

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.

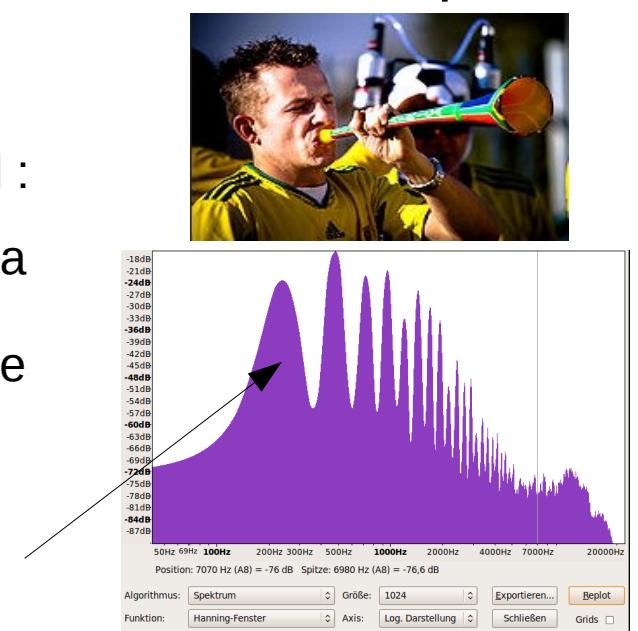
Il peut s'agir soit :

- 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.

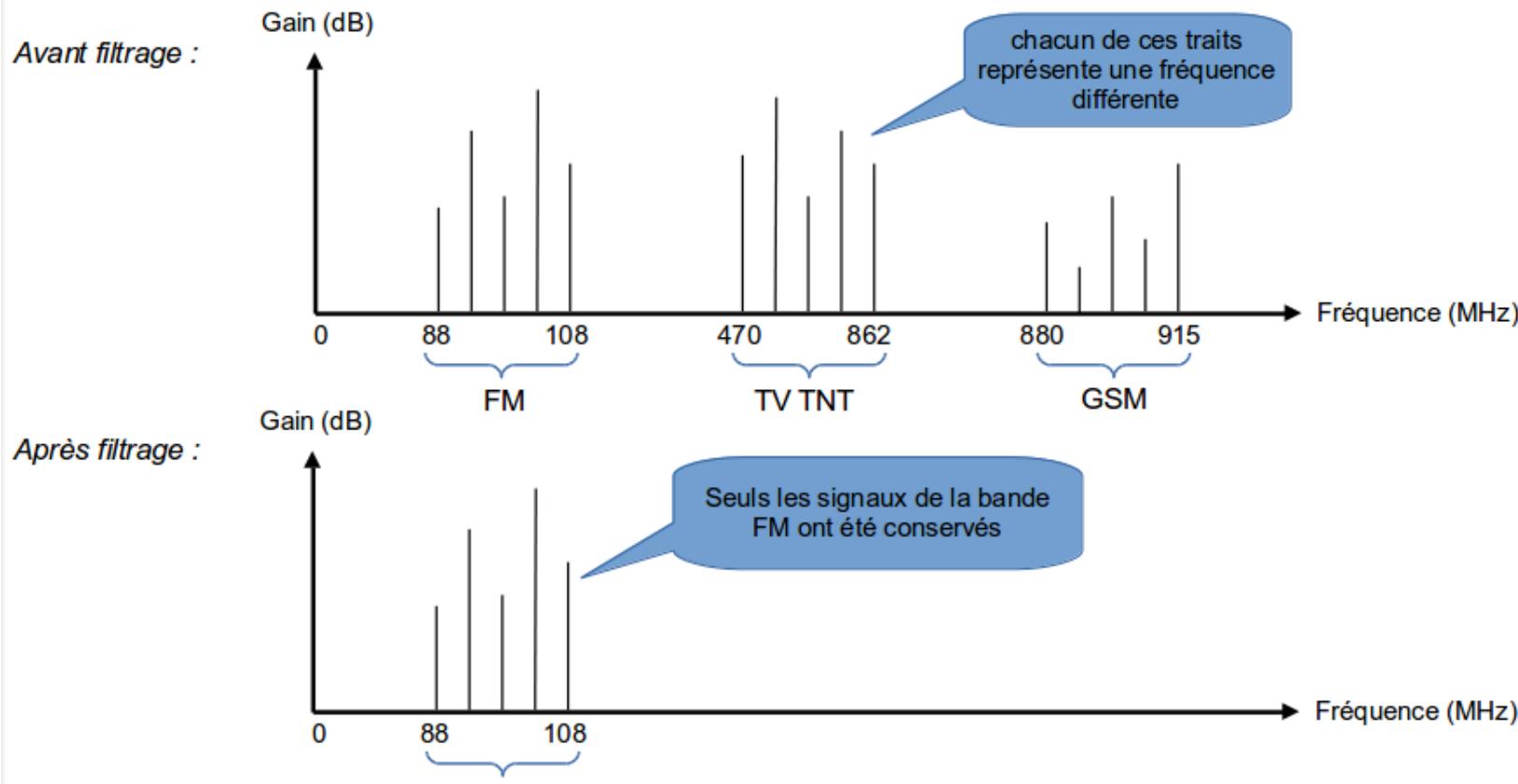
la vuvuzela a une fondamentale en si bémol : 233 Hz



Les filtres

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 Vs ne peut jamais être supérieur au signal d'entrée Ve**.

$$V_e > V_s$$

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

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 :

$$G = 20 \times \log\left(\frac{V_s}{V_E}\right)$$

ou encore

$$G = 20 \times \log(T)$$

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.

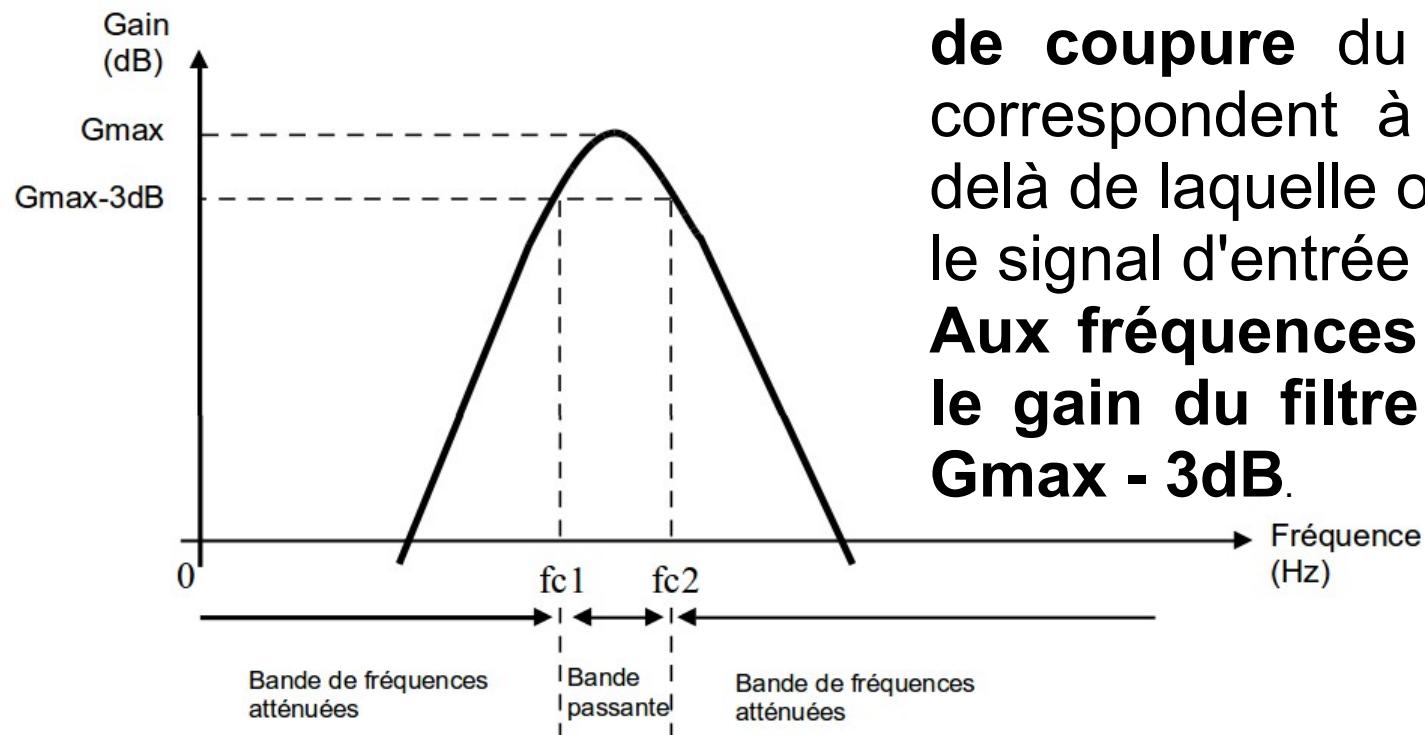
Propriétés	Exemples
La multiplication devient addition : $\log(a \times b) = \log a + \log b$	$\log(2x) =$
La division devient différence : $\log(a / b) = \log a - \log b$	$\log(5/x) =$
La fonction inverse de $\log n$ est 10^n : $\log(10^n) = n$	Si $G=0\text{dB}$, $T =$

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.

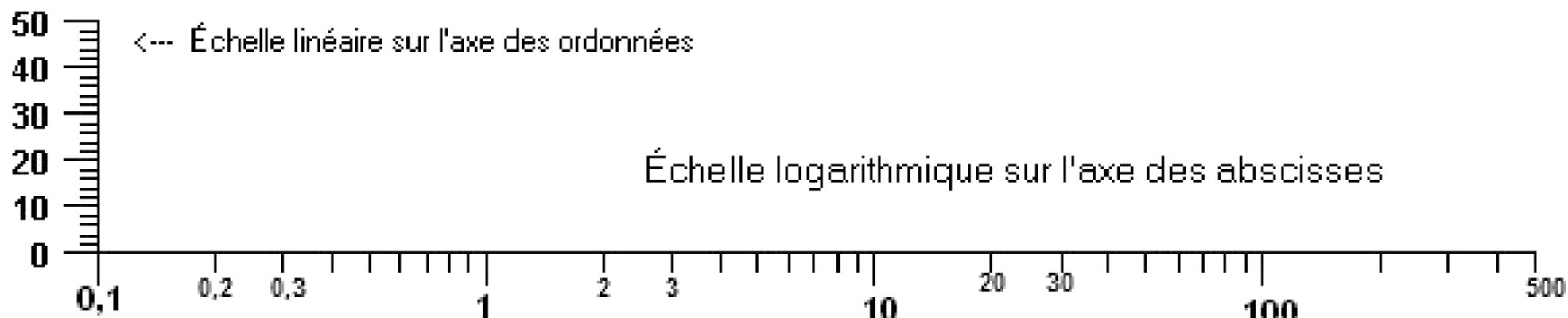
Exemple de diagramme de Bode :



fc_1 et fc_2 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

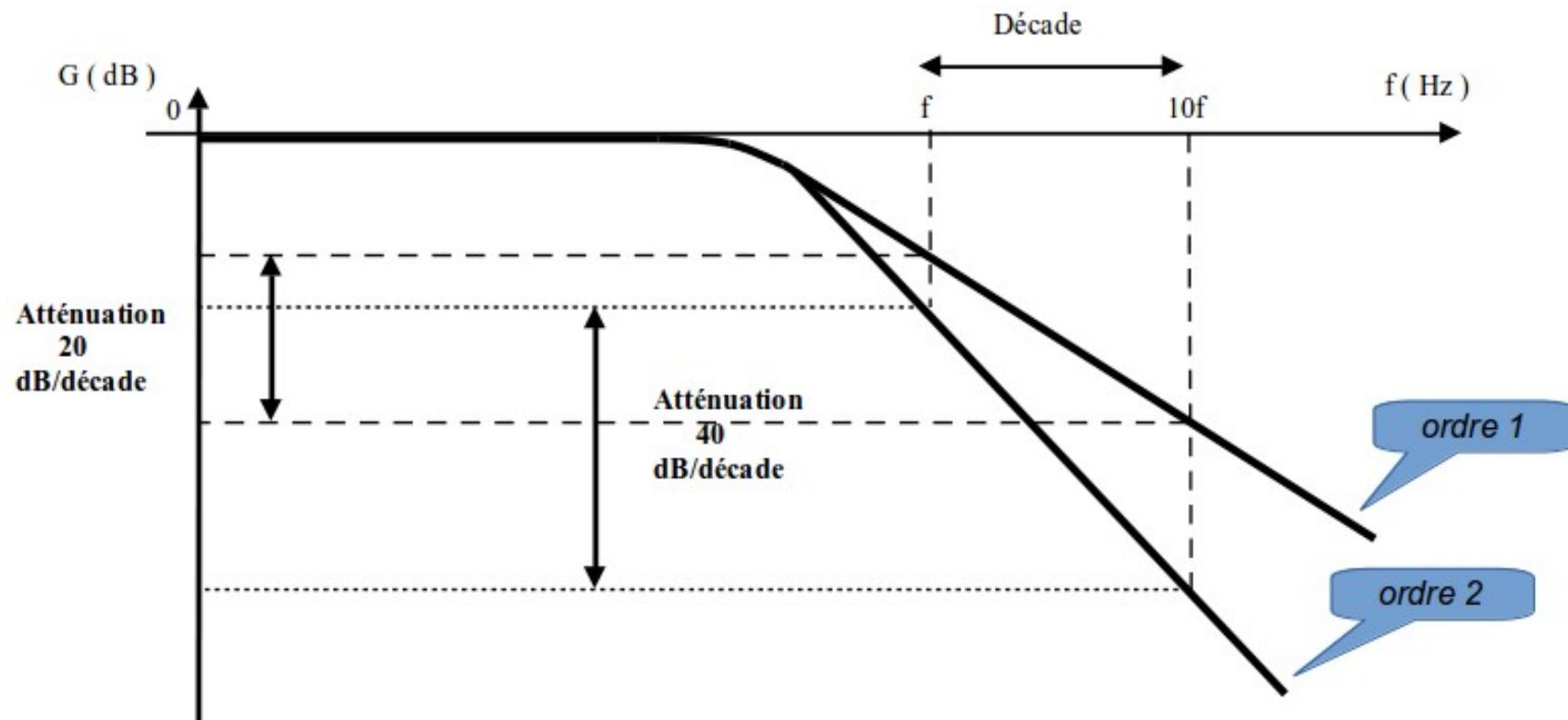
Ordre du filtre : L'ordre d'un filtre est donné par la pente de la réponse en fréquence du filtre :

20 dB/décade = ordre 1

40 dB/décade = ordre 2

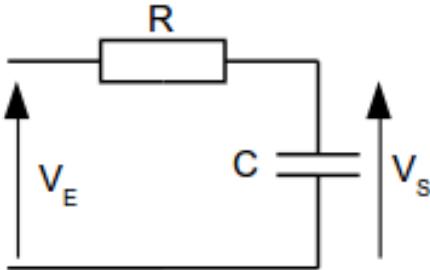
60 dB/décade = ordre 3 etc.

Exemple :



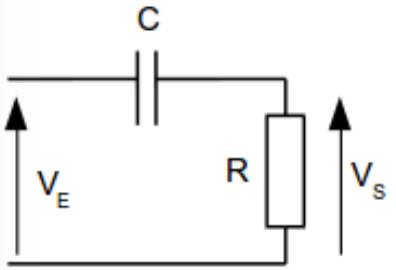
Les filtres

Les filtres passifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
 <p>The circuit diagram shows a passive first-order RC low-pass filter. It consists of a resistor R in series with the input voltage V_E, followed by a capacitor C in parallel with the output voltage V_S.</p>	I Réponse en fréquence $G = 20\log T$ (dB)	

Les filtres

Les filtres passifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
		
Réponse en fréquence		
$G = 20\log T$ (dB)		f

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 moyenneur**.

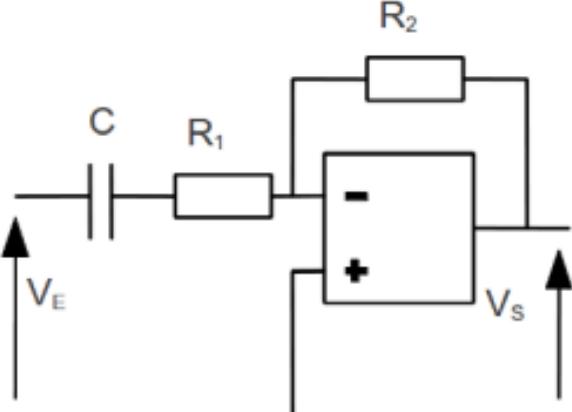
Les filtres

Les filtres actifs RC du premier ordre :

Structure du filtre	Fonction de transfert	Fréquence de coupure
Réponse en fréquence		
$G = 20\log T$ (dB)		

Les filtres

Les filtres actifs RC du premier ordre :

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