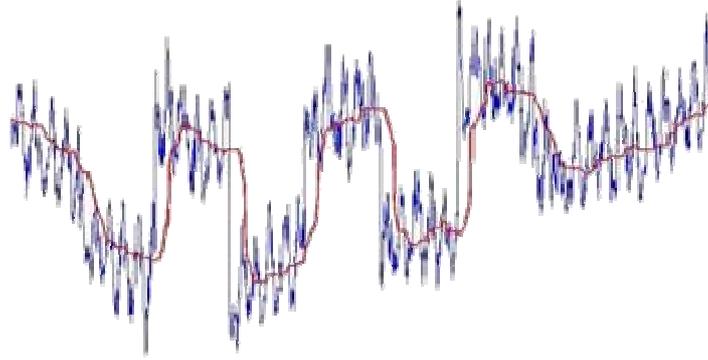


# Traitement du signal : filtrage



## Baccalauréat STI2D-SIN

2.1 : Conception fonctionnelle d'un système local : conditionnement et filtrage d'une information (sous forme analogique)



## Objectifs

A la fin de la séquence, l'élève doit être capable de :

- Établir un modèle de comportement adapté à un filtrage
- Identifier un type de filtre et ses paramètres
- Simuler les solutions fonctionnelles pour valider les différents comportements et faire des choix technologiques qui permettront ensuite de simuler le comportement réel avant implémentation.



## Pré-requis

- [Caractérisation de l'information analogique](#)
- [Codage de l'information](#)
- [Traitement analogique de l'information](#)

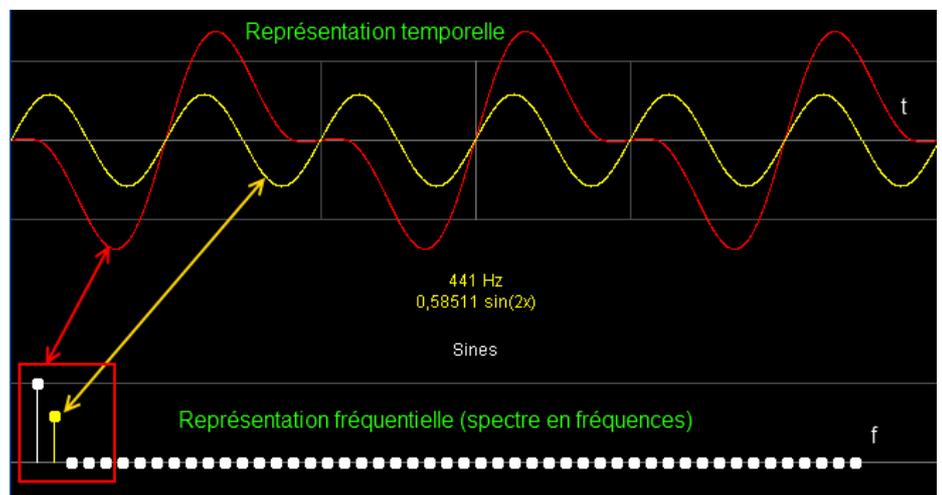
## I/Rappels et définitions



## Analyse de Fourier

Joseph Fourier, un mathématicien, a mis en évidence en 1822 le fait que **tout signal est la somme de signaux sinusoïdaux et cosinusoidaux**.

Pour représenter la composition spectrale d'un signal (spectre en fréquence), on utilise un système d'axe graduée en amplitude (axe des ordonnées) et en fréquence (axe des abscisses). Chaque fréquence est représentée par un trait vertical dont la hauteur est



proportionnelle à l'amplitude du signal. Ce système d'axe est appelé un spectre.

Dans l'exemple précédent le signal composé à pour équation :  $v(t) = \sin(x) + 0,58.\sin(2x)$

Avec  $x = 2.\pi.220\text{Hz}.t$  car il est la somme de deux tensions sinusoïdales de fréquence 220Hz et 440Hz.



## Filtre

On parle de filtrage de signal lorsqu'on atténue (la suppression est difficile) ou favorise dans un signal (électrique ou autre) des réquences par rapport à d'autres.

Un filtre est la solution technique permettant de filtrer.



## Filtre passif

Un filtre passif fait appel à des éléments passifs. En conséquence le signal de sortie ne peut jamais être supérieur au signal d'entrée.

Dans le cas de filtres électriques, les filtres passifs sont composés de résistances, de condensateurs et de bobines.



## Filtre actif

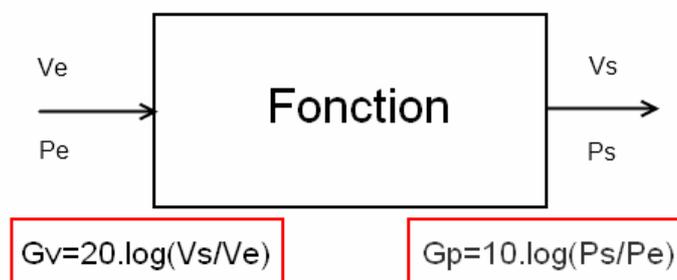
Un filtre actif est composé d'éléments actifs (transistors, amplificateurs opérationnels...) qui permettent d'avoir des amplitudes du signal de sortie supérieures aux amplitudes du signal d'entrée.



## Gain d'un filtre

En électronique, le gain désigne la capacité d'une fonction à augmenter la puissance ou l'amplitude d'un signal d'entrée.

L'unité du gain est le **DECIBEL** ou **dB**



Un gain nul signifie que le signal de sortie à la même amplitude que le signal d'entrée.

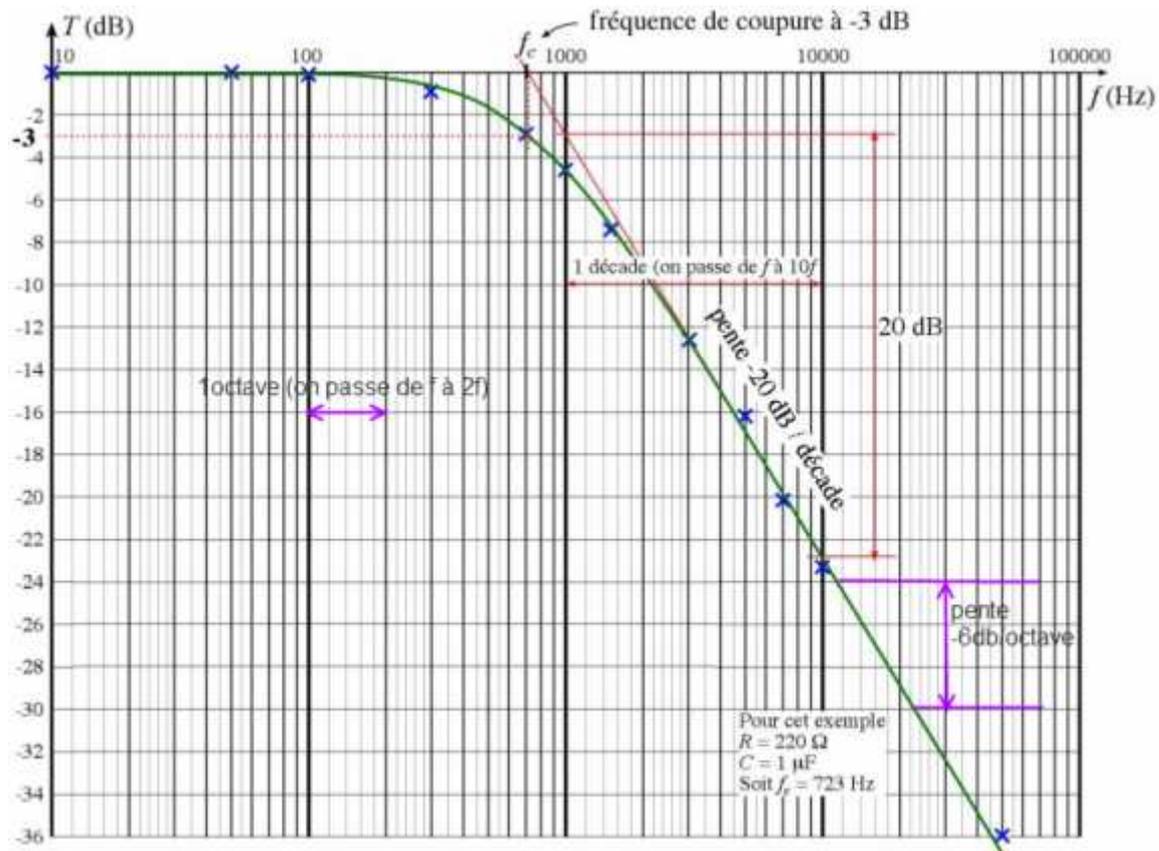


## Ordre d'un filtre

L'ordre d'un filtre définit sa capacité à atténuer les fréquences. Plus l'ordre est élevé, plus la pente de l'intervalle de fréquence (souvent l'octave ou la décade) et de l'amplification est élevée.

Ainsi un filtre du :

- 1° ordre atténue les fréquences de 6dB/Octave ou 20 dB/décade
- 2° ordre atténue les fréquences de 12dB/Octave ou 40 dB/décade

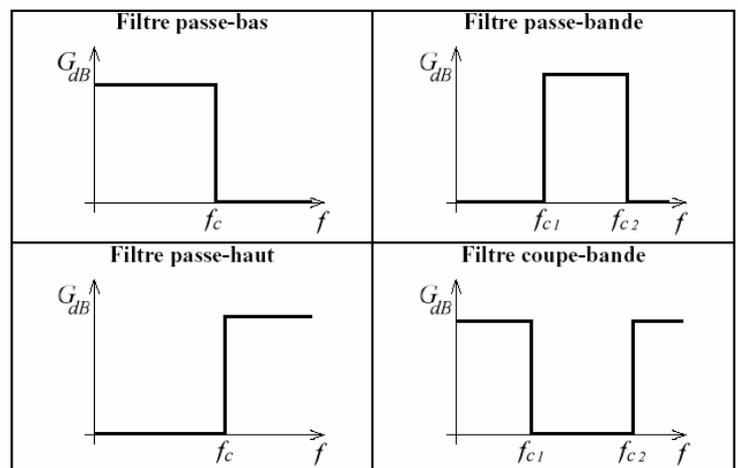


## III/ Types de filtre

Selon les fréquences à exclure, les filtres peuvent être de 4 types caractérisés par leur gabarit.

Le gabarit indique les fréquences limites ( $f_c$ : fréquence de coupure) que doit respecter le filtre.

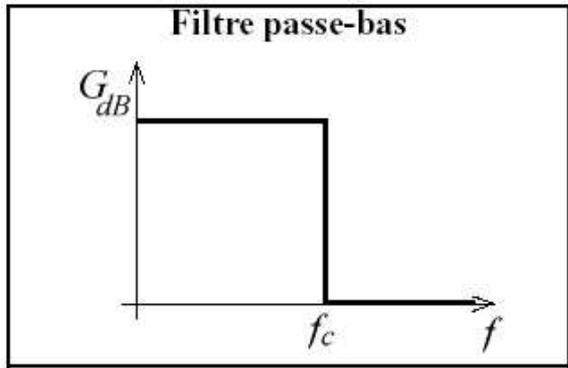
- Filtre passe bas
- Filtre passe haut
- Filtre passe bande
- Filtre coupe-bande ou réjecteur de bande



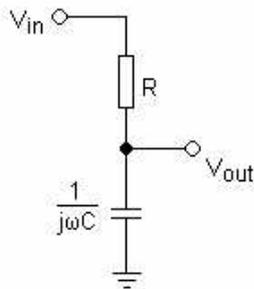
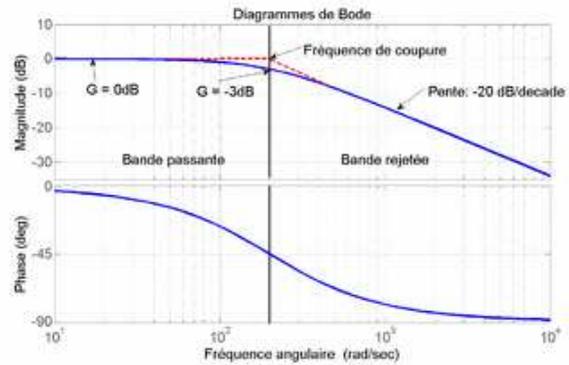


# Filtre passe-bas

Un filtre passe-bas laisse passer les fréquences basses et atténue les fréquences hautes.



Exemple de solution pour un filtre passe bas

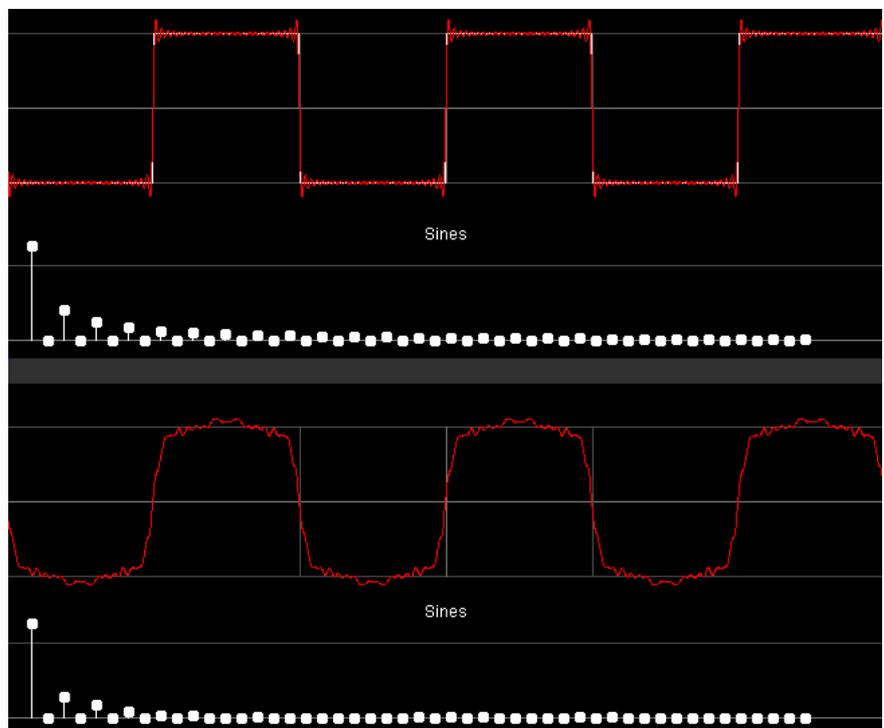


$$H(j\omega) = \frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{1 + jRC\omega}$$

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$   $V_{out} = V_o$  et  $V_{in} = v_i$

- Si  $f \rightarrow 0$  alors  $\lim(H(j\omega)) = 1$  donc  $V_o = V_i$
- Si  $f \rightarrow \infty$  alors  $\lim(H(j\omega)) = 0$  donc  $V_o = 0$

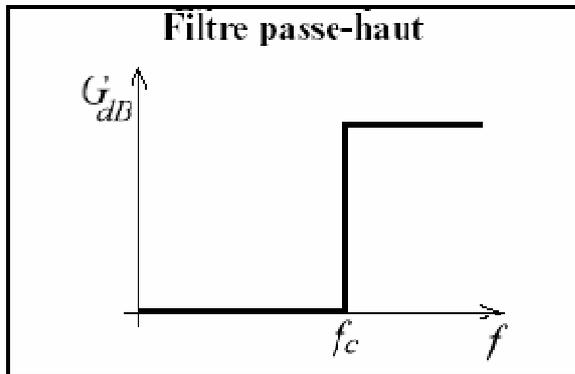
Ci-contre, la transformation d'un signal carré par un filtre passe bas. On peut remarquer l'atténuation des raies dans la représentation fréquentielle.



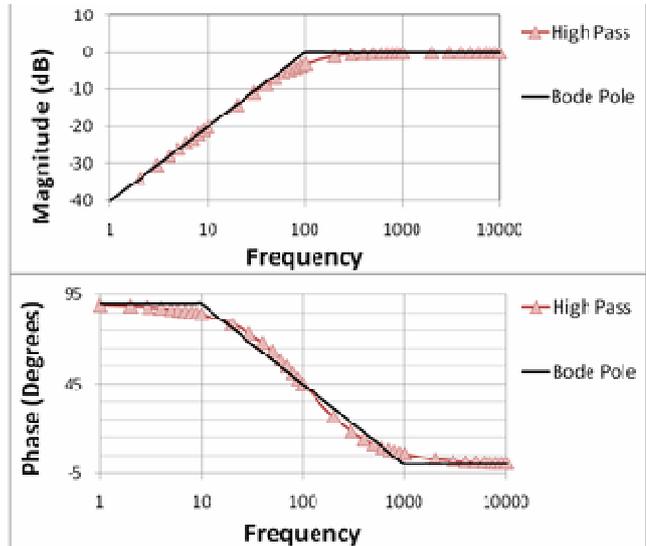
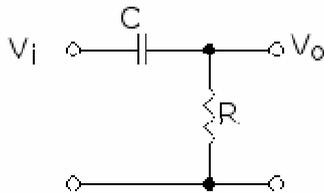


## Filtre passe-haut

Un filtre passe-haut laisse passer les fréquences hautes et atténue les fréquences basses.



Exemple de solution pour un filtre passe bas



$$H(j\omega) = \frac{v_o}{v_i} = \frac{jRC\omega}{1 + jRC\omega}$$

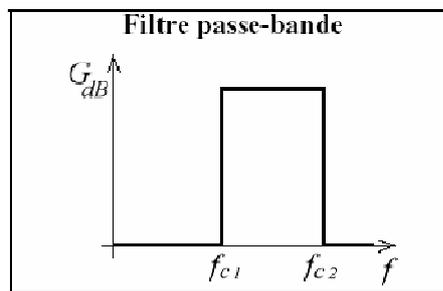
$$\omega = 2.\pi.f$$

- Si  $f \rightarrow 0$  alors  $\lim(H(j\omega))=0$  donc  $V_o = 0$
- Si  $f \rightarrow \infty$  alors  $\lim(H(j\omega))=1$  donc  $V_o = V_{in}$

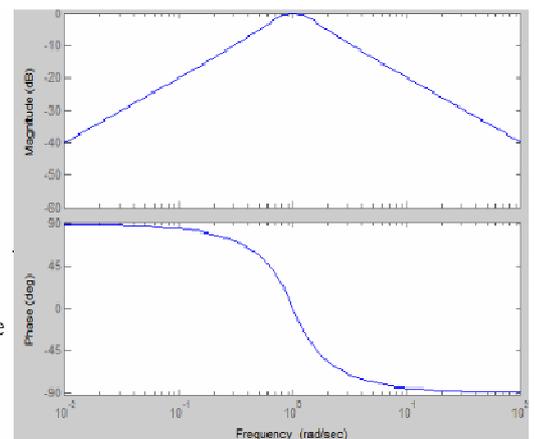
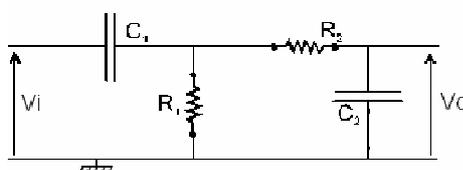


## Filtre passe bande

Un filtre passe-bande est un filtre ne laissant passer qu'une bande ou intervalle de fréquences compris entre une fréquence de coupure basse et une fréquence de coupure haute du filtre. Il cumule le fonctionnement du filtre passe-bas et du filtre passe-haut.



Exemple de solution pour un filtre passe bande



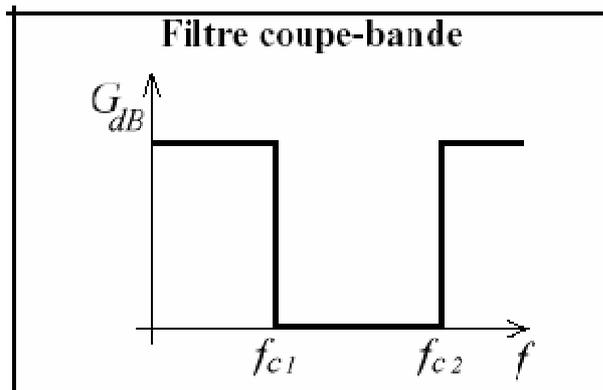
$$H(j\omega) = \frac{v_o}{v_i} = \frac{j R_1 C_1 \omega}{1 + j R_1 C_1 \omega} \times \frac{1}{1 + j R_2 C_2 \omega}$$



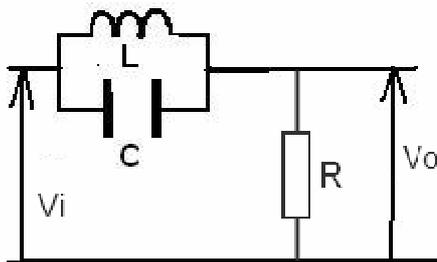
## Filtre coupe bande ou réjecteur

Un filtre coupe-bande aussi appelé filtre réjecteur de bande est un filtre empêchant le passage d'un intervalle de fréquences.

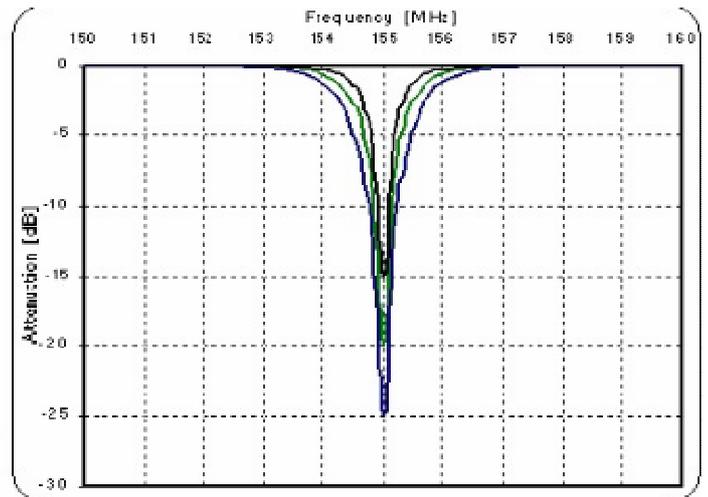
Il est composé d'un filtre passe-haut et d'un filtre passe-bas dont les fréquences de coupure sont souvent proches mais différentes, la fréquence de coupure du filtre passe-bas est systématiquement inférieure à la fréquence de coupure du filtre passe-haut.



Exemple de solution pour un filtre réjecteur



$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1 - LC\omega^2}{1 + j(L\omega/R) - LC\omega^2}$$



$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

- Si  $f \rightarrow 0$  alors l'impédance de  $L=0\Omega$  et  $V_o=V_i$
- Si  $f \rightarrow \infty$  alors l'impédance de  $C=0\Omega$  donc  $V_o = V_i$
- Entre les fréquences de coupure le circuit LC est résistif et  $V_i$  est atténué.