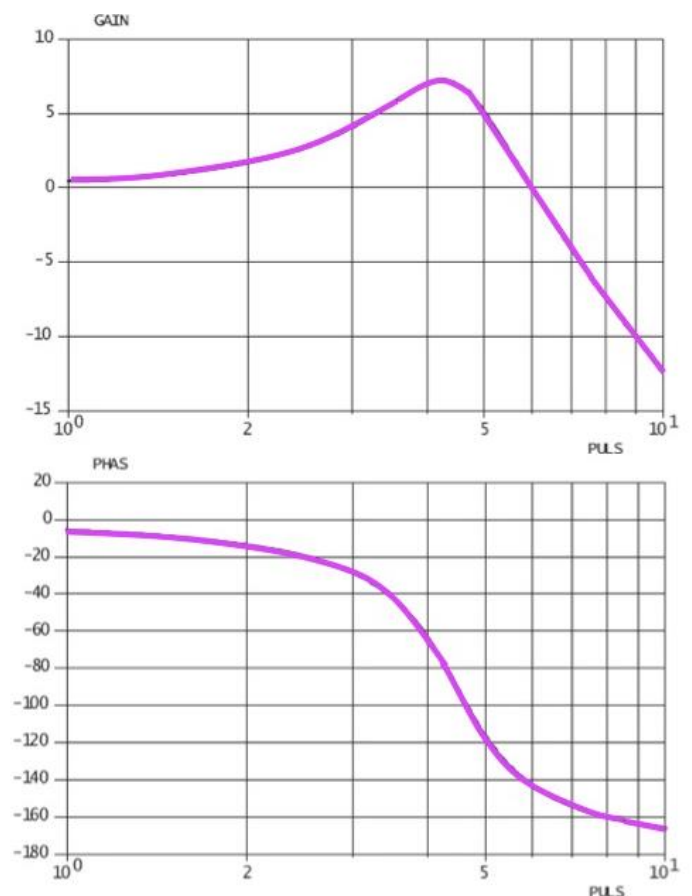
Soit un système dont la réponse harmonique est donnée ci-contre :

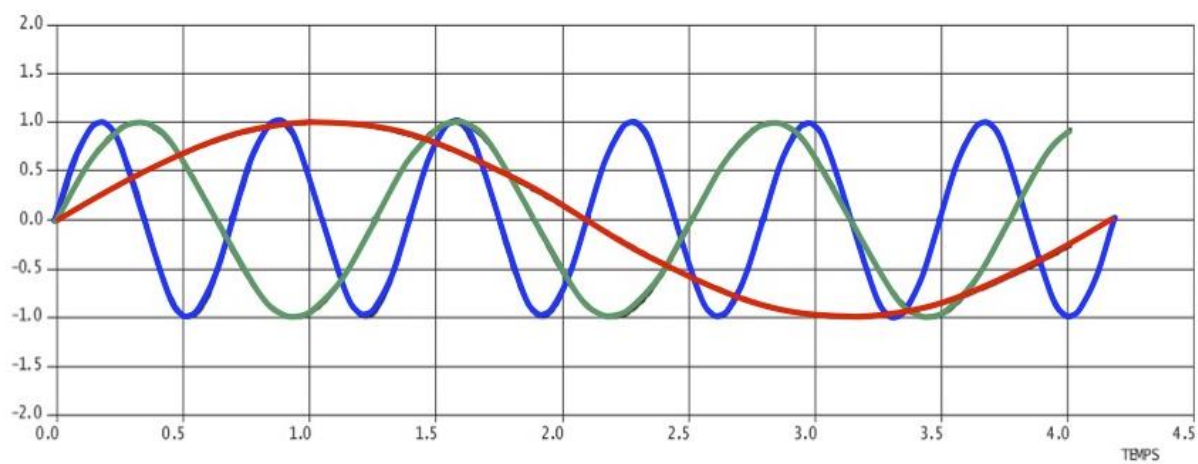
Q1. Tracer les diagrammes asymptotiques.

Q2. Identifier le type de la fonction de transfert de ce système et ses paramètres caractéristiques.

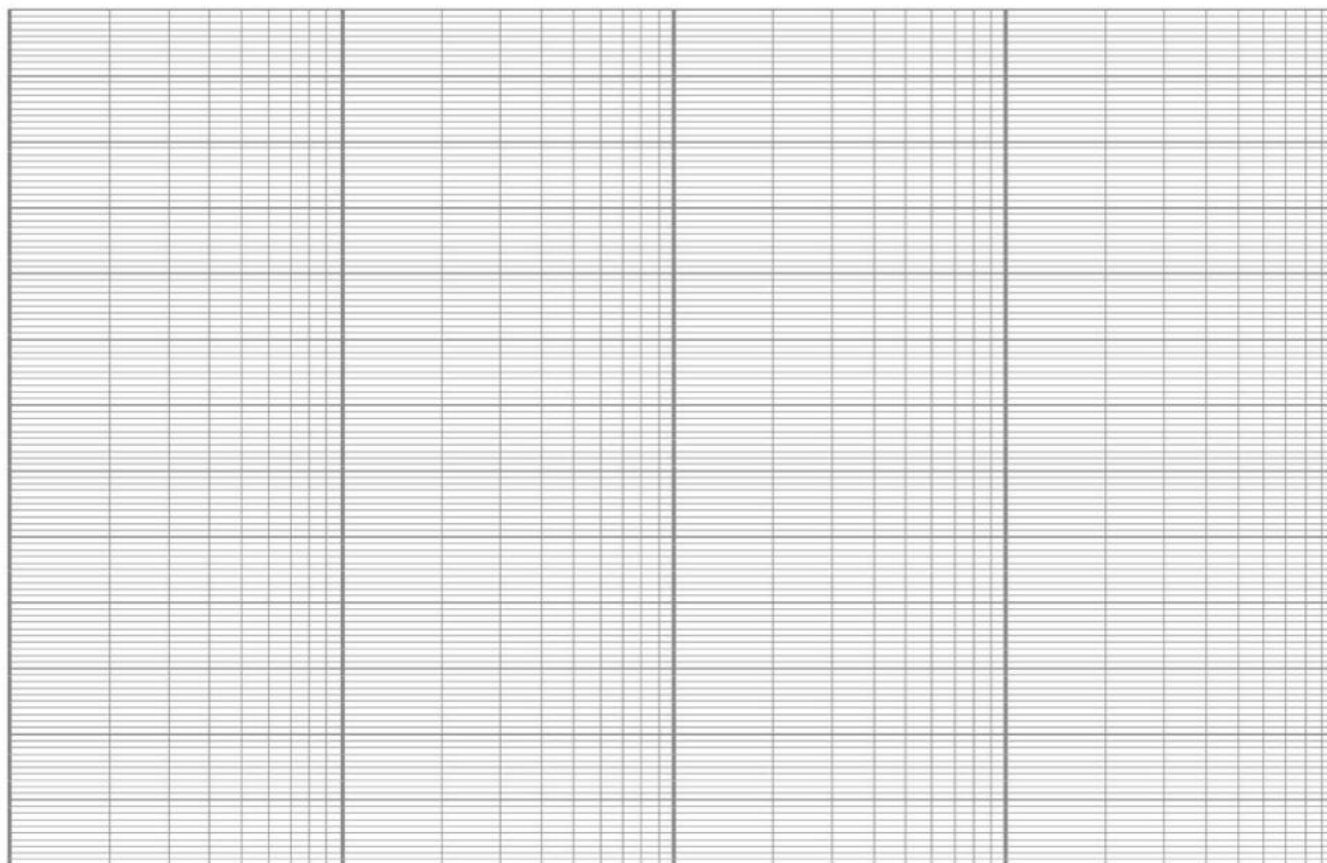
Q3. Le diagramme temporel page suivante présente 3 signaux d'entrée sinusoïdaux. Déterminer les périodes et les pulsations de chacun des signaux.

Q4. En déduire de gain et le déphasage en régime permanent pour chacune des réponses temporelles de sortie correspondant aux 3 entrées de la question 3.





Signaux d'entrée



Exercice 6 : Station spatiale Darwin

I. Présentation

Il y a quelques années, l'Agence spatiale européenne (ESA) a lancé un projet de recherche baptisé Darwin dont l'objectif est de rechercher les planètes identiques à la Terre et d'en étudier la composition. Pour atteindre cet objectif, l'ESA doit disposer d'un système lui permettant d'exploiter les informations contenues dans les signaux lumineux qu'émettent les étoiles d'une manière plus approfondie que ne le peuvent les télescopes actuels.

La solution technique retenue par l'ESA est un télescope géant de 500m de circonférence. Ce télescope est en fait réalisé à partir de six télescopes dont les mesures sont exploitées par interférométrie.

Pour sélectionner les signaux lumineux et faire en sorte que leur interférométrie se réalise correctement, il est indispensable que les six télescopes puissent être orientés et ne bougent pas les uns par rapport aux autres. La solution retenue par l'ESA consiste à positionner chaque télescope sur une plateforme 6 axes et de les relier entre eux par un assemblage de poutres.

Le télescope géant est orienté par déplacement de cet assemblage de poutres.

En terme de signal, ce mouvement est constitué :

- d'une composante basse fréquence correspondant au réglage de l'orientation du télescope géant,
- d'une composante haute fréquence correspondant aux bruits parasites.

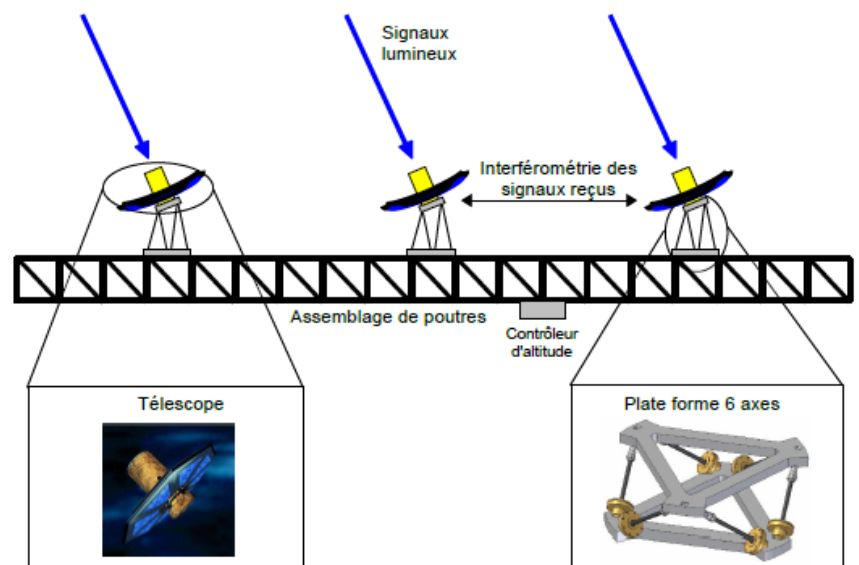


Figure 6 : une des solutions retenues par l'ESA pour que les télescopes puissent être orientés, mais ne bougent pas les uns par rapport aux autres.

II. Filtrage des bruits parasites

Afin que les bruits parasites ne perturbent pas l'interférométrie, la solution retenue par l'ESA consiste à disposer un système mécanique ressort/amortisseur (appelé **filtre mécanique**) entre l'embase inférieure de chaque plateforme six axes et les poutres.

III. Cahier des charges du dispositif de filtrage

Filtrage des fréquences parasites (=bruit)

Une atténuation d'au moins 50dB à partir de 1000 Hz est nécessaire grâce à ce dispositif de filtrage.

Résonance

Une légère résonance est admise d'un coefficient de surtension de 10dB maximal, et ne doit pas intervenir dans la plage de fréquence du signal utile, ni dans la plage des fréquences parasites.

Bande passante

Le signal basse fréquence atteint 1 Hz maximum.

Dans la plage de fréquence [0 ; 1 Hz] on souhaite qu'il y ait le moins de variation de gain possible.

OBJECTIF DE L'ETUDE : Déterminer les caractéristiques physiques du filtre mécanique. Notamment l'amortissement visqueux.

IV. Étude du filtre mécanique {RESSORT, AMMORTISSEUR}

L'équation mécanique définissant le mouvement entre embases supérieure et inférieure est donnée ci-après. Cette équation est issue du théorème de résultante dynamique (vu en 2^{ème} année) projeté sur l'axe vertical ascendant.

$$-c_T \frac{d[z_h(t) - z_b(t)]}{dt} - k_T [z_h(t) - z_b(t)] = M \cdot \frac{d^2 z_h(t)}{dt^2}$$

Avec :

- $z_h(t)$: position de la plateforme haute par rapport à la position d'équilibre (en m)
- $z_b(t)$: position de la plateforme basse par rapport à la position d'équilibre (en m)
- c_T : coefficient d'amortissement visqueux, à régler (en $N.s.m^{-1}$)
- k_T : raideur de l'ensemble, $k_T = 10^6 N.m^{-1}$
- M : masse de l'ensemble {embase, télescope}, $M = 1000 kg$

1. Montrez que la fonction de transfert $H_3(p) = \frac{z_h(p)}{z_b(p)}$ peut se mettre sous la forme $H_3(p) = \frac{1+2\frac{\xi}{\omega_0}p}{1+2\frac{\xi}{\omega_0}p+\frac{p^2}{\omega_0^2}}$.

Ecrire ξ et ω_0 en fonction des paramètres du système. Donnez la valeur numérique de ω_0 .

2. Représenter les diagrammes de Bode **asymptotiques** de $H_3(p)$ pour la valeur $\xi=1$ sur le document réponse DR1.

Les calculs préalables à cette représentation devront être présentés de manière structurée et avec une grande clarté.

3. On donne le maximum atteint pour le gain :

$$[|H_3(j\omega)|_{dB}]_{max} = 1,2 dB \text{ pour la valeur de pulsation } \omega_1 = 22 rad/s.$$

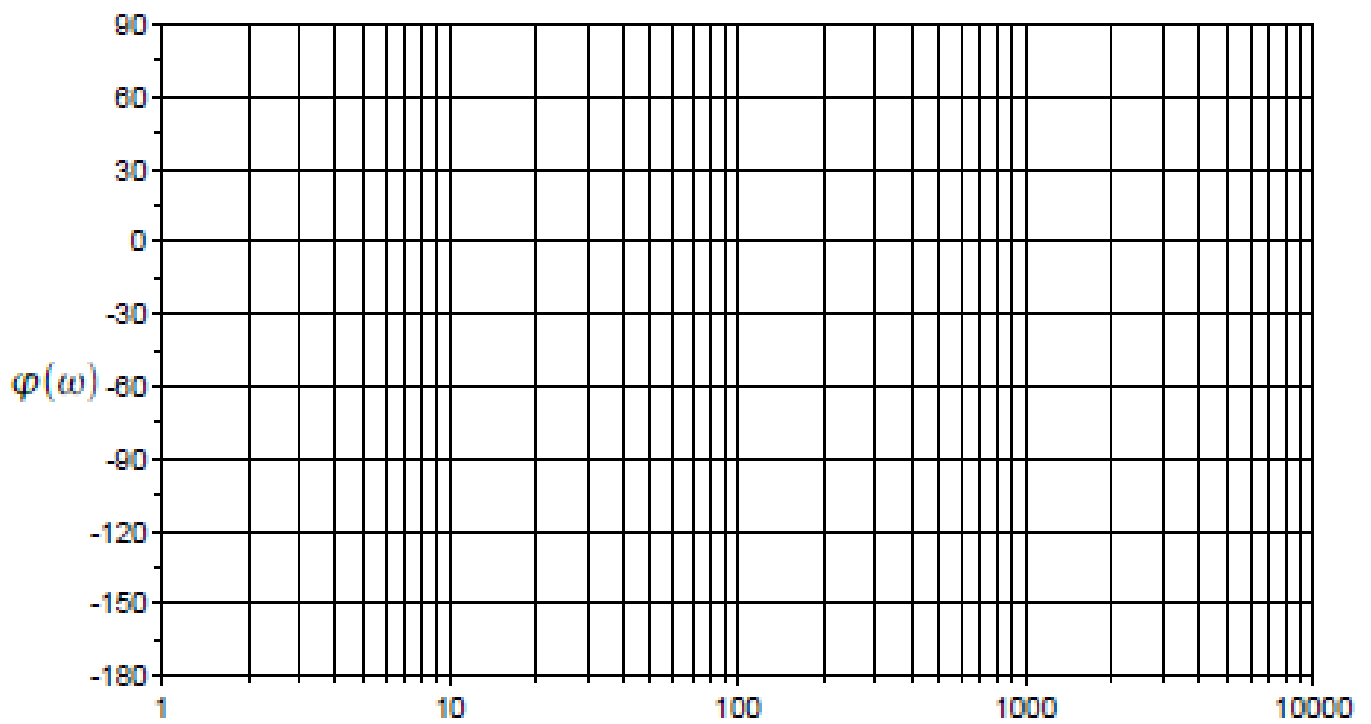
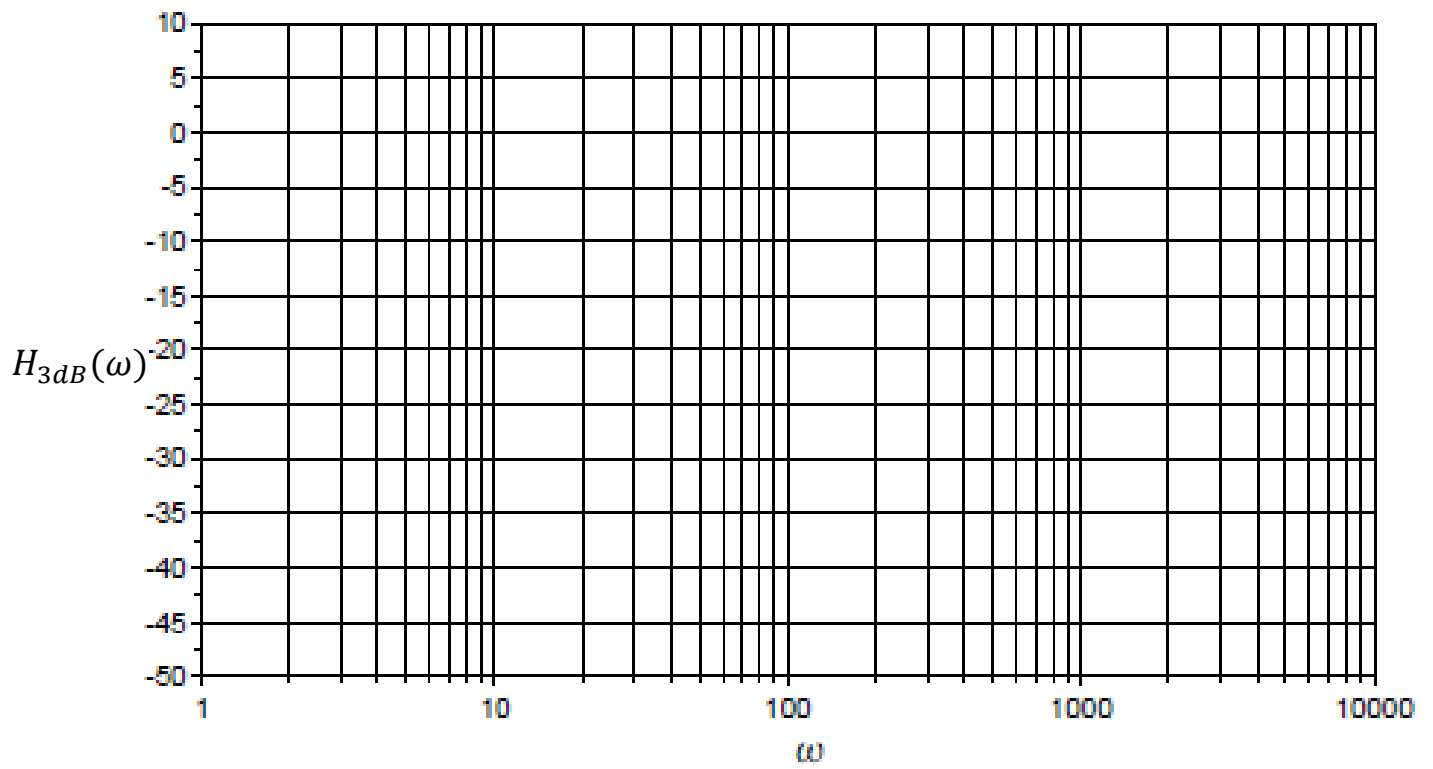
A cette pulsation la phase vaut $\varphi_1 = -16^\circ$.

Tracez l'allure de la courbe réelle de gain et de la courbe réelle de phase sur le DR1.

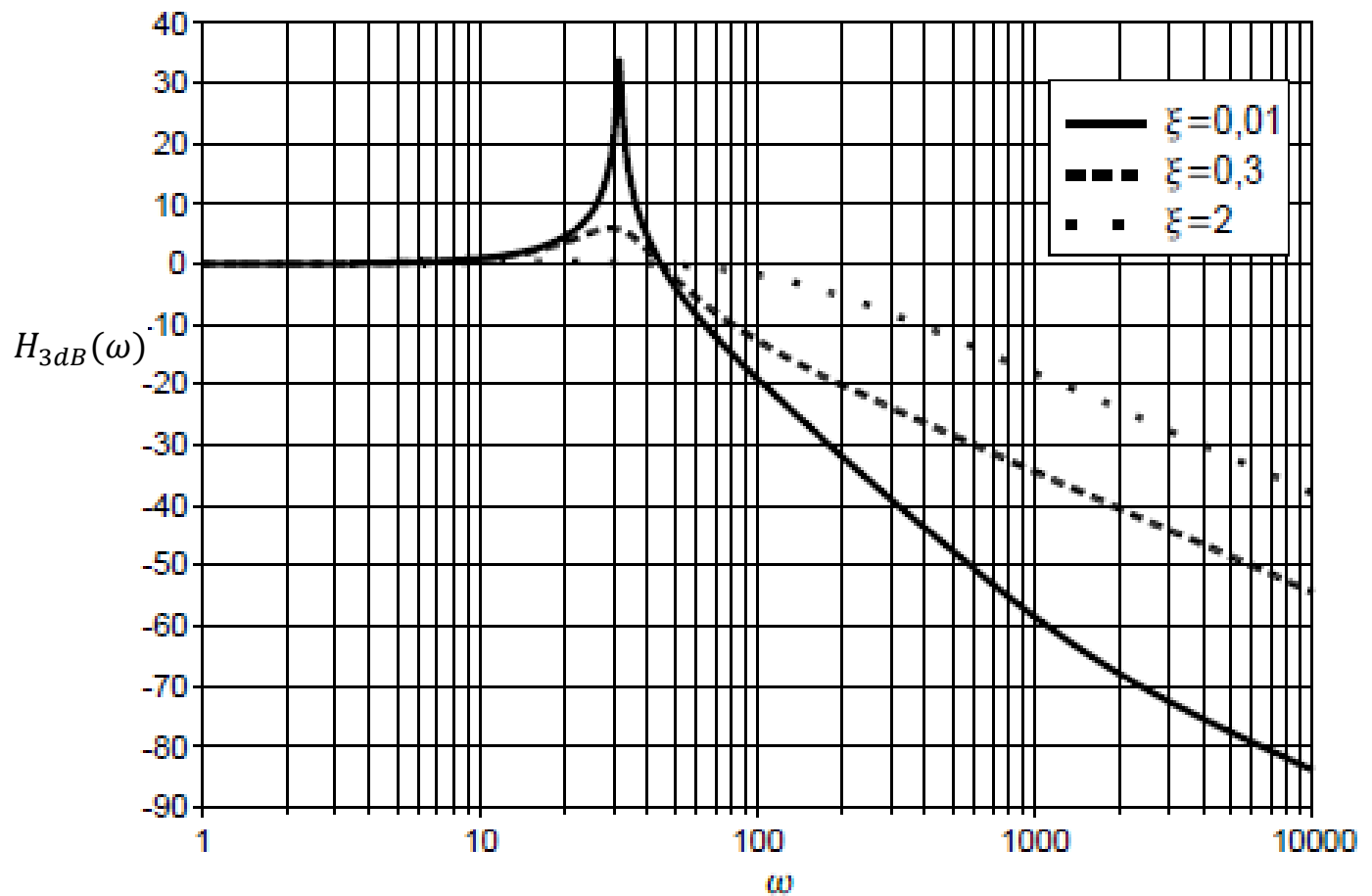
4. On donne sur le document réponse DR2 les diagrammes de Bode gain de $H_3(p)$ pour différentes valeurs de ξ . En fonction du Cahier Des Charges (CDC) déduire, parmi les 3, la valeur de ξ optimale. Pour répondre à cette question vous remplirez soigneusement le tableau du DR2 en détaillant pour chaque valeur de ξ chaque clause du CDC.

Vous étayerez le tableau ainsi rempli, par des annotations sur le diagramme de Bode indiquant clairement les valeurs numériques nécessaires, et toutes autres indications utiles.

Déduire la constante de frottement visqueux correspondante c_T .



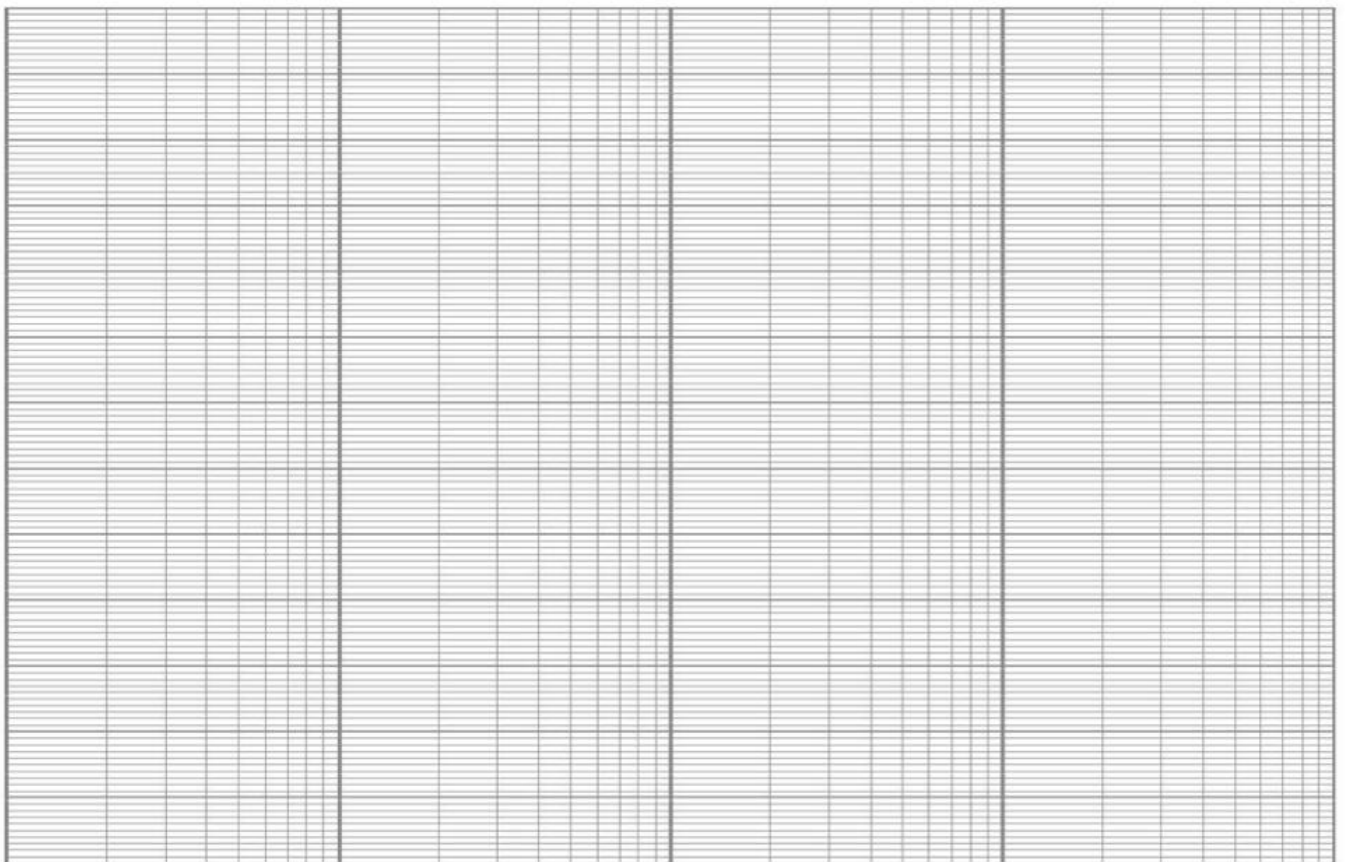
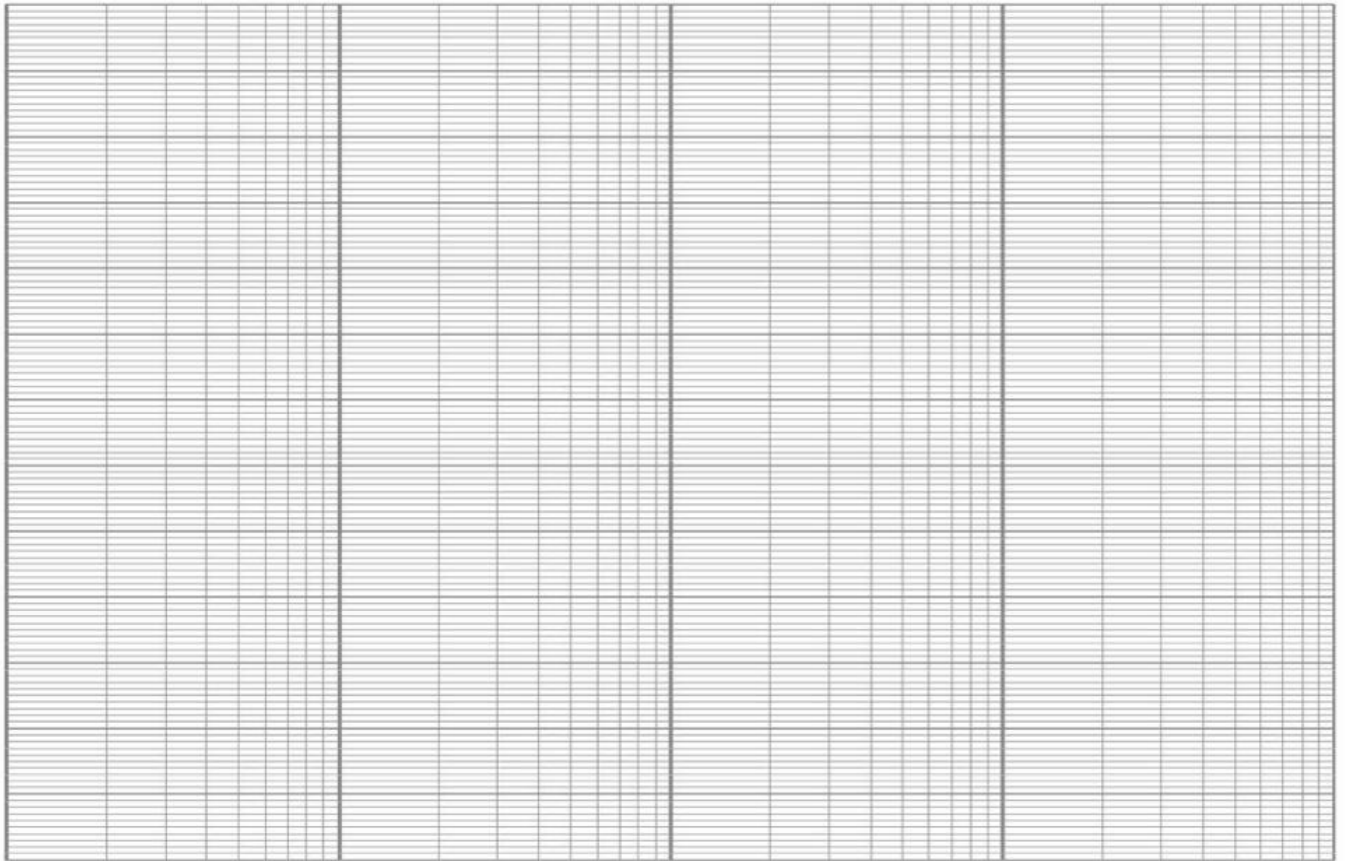
Document Réponse DR2 : $H_3(p) = \frac{1+2\frac{\xi}{\omega_0}p}{1+2\frac{\xi}{\omega_0}p+\frac{p^2}{\omega_0^2}}$ pour différentes valeurs de ξ .



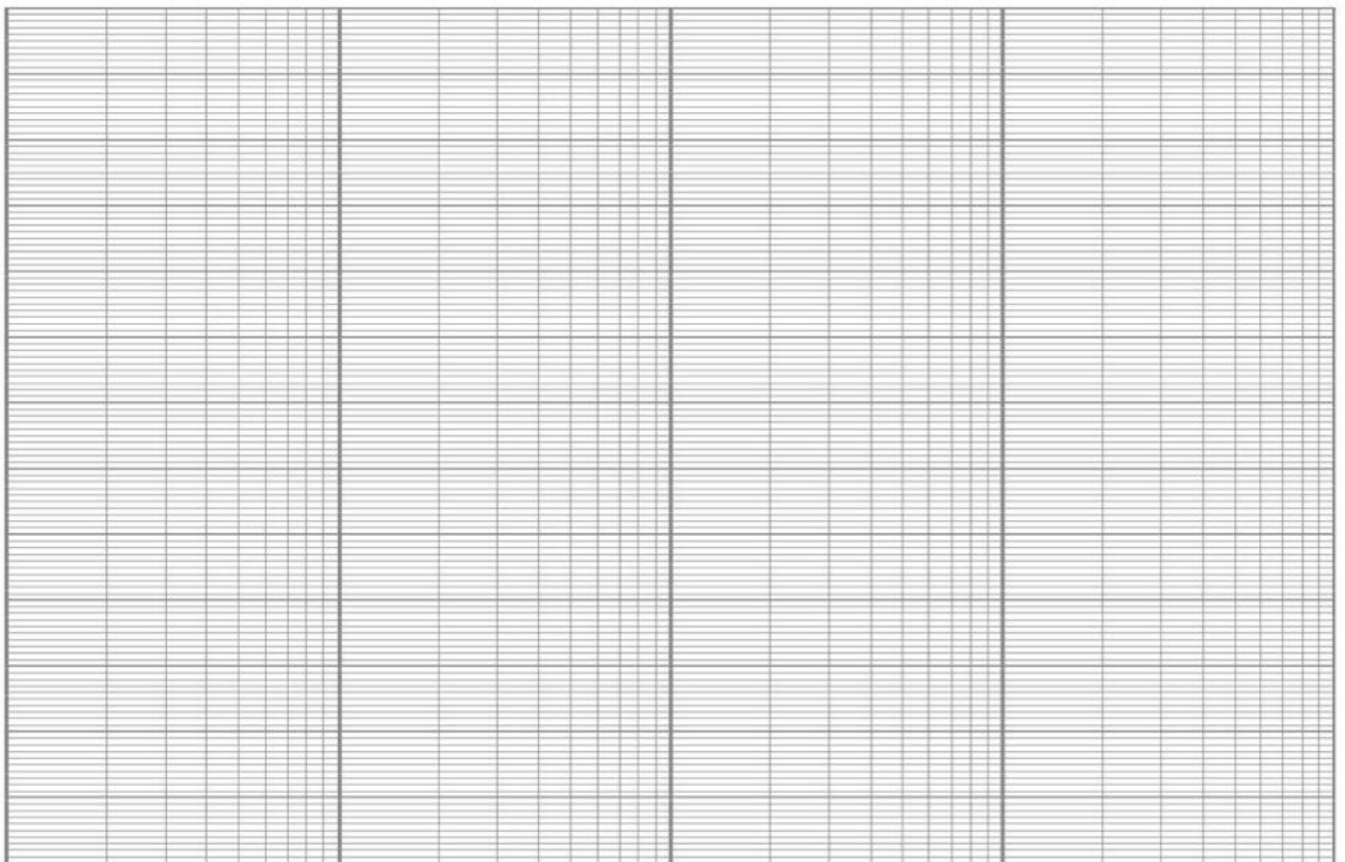
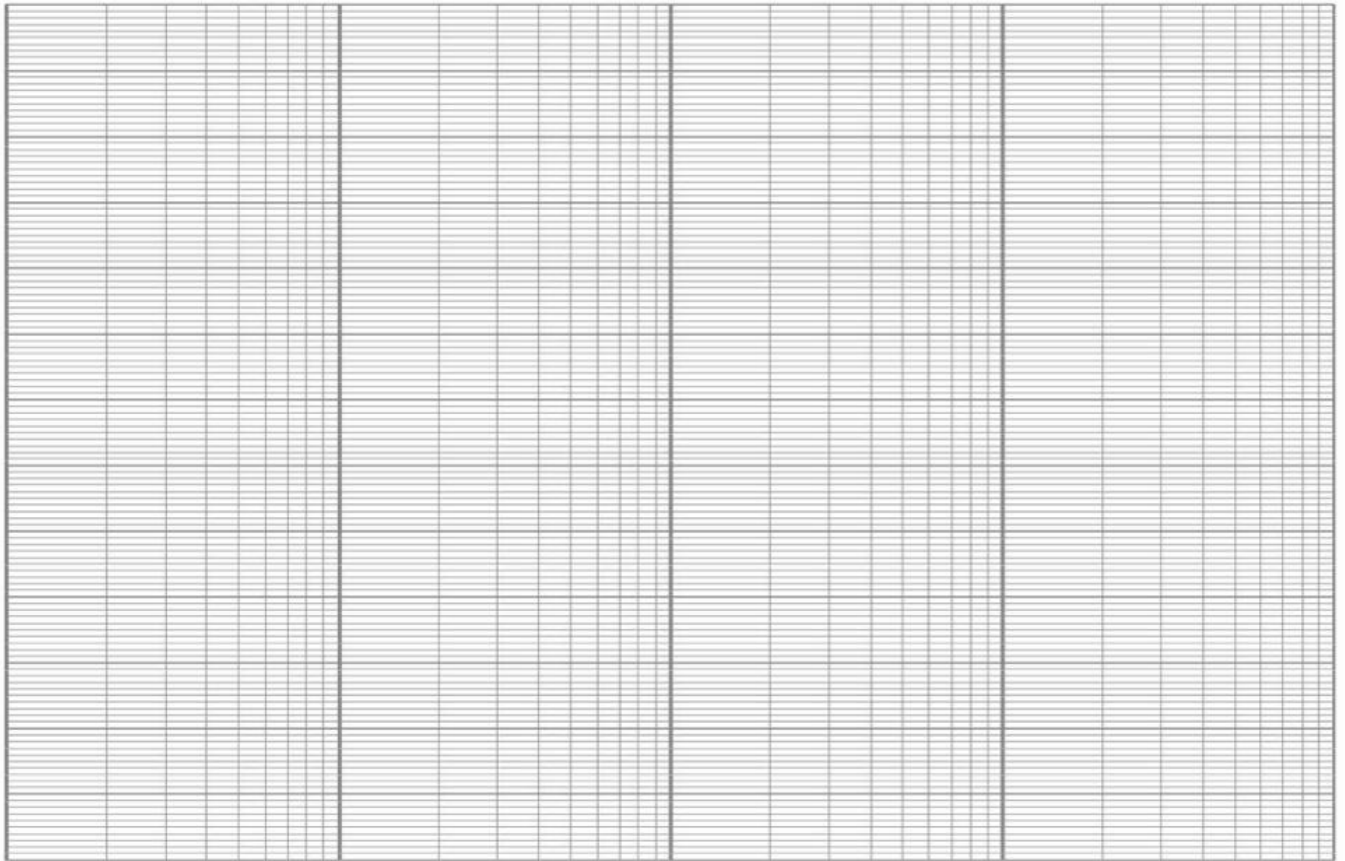
Filtre réglé pour :	Raison de <u>non-conformité</u> /CDC	Raison de <u>conformité</u> /CDC
$\xi = 0,01$		
$\xi = 0,3$		
$\xi = 2$		

Choix Final :

Exercice 1 : Tracé des diagrammes de Bode :



Exercice 1 : Tracé des diagrammes de Bode :



Exercice 2 : Tracé des diagrammes de Bode :

