

# Filtres Électroniques Passifs

Raphaël Jamann

Lien playliste Youtube pour comprendre les filtres : [Playliste](#). Aide Latex circuit : [lien](#).

## 1 Qu'est ce qu'un filtre

Un filtre est un quadripôle linéaire (constitué de dipôles linéaires R,L et C) qui **permet d'atténuer certaines fréquences** en régime sinusoïdal.

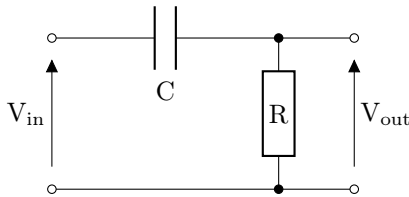
Les filtres fonctionnent grâce à l'impédance complexe des dipôles R et C qui dépendent de la pulsation  $\omega$  et donc de la fréquence  $f = \frac{\omega}{2\pi}$ .

En effet, l'impédance d'un condensateur est  $\underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C}$ .

L'impédance d'une bobine L est  $\underline{Z}_L = j\omega L$

## 2 Exemples de filtres passe haut

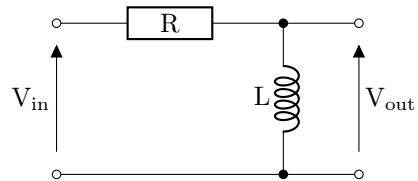
### 2.1 High Pass RC Filter



Sur ce montage, lorsque la fréquence est basse, l'impédance du condensateur est très grande donc la tension de sortie est plus faible que celle d'entrée.

Lien de la [simulation](#).

### 2.2 High Pass RL Filter



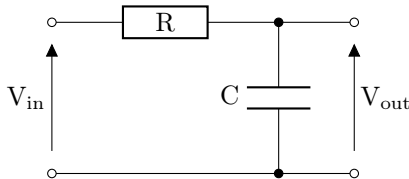
Sur ce montage, lorsque la fréquence est basse, l'impédance de la bobine est faible donc la tension de sortie est faible également.

$$\underline{V}_{out}(t) = \underline{Z}_L \underline{i}(t) = \underline{Z}_L = j\omega L \underline{i}(t)$$

Lien de la [simulation](#).

## 3 Exemples de filtres passe bas

### 3.1 Low Pass RC Filter

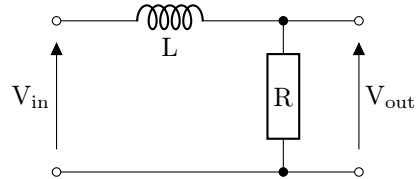


Sur ce montage, lorsque la fréquence est haute, l'impédance du condensateur est basse donc la tension de sortie est basse également.

$$\underline{V}_{out}(t) = \underline{Z}_C \underline{i}(t) = \frac{1}{j\omega C} \underline{i}(t)$$

Lien de la [simulation](#).

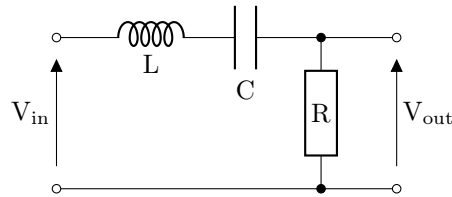
### 3.2 Low Pass RL Filter



Sur ce montage, lorsque la fréquence est haute, l'impédance de la bobine est grande donc la tension de sortie est plus faible que celle d'entrée.

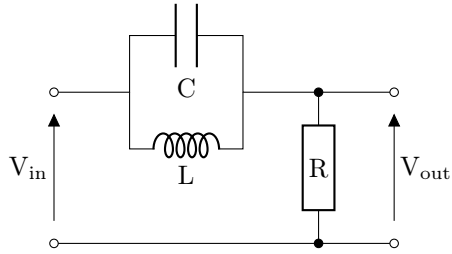
Lien de la [simulation](#).

## 4 Exemple de filtre passe bande

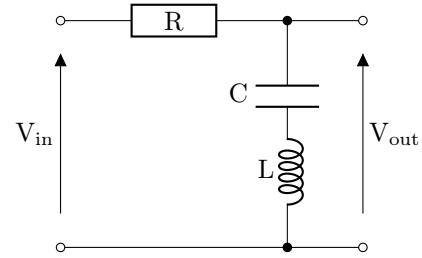


Lien de la [simulation](#).

## 5 Exemple de filtre coupe bande



Lien de la [simulation](#).



On peut aussi faire un circuit comme celui-ci.

Lien de la [simulation](#).

## 6 Fonction de transfert : définitions

Fonction complexe qui indique le rapport entre la tension de sortie et celle d'entrée, notée :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e} = \frac{U_{s_m}}{U_{e_m}} e^{j\varphi_{u_s} - \varphi_{u_e}}$$

Pour trouver  $\underline{u}_s$ , on applique le pont diviseur de tension.

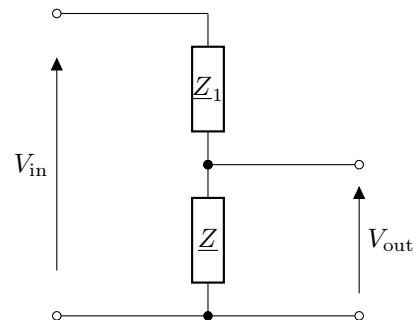
- \* Module de  $H$  : gain  $G(\omega) = |\underline{H}| = \frac{U_{s_m}}{U_{e_m}}$
- \* Gain en décibels :  $G_{dB} = 20 \log |\underline{H}|$
- \* Argument de  $H$  : déphasage  $\varphi(\omega) = \varphi_{u_s} - \varphi_{u_e}$

## 7 Diagrammes de Bode

## 8 Diviseur de Tension

La formule du pont diviseur de tension dans ce circuit est :

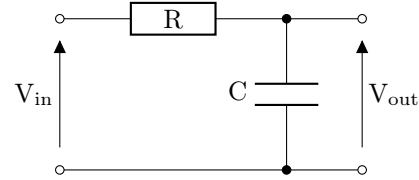
$$V_{out} = V_{in} \times \frac{Z}{Z + Z_1}$$



## 9 Etude complète d'un filtre simple

### 9.1 Schéma électrique du filtre

On reconnaît un filtre passe-bas  $RC$  du premier ordre.



### 9.2 Comportement du filtre à basse et haute fréquence (ou pulsation)

- \*  $\omega \rightarrow 0$  : Le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert ( $Z_C \rightarrow +\infty$ ).  
 $V_{out} = V_{in}$  Le signal basse fréquence passe.
- \*  $\omega \rightarrow +\infty$  : Le condensateur se comporte comme un fil ( $Z_C \rightarrow 0$ ).  
 $V_{out} = 0$  Le signal haute fréquence est coupé (car la tension au borne d'un fil est nulle).

### 9.3 Calcul fonction de transfert

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e} = \frac{1}{\underline{u}_e} \times \underline{u}_e \times \frac{\frac{1}{jC\omega}}{\frac{1}{jC\omega} + R} = \frac{\frac{1}{jC\omega}}{\frac{1}{jC\omega} + R} = \frac{1}{1 + jRC\omega} = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} \quad \text{avec } \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

$$G = |\underline{H}(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

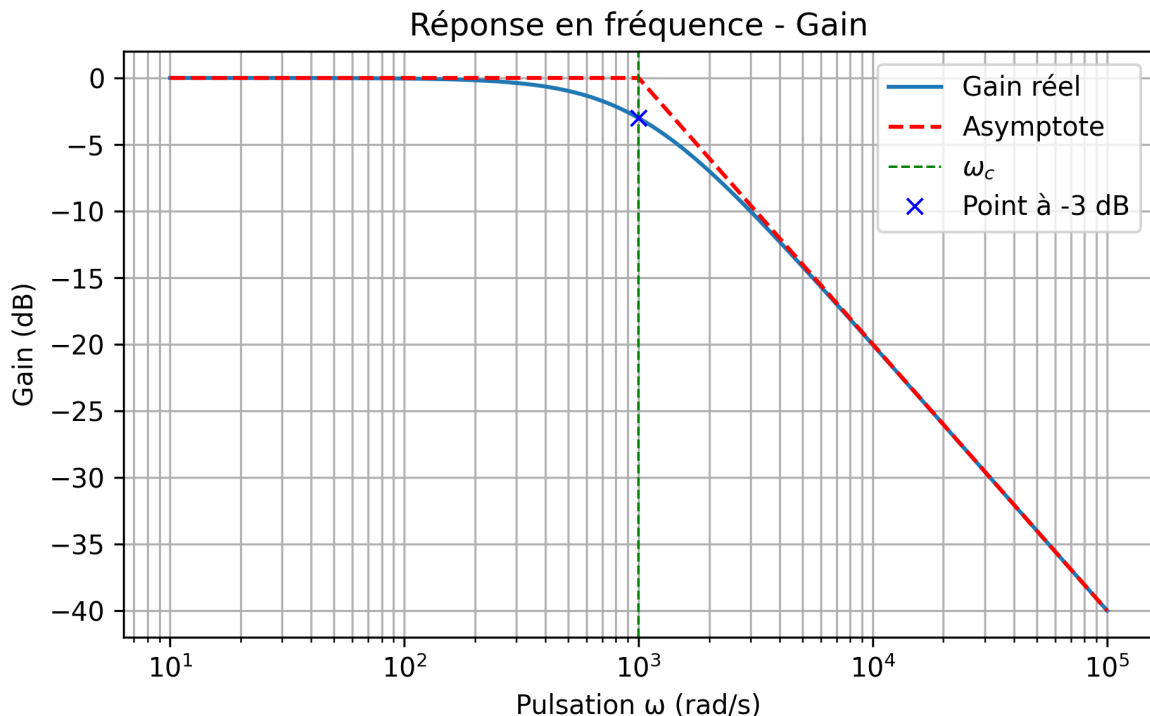
$$G_{dB} = 20 \log |\underline{H}(j\omega)|$$

### 9.4 Etude Asymptotique, diagramme de Bode

- \*  $\omega \rightarrow 0$  :  $G_{dB} \rightarrow 1$
- \*  $\omega \rightarrow +\infty$  :  $G_{dB} \rightarrow 20 \log \left( \frac{\omega_0}{\omega} \right) = 20 \log(\omega_0) - 20 \log(\omega)$  car  $\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \underset{\omega \rightarrow \infty}{\sim} \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} = \frac{\omega_0}{\omega}$

La pente est alors de  $20 \text{ dB}$  par décade (multiplication/division par 10 de la pulsation) pour les hautes fréquences.

- \*  $\omega \rightarrow \omega_0$  :  $G_{dB} \rightarrow 20 \log \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \approx -3 \text{ dB}$



Réponse en fréquence - Phase

