

# Les filtres

## Introduction

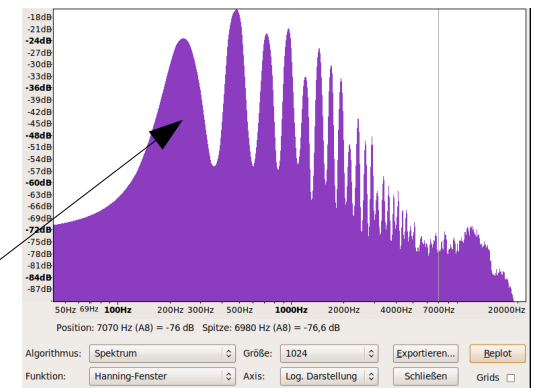
Un **filtre** est un montage électronique qui ne laisse passer que les signaux compris dans un domaine de fréquence limité, appelé la **bande passante** du filtre.

Il peut s'agir soit :

- d'éliminer ou d'affaiblir des fréquences parasites indésirables ;
- d'isoler dans un signal complexe la ou les bandes de fréquences utiles.

Exemple : 2010 Lors de la coupe du monde en Afrique du Sud :

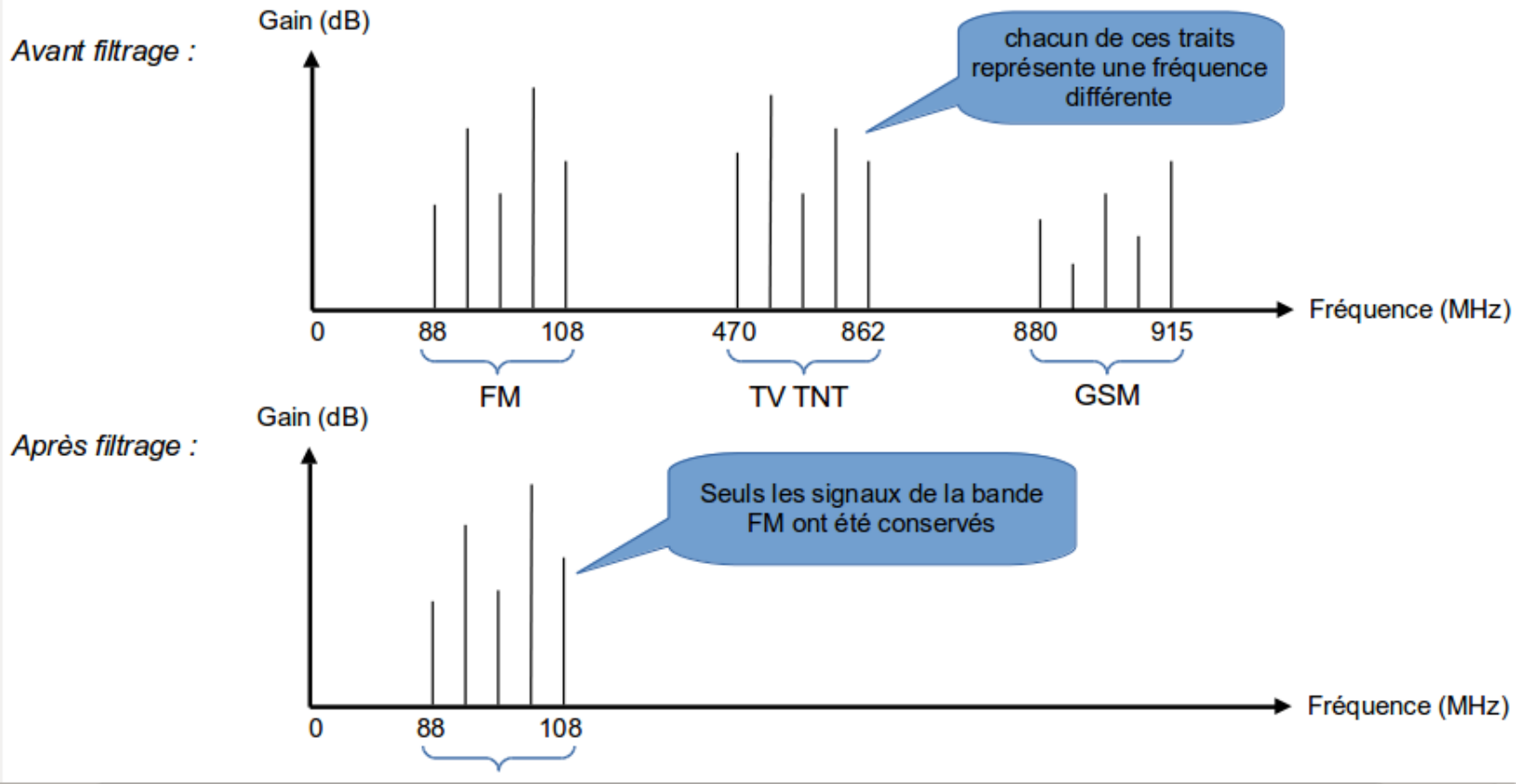
En France, Canal + est la première à prendre des mesures. La chaîne cryptée fait appel à une société, spécialisée dans les algorithmes de séparation sonore qui lui installe un dispositif de filtrage, de façon à estomper les bruits de vuvuzelas tout en préservant l'ambiance.



la vuvuzela a une fondamentale en si bémol : 233 Hz

## Introduction

Autre exemple, dans un récepteur de radio, un filtre permet de ne conserver que les signaux de fréquence FM en sortie de l'antenne.



Un filtre modifie le **spectre** du signal d'entrée, il va donc déformer le signal. Il n'y a pas de création d'harmonique mais le filtre transmet, amplifie ou atténue certains harmoniques.

## Caractérisation d'un filtre :



### Filtre passif et filtre actif

Un **filtre passif** fait appel à des composants passifs, résistances, condensateurs ou bobines. En conséquence le **signal de sortie  $V_s$**  ne peut jamais être supérieur au signal d'entrée  $V_e$ .

$$V_e > V_s$$

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

## Caractérisation d'un filtre :

### 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 **DÉCIBEL** ou **dB**. Un filtre modifie le **spectre** du signal d'entrée, il va donc déformer le signal. Il n'y a pas de création d'harmonique mais le filtre transmet, amplifie ou atténue certains harmoniques.

L'expression du gain d'un filtre est :

$$G = 20 \times \log \left( \frac{V_s}{V_e} \right) \quad \text{ou encore} \quad G = 20 \times \log (T) \quad \text{avec } T = V_s / V_e$$

## Rappels sur la fonction logarithme :

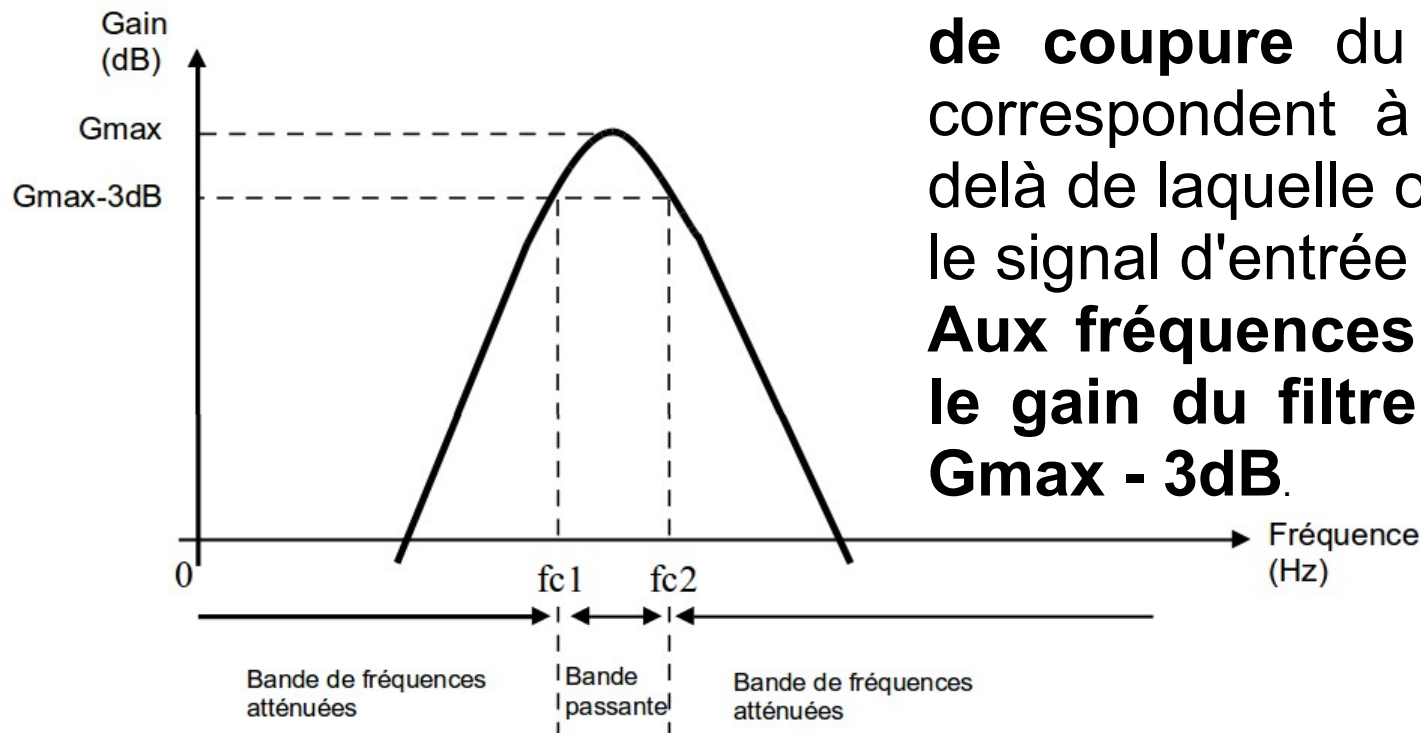
Attention : Le « log » est la fonction « logarithme », il ne faut pas le confondre avec son compère, le logarithme népérien.

Propriétés	Exemples
La multiplication devient addition : $\log ( a \times b ) = \log a + \log b$	$\log (2x) =$
La division devient différence : $\log ( a / b ) = \log a - \log b$	$\log (5/x) =$
La fonction inverse de $\log n$ est $10^n$ : $\log ( 10^n ) = n$	Si $G=0\text{dB}$ , $T =$

## Diagramme de Bode

Le **diagramme de Bode** permet de visualiser le **Gain** en décibel (dB) d'un filtre en fonction de la **Fréquence** du signal appliqué en entrée. On l'appelle encore **courbe de réponse** du filtre. Cela va nous permettre de voir à quelle fréquence le signal passe et où il est atténué.

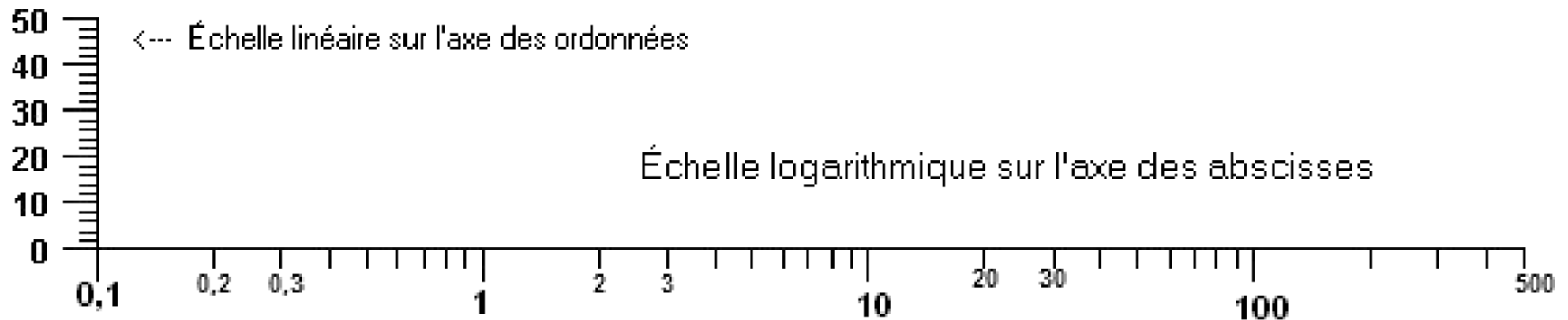
Exemple de diagramme de Bode :



$f_{c1}$  et  $f_{c2}$  sont les **fréquences de coupure** du filtre : elles correspondent à la limite au delà de laquelle on estime que le signal d'entrée est atténué. **Aux fréquences de coupure le gain du filtre est égale à  $G_{\max} - 3\text{dB}$ .**

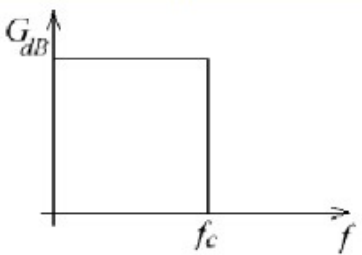

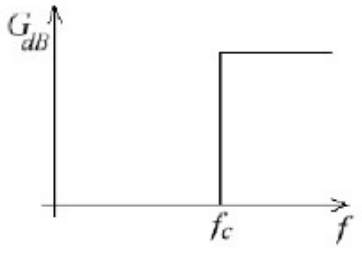

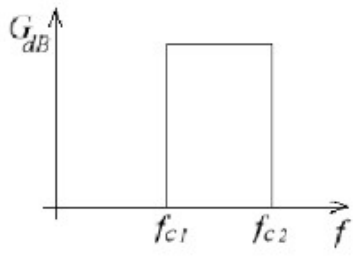

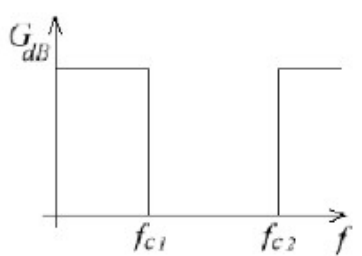
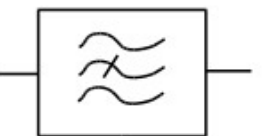
## Diagramme de Bode

Les diagrammes de Bode se tracent sur du papier semi-logarithmique, ce qui permet de visualiser un éventail plus important de fréquences.



# Les filtres

**Type du filtre :** Les filtres essentiels sont de quatre types :

	Courbe de réponse idéale	Symbole	Effet
filtre passe-bas			Toutes les fréquences inférieures à $f_c$ sont conservées, les autres éliminées
filtre passe-haut			Toutes les fréquences inférieures à $f_c$ sont éliminées, les autres conservées
filtre passe-bande			Seules les fréquences comprises entre $f_{c1}$ et $f_{c2}$ sont conservées, les autres éliminées
filtre coupe-bande			Les fréquences comprises entre $f_{c1}$ et $f_{c2}$ sont éliminées, les autres conservées

# Les filtres

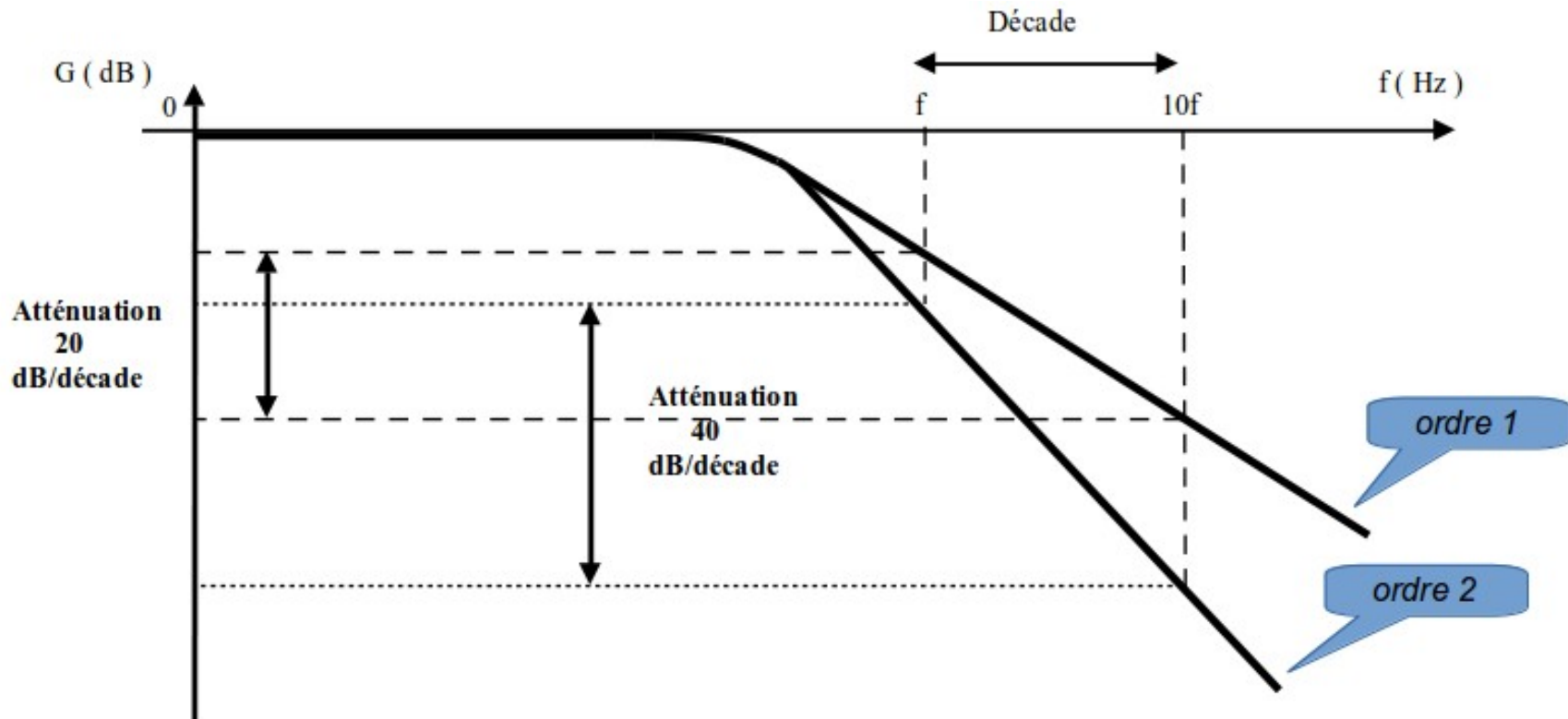
**Ordre du filtre :** L'ordre d'un filtre est donné par la pente de la réponse en fréquence du filtre :

20 dB/décade = ordre 1

40 dB/décade = ordre 2

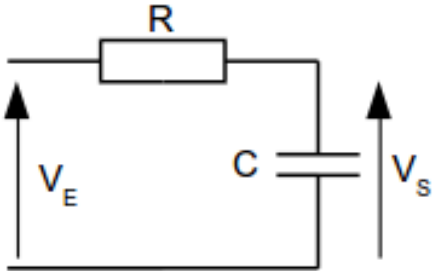

60 dB/décade = ordre 3      *etc.*

Exemple :



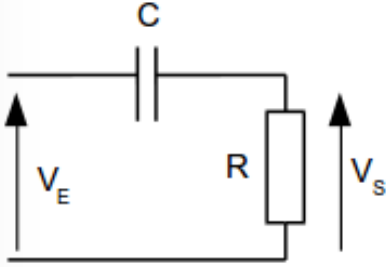

# Les filtres

## Les filtres passifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
		
	<p>Réponse en fréquence</p> 	

# Les filtres

## Les filtres passifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
		
	<p>Réponse en fréquence</p> 	

## Les filtres passifs RC du premier ordre :

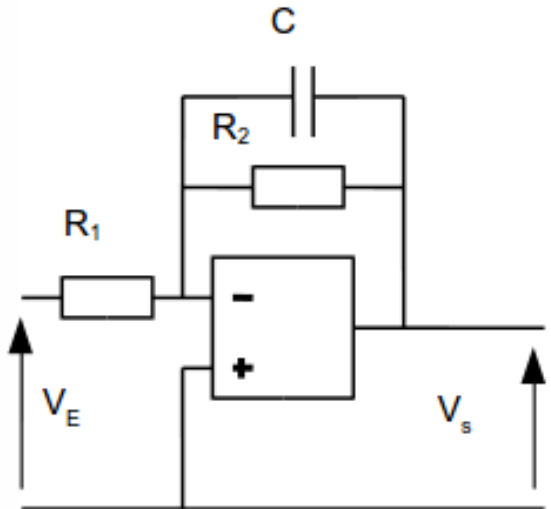

Remarque : un cas particulier de l'utilisation du filtre passe-bas concerne **la séparation de la composante continue**, valeur moyenne d'un signal.

Pour cette application, la fréquence de coupure  $f_c$  du filtre doit être inférieure à la plus faible des fréquences du signal dont on veut récupérer la valeur moyenne.

Cela peut conduire à prendre pour  $f_c$  une valeur très faible de l'ordre de quelques hertz. Ce type de **filtre passe-bas est aussi appelé moyeneur**.

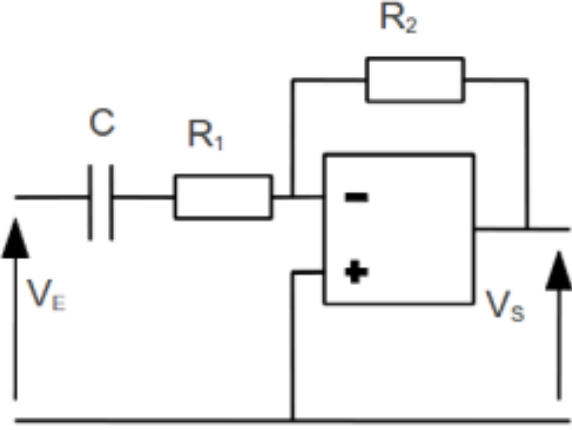
# Les filtres

## Les filtres actifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
		
	Réponse en fréquence	
		

# Les filtres

## Les filtres actifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
		
	Réponse en fréquence	
	