

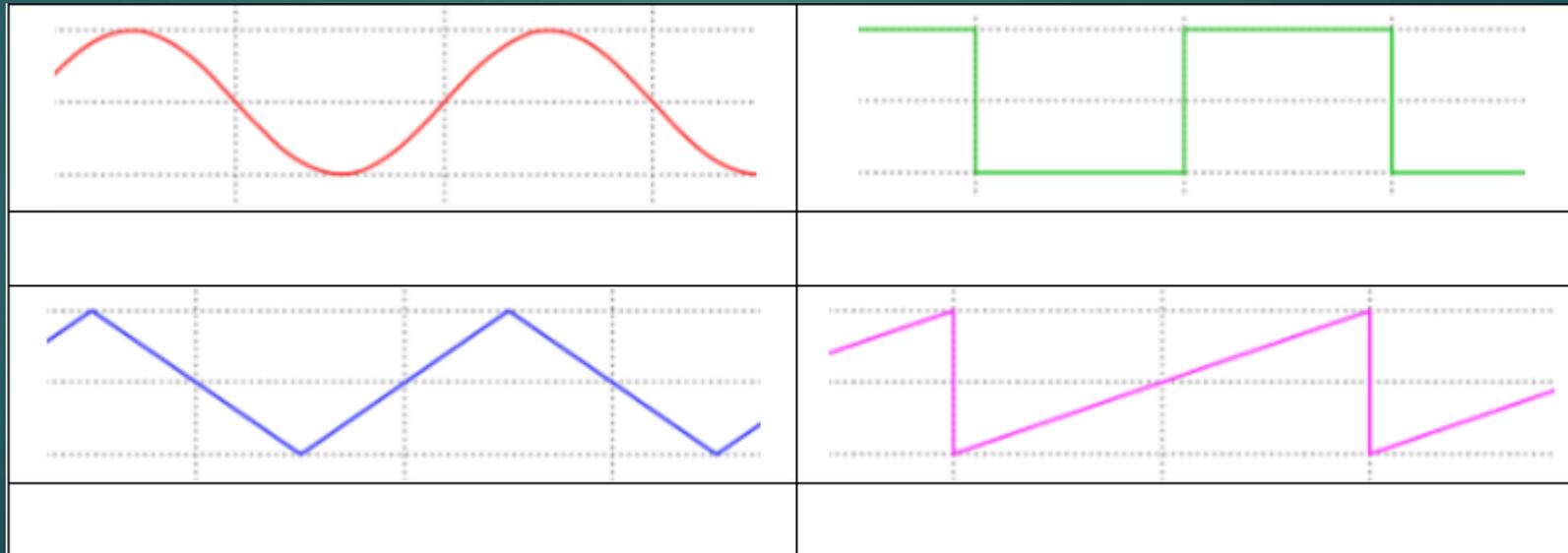
# Traitement analogique

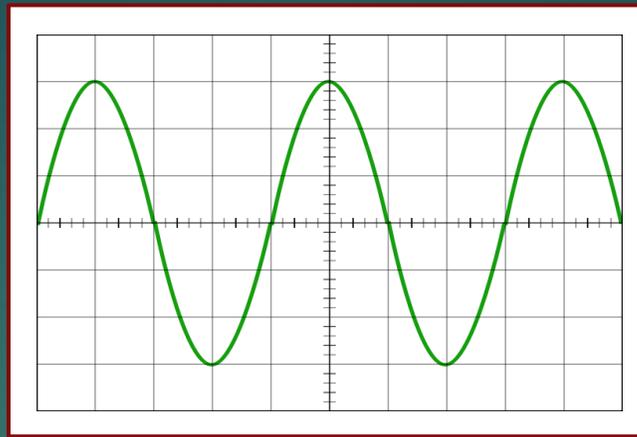
Un signal analogique est un signal (tension, intensité, etc.) qui varie de façon continue au cours du temps. Il peut prendre une infinité de valeurs contrairement à un signal numérique qui n'est que composé que de 0 et de 1.

## Caractéristiques d'un signal analogique :

Tout signal électrique (tension ou courant) est défini par :

- Sa forme d'onde.





- Son amplitude (ou son amplitude crête à crête : différence entre la valeur maximale et la valeur minimale du signal).
- Sa période : temps au bout duquel le signal se reproduit de manière identique.
- Sa fréquence : inverse de la période, c'est le nombre de cycle par seconde.
- Son rapport cyclique (pour les signaux carrés et rectangulaires) : rapport entre le temps du niveau haut et la période.
- Sa valeur moyenne : moyenne des valeurs instantanées mesurées sur une période complète.
- Sa valeur efficace : valeur de la tension continue constante qui aurait les mêmes effets qu'elle sur un dipôle résistif.



## Exemple avec le réseau électrique monophasé :

La tension du secteur est **alternative et sinusoïdale**.

Sa valeur efficace est  $U_{eff} = 230\text{ V}$

Sa valeur maximale est  $U_{max} = U_{eff} \times \sqrt{2} = 325\text{ V}$

Sa période est  $T = 0,02\text{ s} = 20\text{ ms}$

Sa fréquence est  $f = 1/0,02 = 50\text{ Hz}$

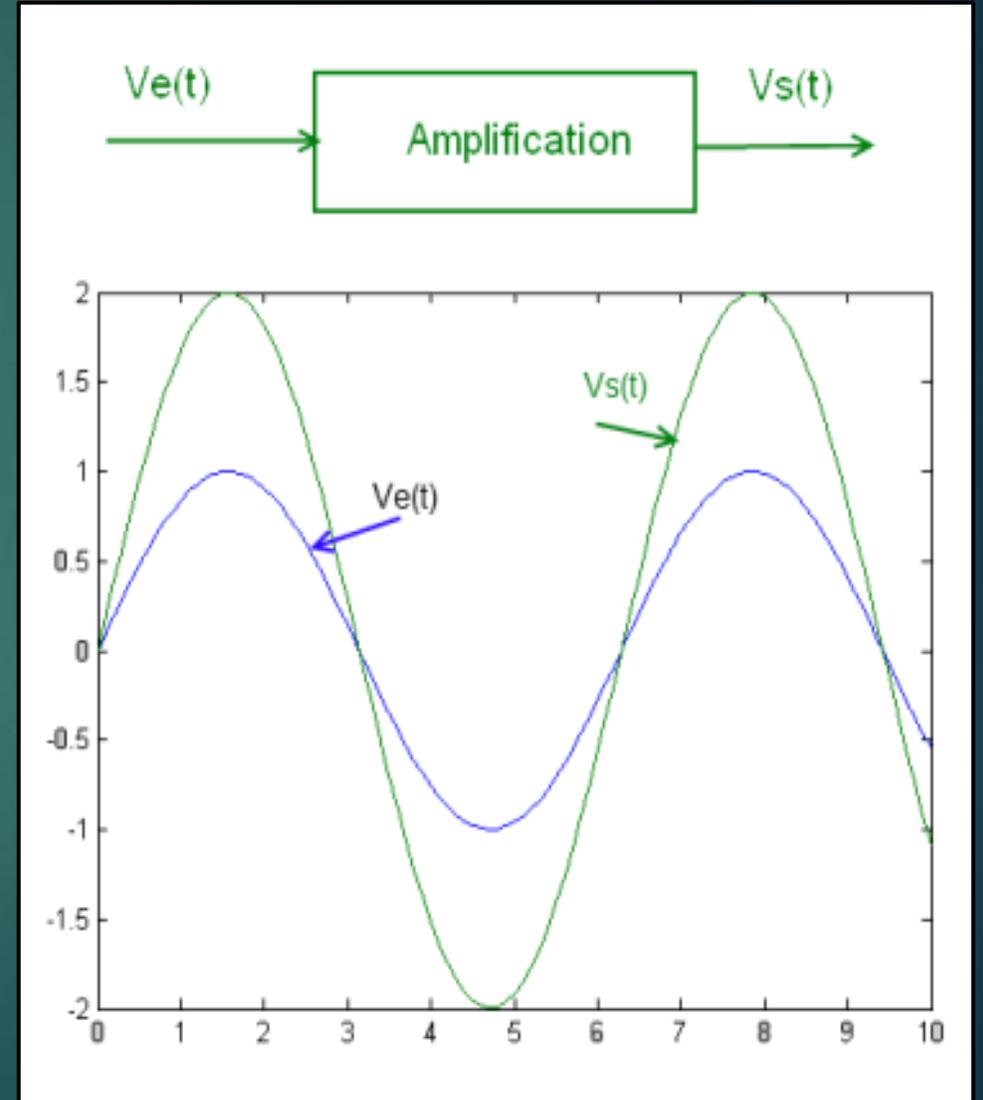


# Opérations élémentaires :

## Amplification / atténuation :

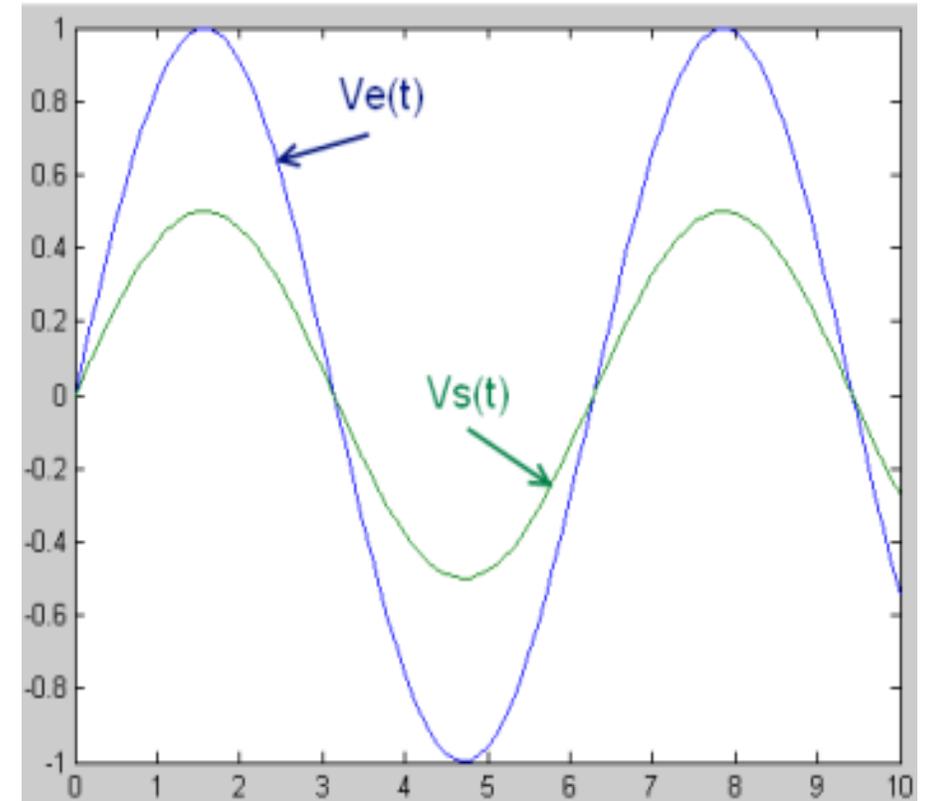
L'amplification d'un signal électrique consiste à augmenter une ou certaines de ses grandeurs électriques (le courant, la tension ou les deux et donc la puissance).

Une opération d'amplification est une opération de multiplication du signal d'entrée par une constante supérieure à 1.

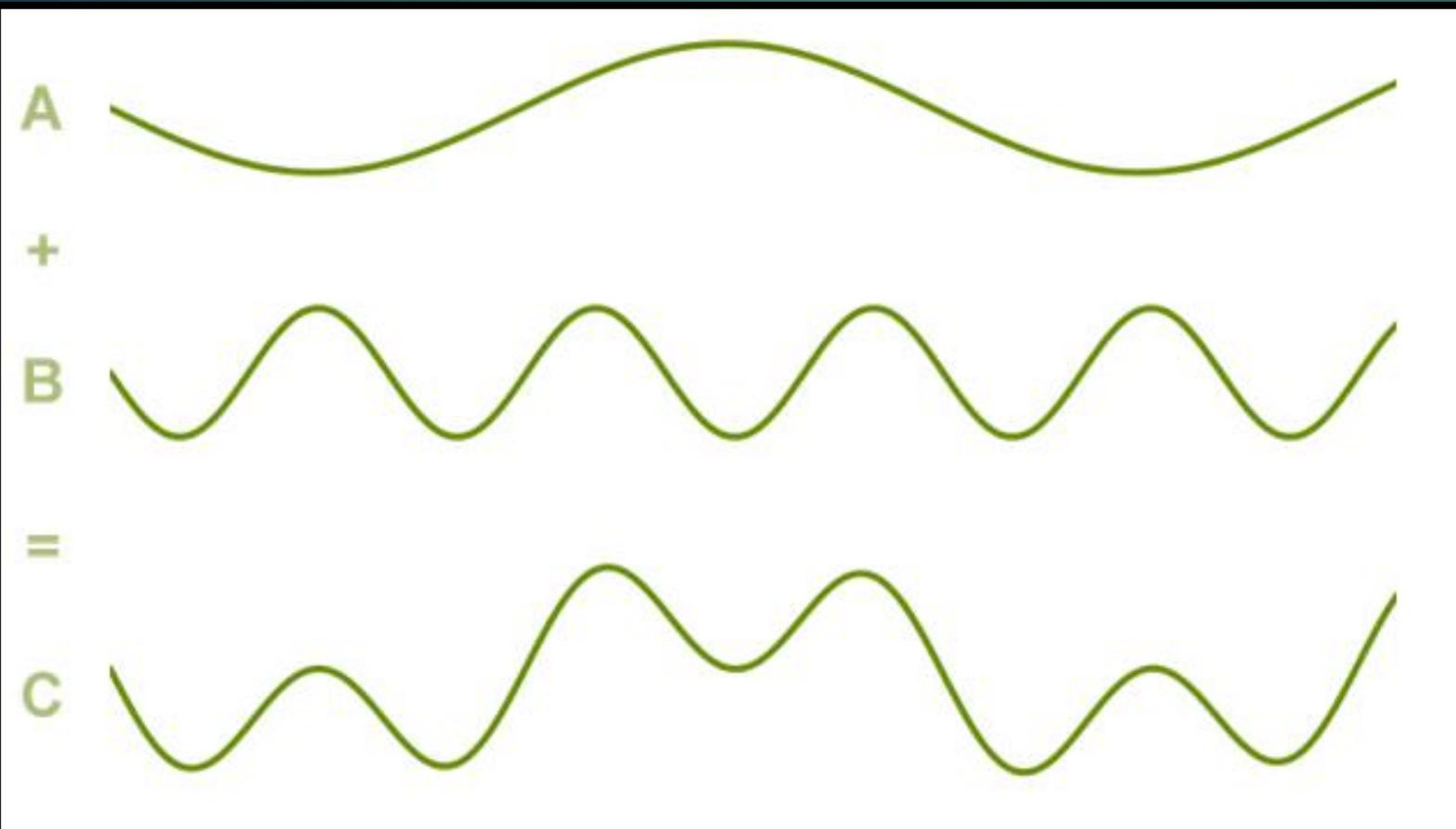
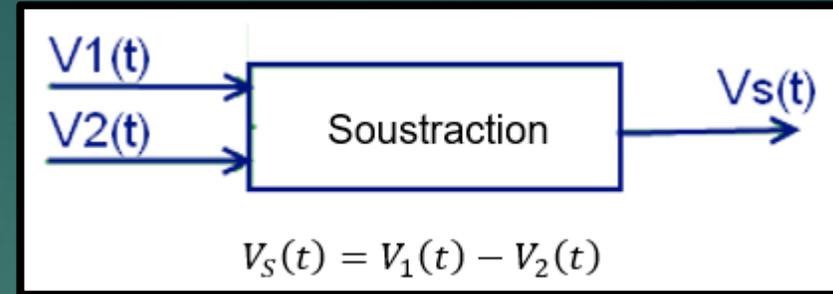
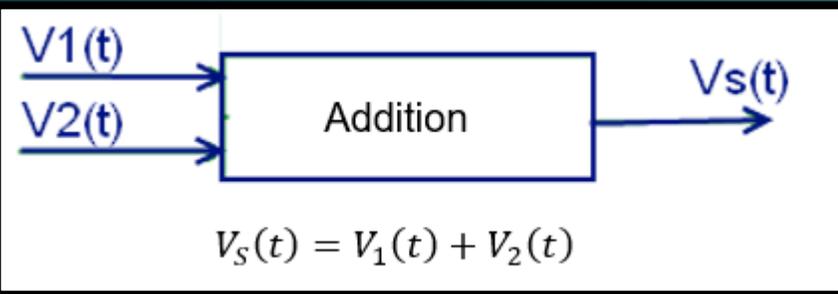


L'opération inverse de l'amplification est l'atténuation.

L'atténuation est une opération de multiplication du signal d'entrée par un nombre compris entre 0 et 1 (ou d'une division par une constante supérieure à 1).



## Addition / soustraction :

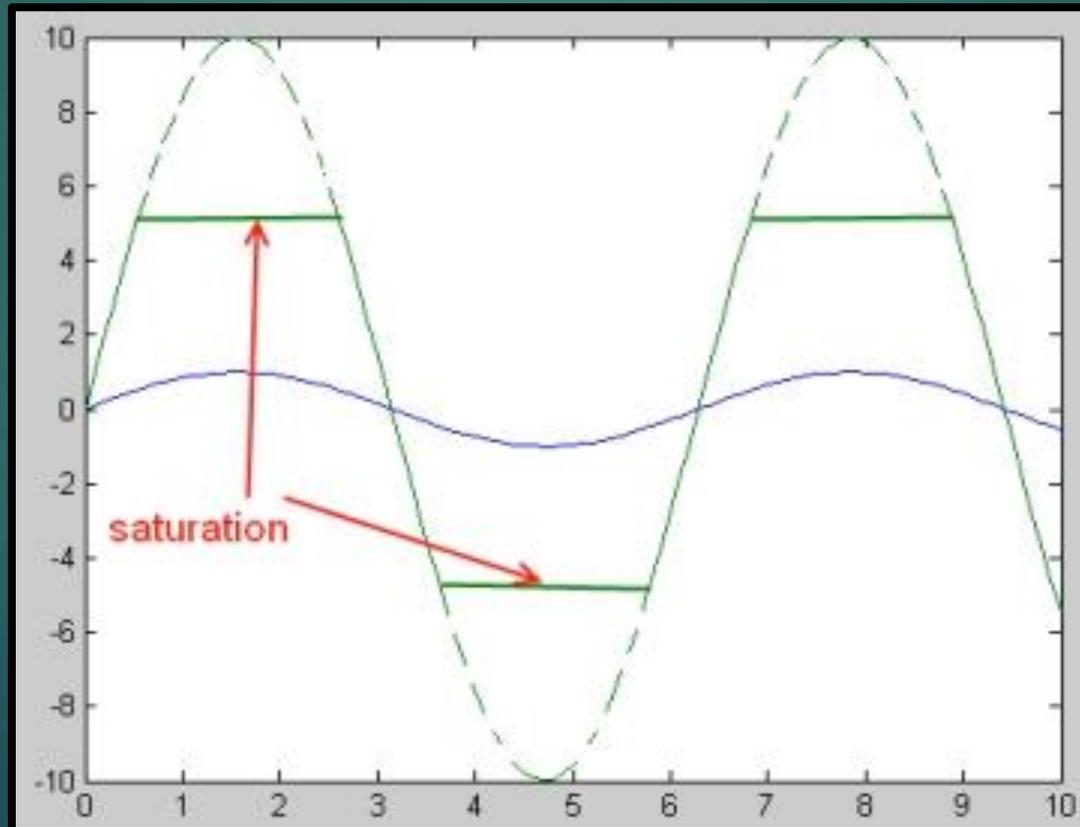


## Saturation / comparaison :

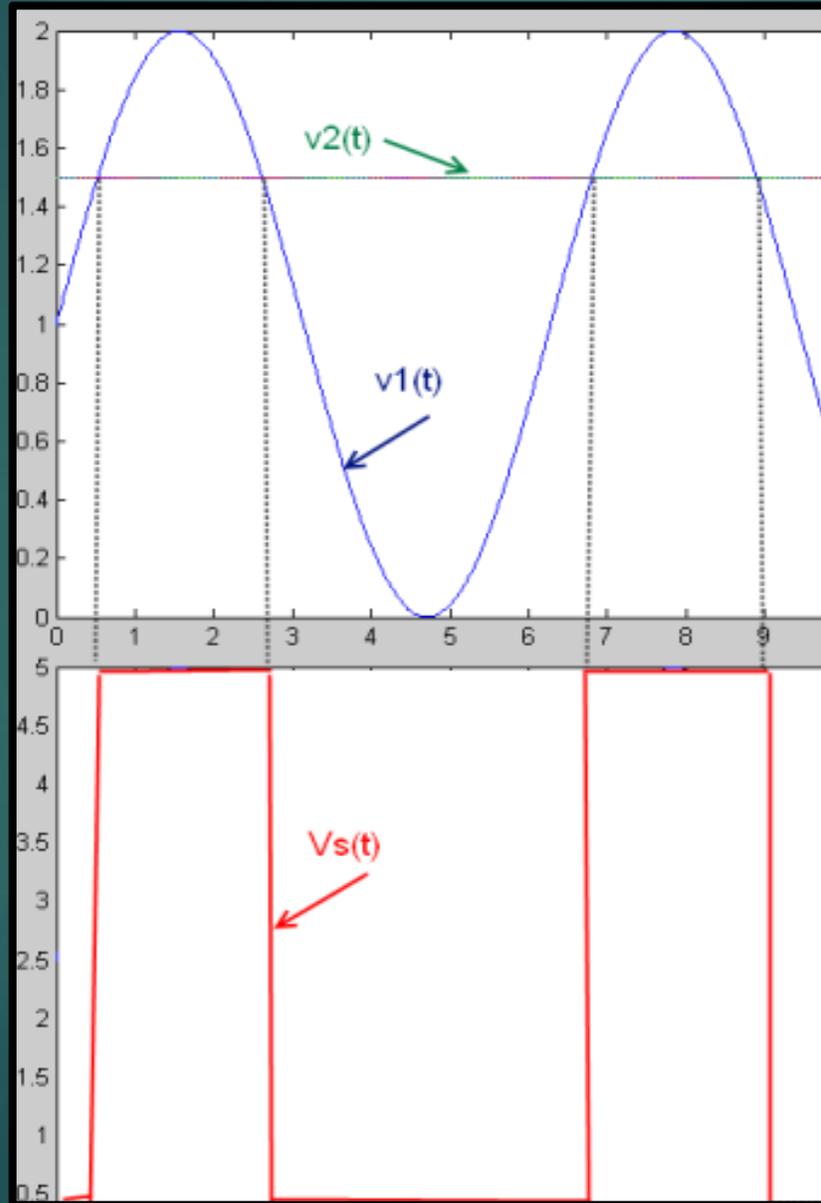
Les structures de traitement des signaux analogiques sont réalisées avec des amplificateurs. Ces derniers ne peuvent restituer, au maximum, que la tension maximum qui les alimente.

Si théoriquement ils doivent restituer plus, la tension de sortie ne dépassera pas cette tension d'alimentation. On dit qu'ils saturent.

Exemple d'un signal amplifié par un amplificateur alimenté en +5V et -5V :



En soustrayant un signal à un autre et en l'amplifiant très fortement – au point de saturer l'amplificateur – on réalise une structure capable de comparer une tension à une autre et de restituer un signal logique. On l'appelle comparateur.



L'amplificateur est alimenté entre 0V et 5V.

Si  $V_1(t) > V_2(t)$  la tension de sortie est à 5V.

Si  $V_1(t) < V_2(t)$  la tension de sortie est à 0V.

## Filtrage :

Le filtrage d'un signal analogique permet la suppression de fréquences non désirées.

### Types de filtres :

- Les filtres actifs : Amplification du signal d'entrée par un élément actifs (ALI : Amplificateur Linéaire Intégré, transistors)
- Les filtres passifs : Composés uniquement d'éléments passifs (résistance, condensateur, bobine)

### Caractérisation du filtrage :

Un filtre se caractérise par sa fonction de transfert (appelée aussi transmittance).

$$T = \frac{U_s}{U_e}$$

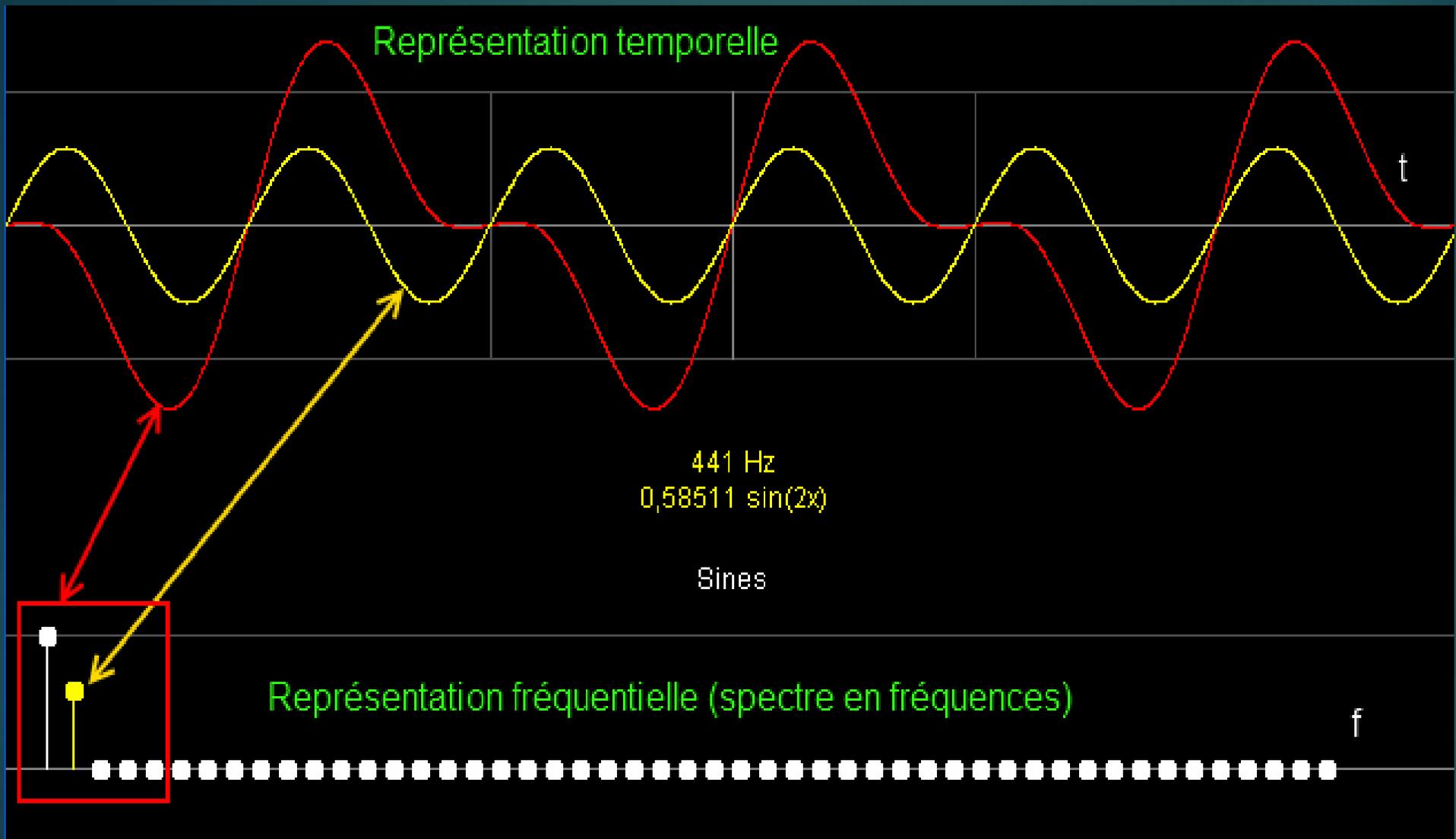
$U_s$  est le signal de sortie du filtre.

$U_e$  est le signal d'entrée du filtre.

# Analyse de Fourier

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

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 a pour équation :  $v(t) = \sin(x) + 0,58 \cdot \sin(2x)$

Avec  $x = 2 \cdot \pi \cdot 220 \cdot t$  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 fréquences 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.

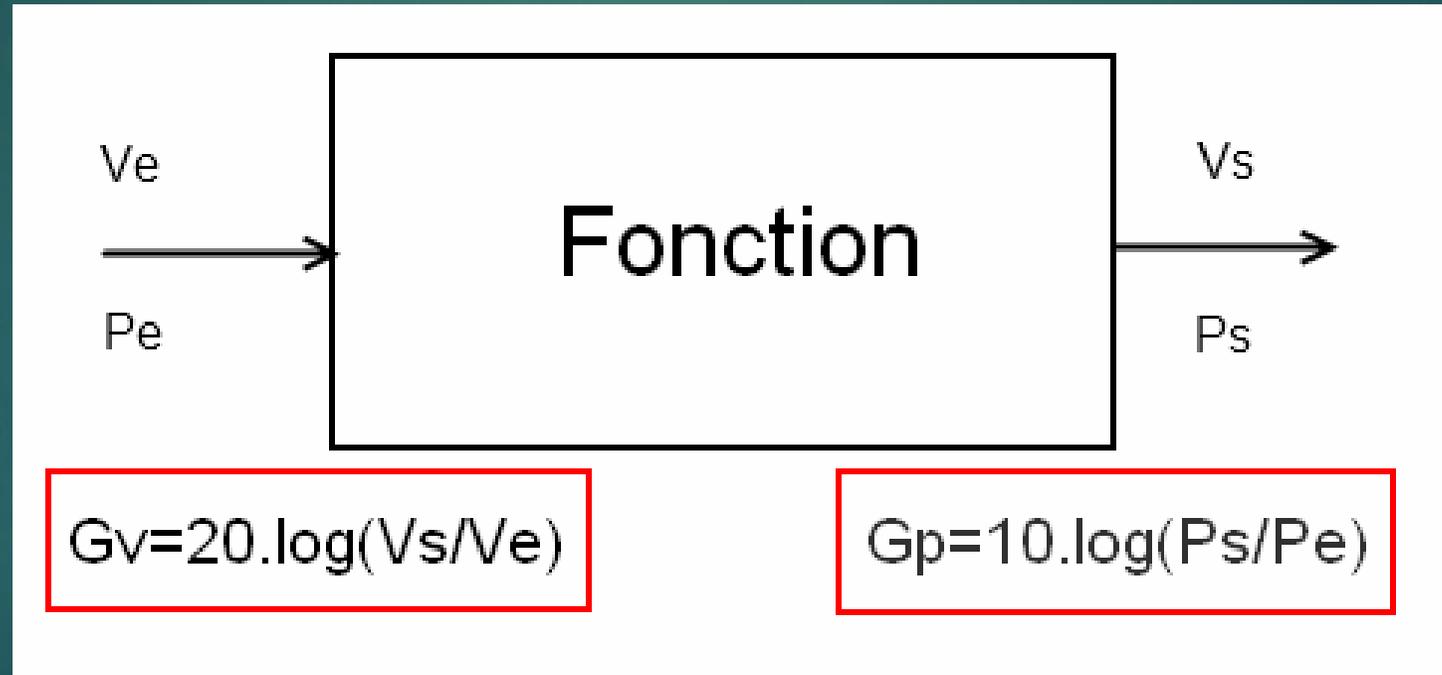
# Filtre actif

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**.



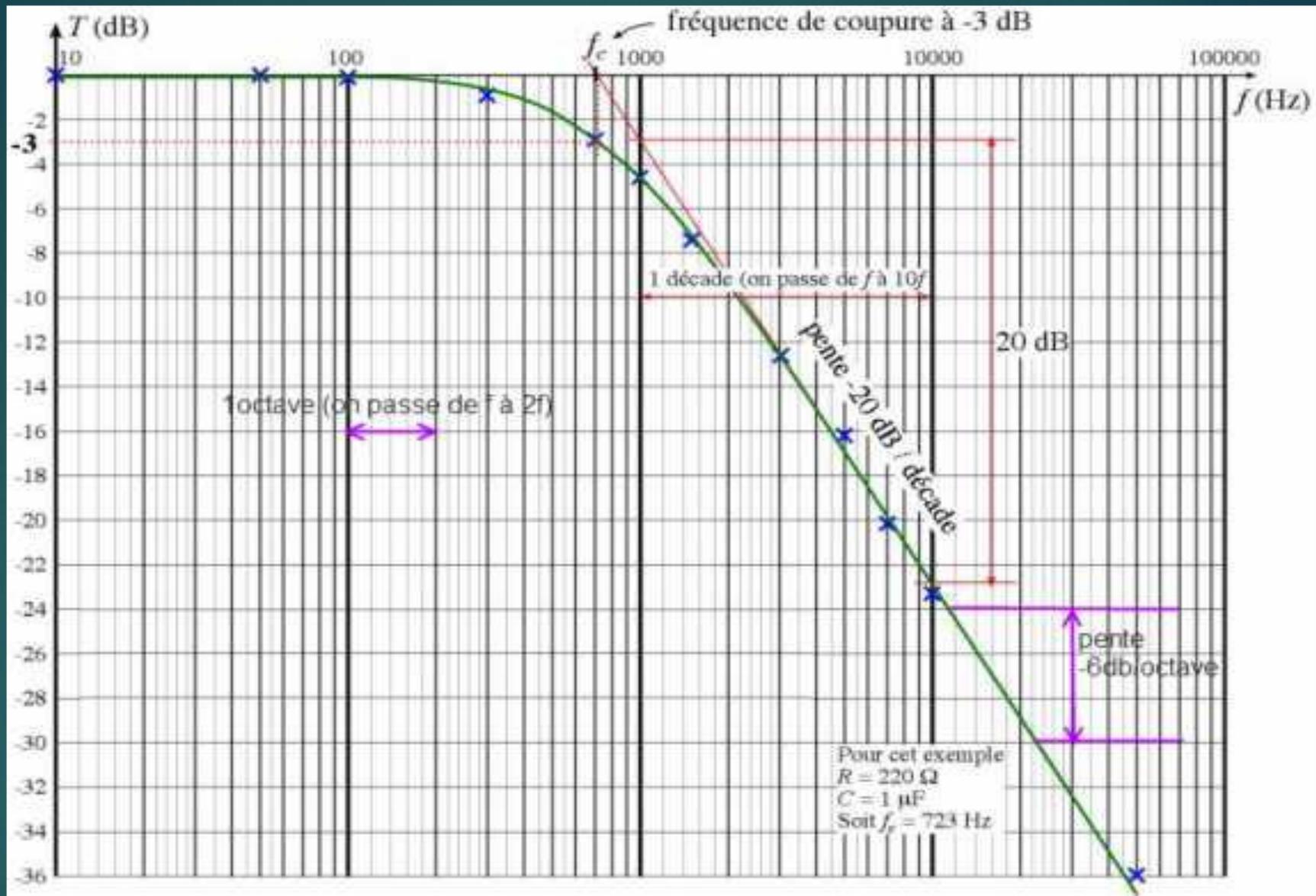
Un gain nul signifie que le signal de sortie à la même amplitude que le signal d'entrée.

# 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

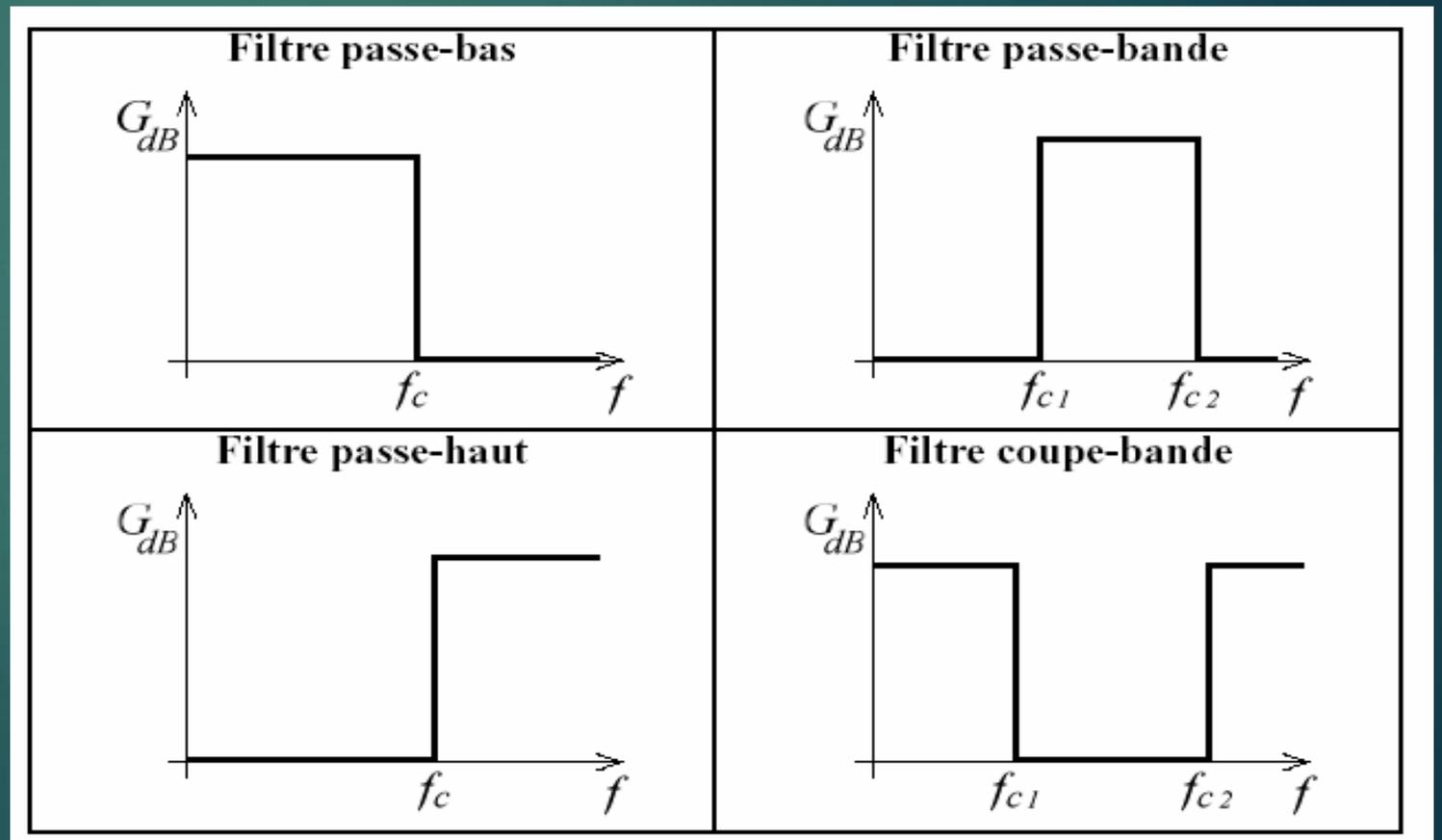


Lorsque l'on définit un filtre, on le caractérise par sa **fréquence de coupure** ( $f_c$ ) : Cela signifie que le gain à cette fréquence sera de **-3 dB**.

# Type de filtre

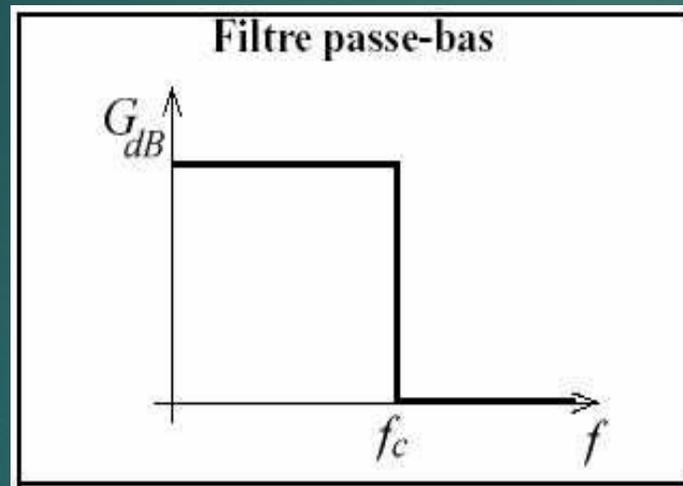
Selon les fréquences à exclure, les filtres peuvent être de 4 types caractérisés par leur gabarit. Le gabarit indique les fréquences limites ( $f_c$  : fréquence de coupure) que doit respecter le filtre.

- Filtre passe bas
- Filtre passe haut
- Filtre passe bande
- Filtre coupe-bande

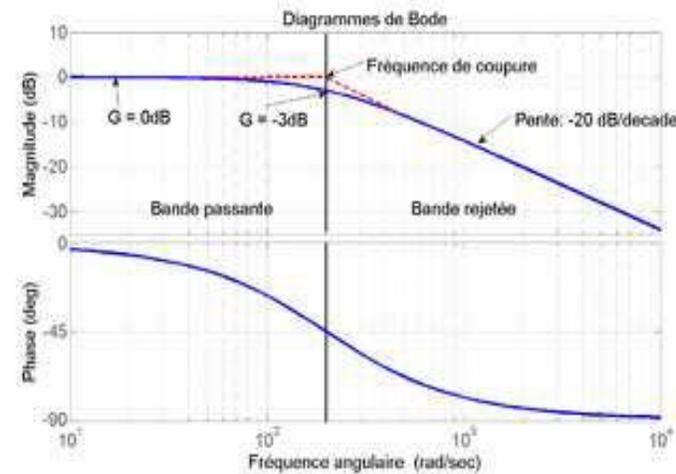
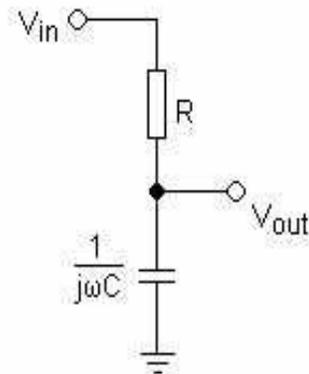


# Filtre passe bas

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



Exemple de solution pour un filtre passe bas



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