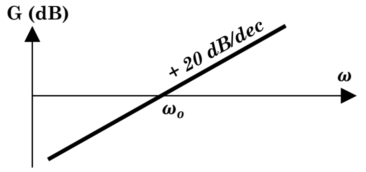
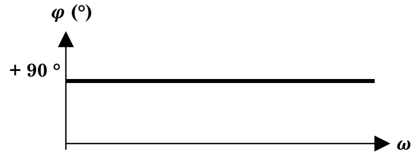
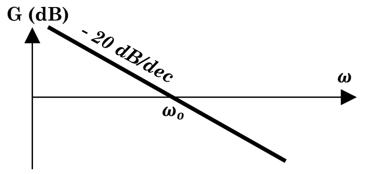
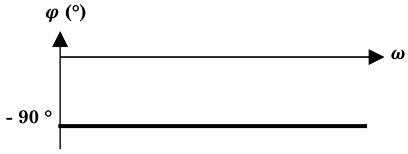
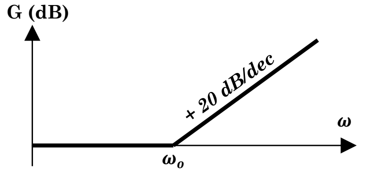
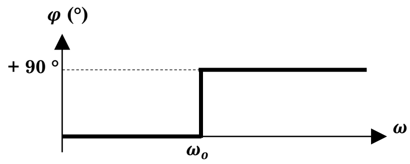
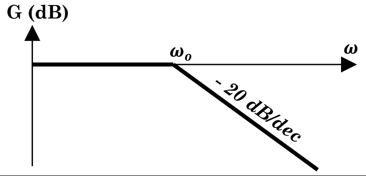
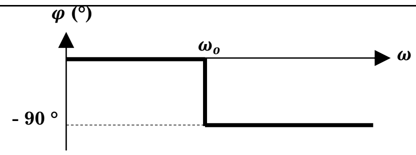
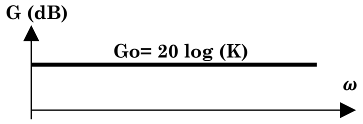
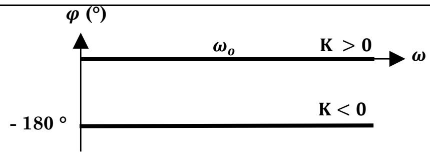
Annexe 3 : Diagramme de Bode (méthode de modèle)

Les lieux de transfert sont des représentations graphiques de H(jω). Il existe principalement trois types de représentations : les lieux de transfert dans les plans de Bode, de Nyquist et de Black. D nous nous limiterons à l'analyse de la représentation dans le plan de Bode.

Pour le tracer, nous utilisons la méthode la plus avantageuse est celle basée sur les modèles, qui repose sur la connaissance de cinq formes canoniques.

Dans le tableau ci-après, nous retrouvons les cinq (5) formes les plus courantes :

Forme	Digramme de Bode	
	Diagramme de gain	**Diagramme de phase**
Forme 1 $H(j\omega) = j\,\frac{\omega}{\omega_o}$		
Forme 2 $H(j\omega) = \frac{1}{j\frac{\omega}{\omega_o}}$		
Forme 3 $H(j\omega) = 1 + j\,\frac{\omega}{\omega_o}$		
Forme 4 $H(j\omega) = \frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_o}}$		
Forme 5 $H(j\omega) = K$		

Nous expliquons comment présenter votre diagramme de Bode étape par étape afin de bien comprendre l'utilité et la simplicité de cette méthode. Pour commencer, nous prenons un exemple pratique pour tracer le diagramme de Bode.

Exemple : Tracer le diagramme de Bode pour la fonction de transfert suivante : $H(p) = \frac{\tau_1 p}{(1+\tau_3 p)(1+\tau_2 p)}$ sachant que $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$

➲ **Étape N°1** : Convertir la fonction de transfert du domaine de Laplace, H(p), au domaine complexe H(jω).

La méthode consiste à remplace la variable p par jω dans la fonction de transfert H(p), ce qui nous donne :

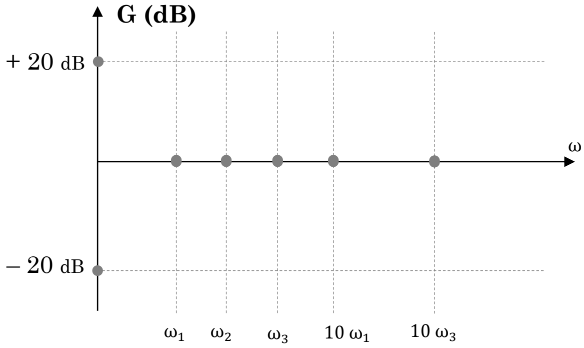
$$H(j\omega) = \frac{\tau_1\, j\omega}{(1+\tau_3\, j\omega)(1+\tau_2\, j\omega)}$$

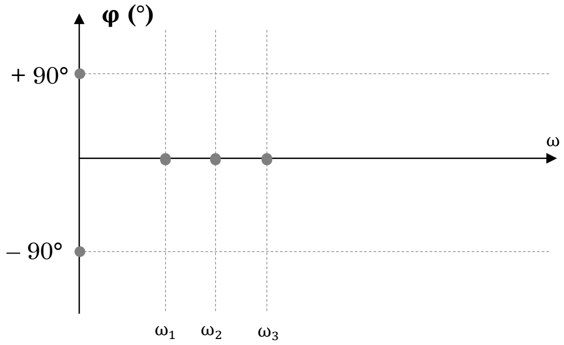
➲ **Étape N°2 :** Reconstruire la fonction de transfert H(jω) de manière à ce que ses différentes composantes correspondent aux modèles mentionnés (formes canoniques) dans le tableau ci-dessus, ce qui nous donne :

$H(j\omega) = \frac{j\frac{\omega}{\omega_1}}{\left(1+\tau_3\, j\frac{\omega}{\omega_3}\right)\left(1+\tau_2\, j\frac{\omega}{\omega_2}\right)}$ avec $\boldsymbol{\omega_1 = \frac{1}{\tau_1}}$, $\boldsymbol{\omega_2 = \frac{1}{\tau_2}}$ et $\boldsymbol{\omega_3 = \frac{1}{\tau_3}}$ comme $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3 \Rightarrow \boldsymbol{\omega_1 < \omega_2 < \omega_3}$

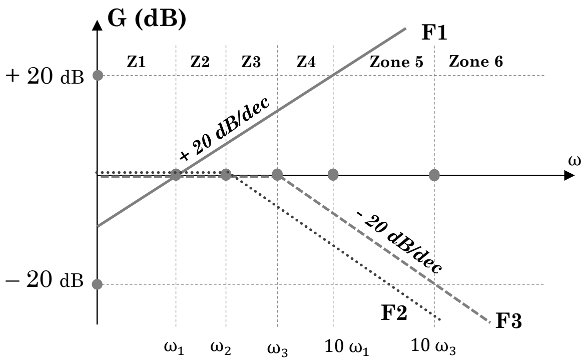
Donc : $H(j\omega) = \underset{\textbf{F1}}{\left(j\frac{\omega}{\omega_1}\right)} \times \underset{\textbf{F2}}{\left(\frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_2}}\right)} \times \underset{\textbf{F3}}{\left(\frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_3}}\right)}$ la fonction est composé de trois formes : un pour **forme 1** et deux **formes 4**

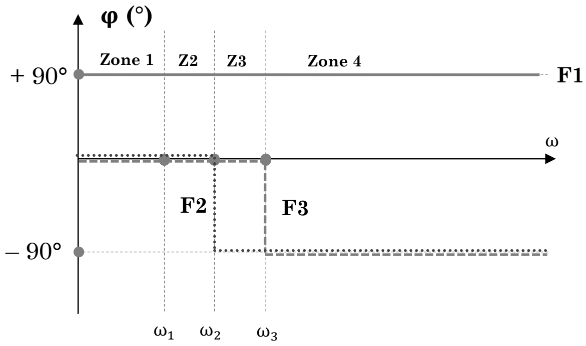
➲ **Étapes N°3 :** Placez les différentes pulsations de coupure (ω1, ω2, et ω3) et essayez de les rapprocher les unes des autres si vous tracez dans un plan simple (non semi-logarithmique).





➲ **Etape N°4 :** Maintenant, pour le traçage, nous avons trois formes canoniques que nous allons tracer individuellement en fonction de leurs propres pulsations de coupure, comme indiqué dans le tableau des formes. En général, essayez de les représenter avec des couleurs différentes.





➲ **Etape N°5 :** Puisque nous avons tracé dans le plan logarithmique, la multiplication des fonctions en module se traduit par la somme des fonctions en logarithme. Ainsi, pour finir, nous réalisons la somme des gains (on peut utiliser la méthode des pontes) zone par zone. Même chose pour les phases. Ensuite en trace le diagramme réel.