

# SCHÉMAS ÉLECTRONIQUE

Nicolas CHIREUX

1<sup>er</sup> septembre 2015

# SCHÉMAS ÉLECTRONIQUE

# Chapitre 1

## Signaux périodiques - Analyse harmonique

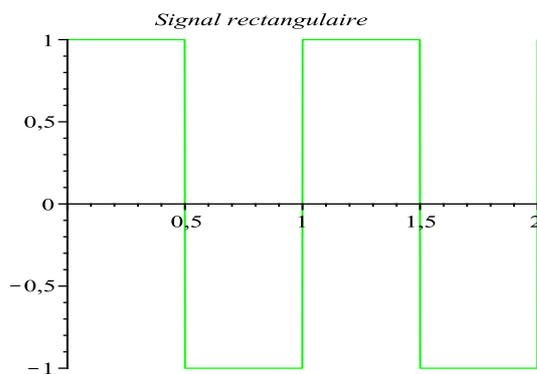
### 1.1 Décomposition d'un signal périodique

#### 1.1.1 Théorème de Fourier

#### 1.1.2 notation complexe

#### 1.1.3 exemples

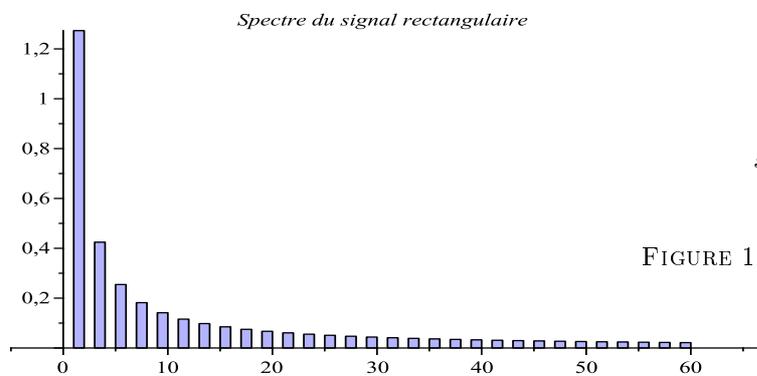
##### Signal rectangulaire



On considère le signal défini par

$$s(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in [0, \frac{T}{2}] \\ -1 & \text{si } x \in [\frac{T}{2}, T] \end{cases}$$

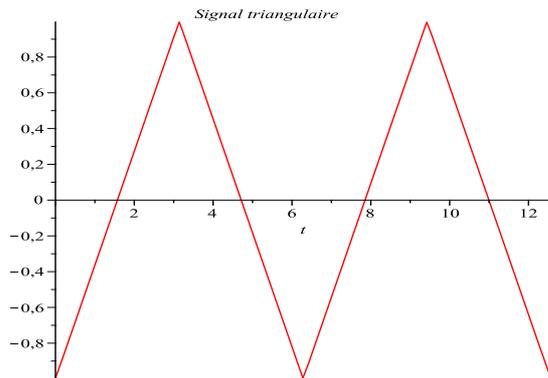
FIGURE 1.1 – Signal rectangulaire



$$s(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{\sin(2n+1)\omega t}{2n+1} \quad (1.1)$$

FIGURE 1.2 – Spectre du signal rectangulaire

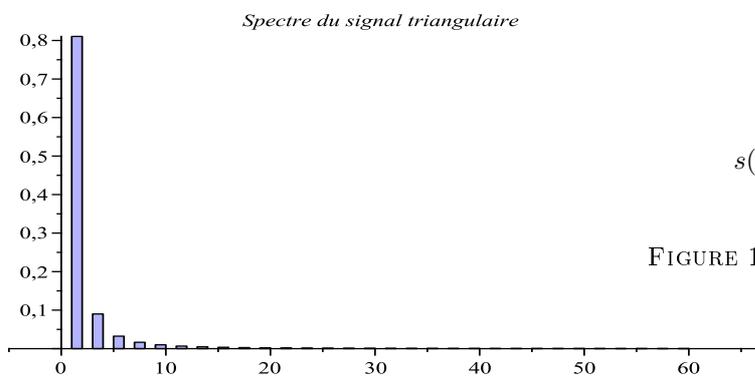
## Signal triangulaire



On considère le signal défini par

$$s(t) = \begin{cases} \frac{4}{T}(t - \frac{T}{4}) & \text{si } x \in [0, \frac{T}{2}] \\ -\frac{4}{T}(t - 3\frac{T}{4}) & \text{si } x \in [\frac{T}{2}, T] \end{cases}$$

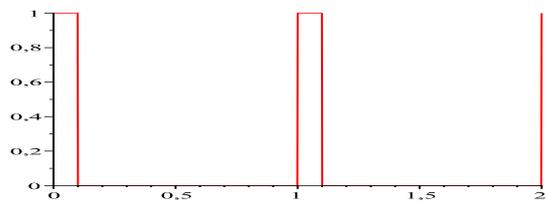
FIGURE 1.3 – Signal triangulaire



$$s(t) = -\frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{\cos(2n+1)\omega t}{(2n+1)^2} \quad (1.2)$$

FIGURE 1.4 – Spectre du signal triangulaire

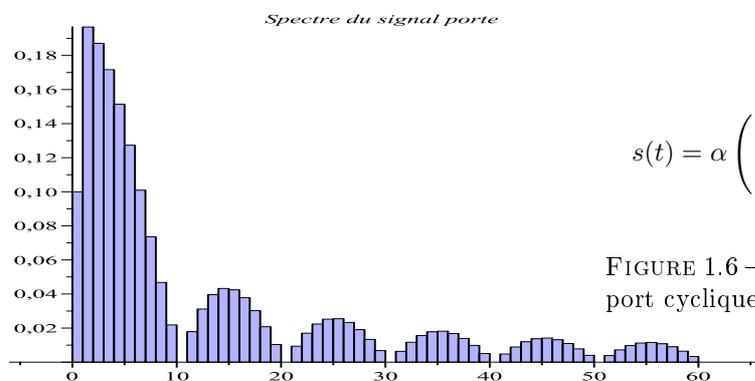
## Signal rectangulaire de rapport cyclique $\alpha$



On considère le signal défini par

$$s(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in [0, \alpha T] \\ 0 & \text{si } x \in [\alpha T, T] \end{cases}$$

FIGURE 1.5 – Signal rectangulaire de rapport cyclique  $\alpha$



$$s(t) = \alpha \left( 1 + 2 \sum_{n=1}^{+\infty} \text{sinc}(n\alpha\pi) \cdot \cos n(\omega t - \alpha\pi) \right) \quad (1.3)$$

FIGURE 1.6 – Spectre du signal rectangulaire de rapport cyclique  $\alpha$

## 1.2 Synthèse de Fourier

### 1.2.1 Signal continu

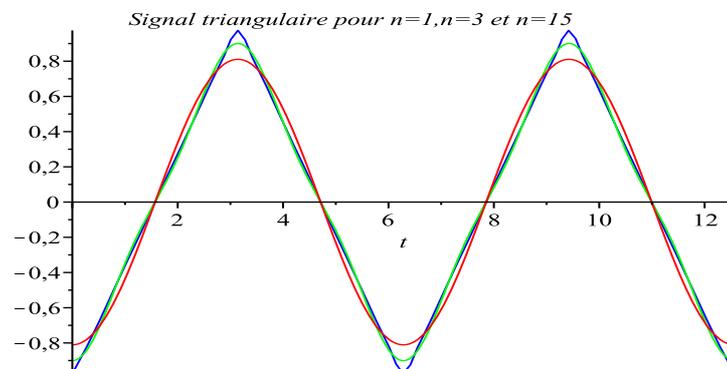


FIGURE 1.7 – Synthèse du signal triangulaire avec  $n=1,3$  puis 15 harmoniques

### 1.2.2 Signal discontinu

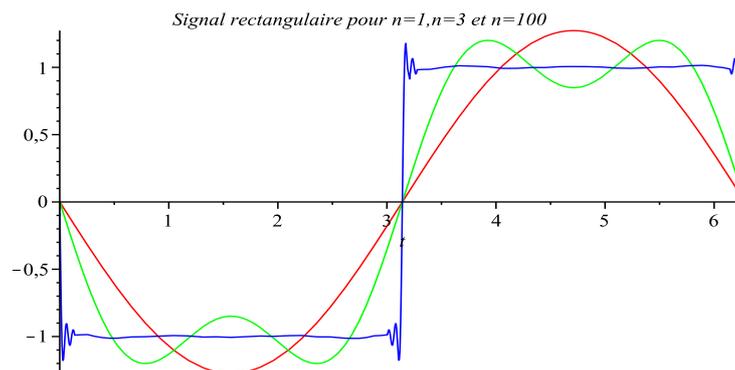


FIGURE 1.8 – Synthèse du signal rectangulaire avec  $n=1,3$  puis 100 harmoniques

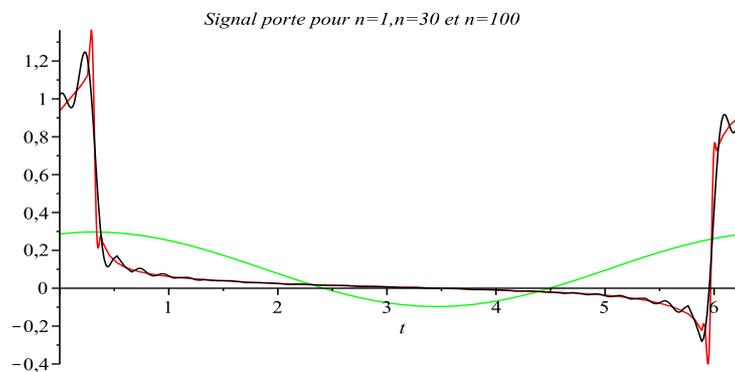


FIGURE 1.9 – Synthèse du signal rectangulaire de rapport cyclique  $\alpha$  avec  $n=1,30$  puis 100 harmoniques

### 1.3 Caractérisation d'un signal

### 1.4 Action d'un filtre linéaire sur un signal périodique

#### 1.4.1 Généralités

#### 1.4.2 Action d'un filtre du premier ordre

##### Filtre passe-bas

Un filtre passe-bas du premier ordre est caractérisé par la fonction de transfert  $H(j\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$ .

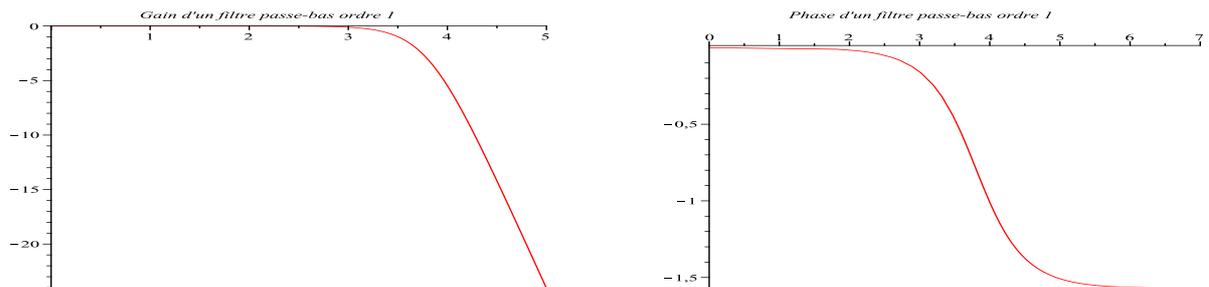


FIGURE 1.10 – Diagramme de Bode du gain et de la phase d'un filtre passe-bas d'ordre 1

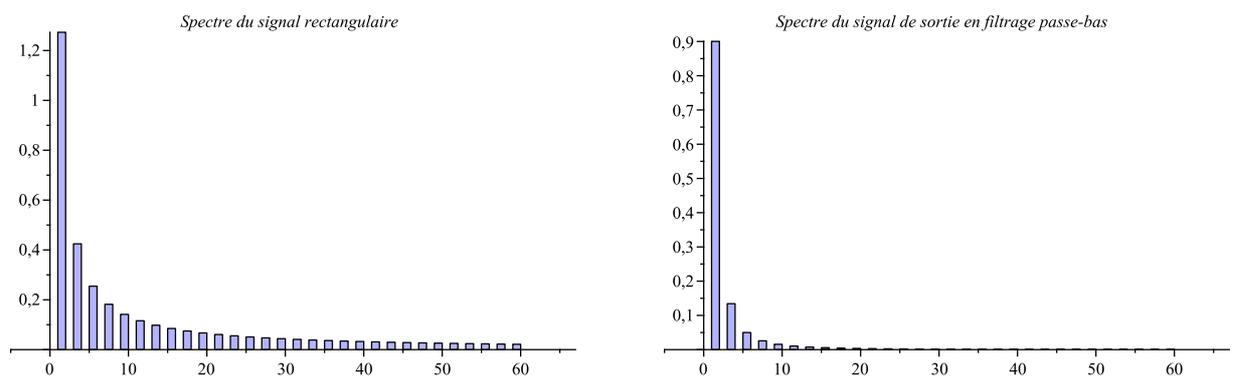


FIGURE 1.11 – Action sur le spectre d'un filtre passe-bas d'ordre 1

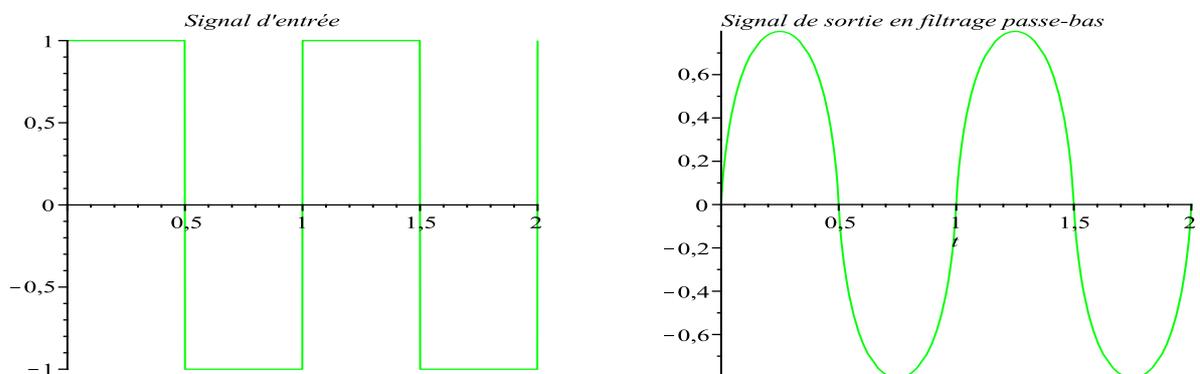


FIGURE 1.12 – Action sur le signal d'un filtre passe-bas d'ordre 1

## Filtre passe-haut

Un filtre passe-haut du premier ordre est caractérisé par la fonction de transfert  $H(j\omega) = \frac{j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$  dont on peut voir le diagramme de Bode ci-après.

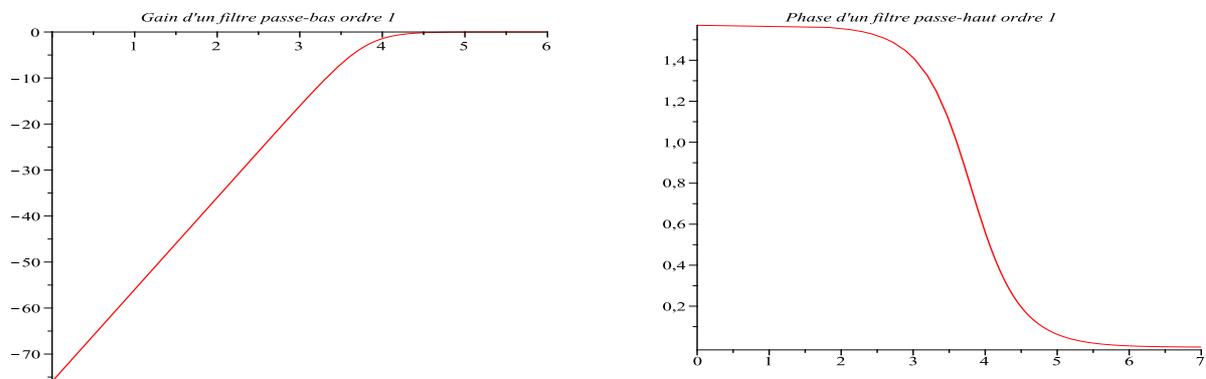


FIGURE 1.13 – Diagramme de Bode du gain et de la phase d'un filtre passe-haut d'ordre 1

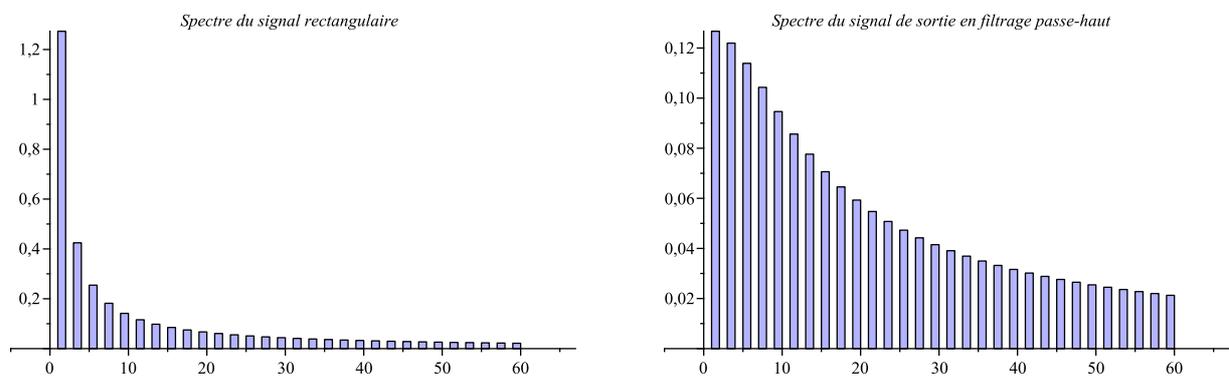


FIGURE 1.14 – Action sur le spectre d'un filtre passe-haut d'ordre 1

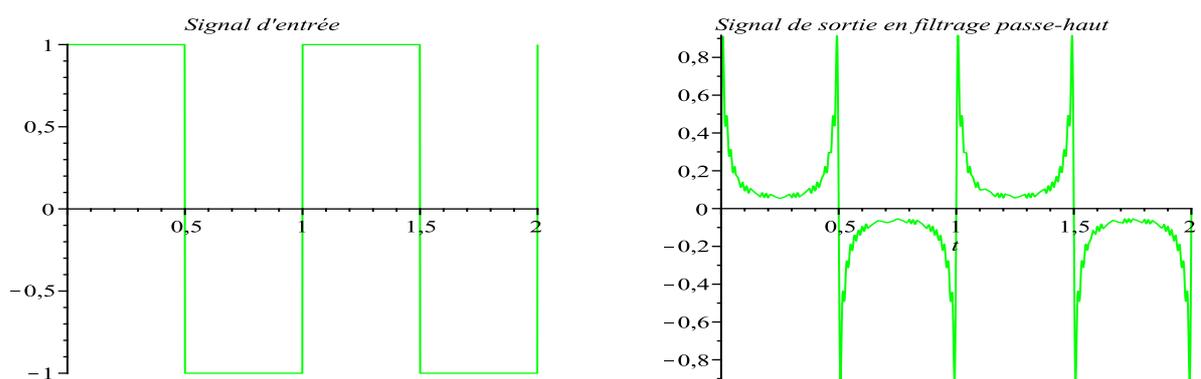


FIGURE 1.15 – Action sur le signal d'un filtre passe-bas d'ordre 1

### 1.4.3 Action d'un filtre du deuxième ordre

#### Filtre passe-bas

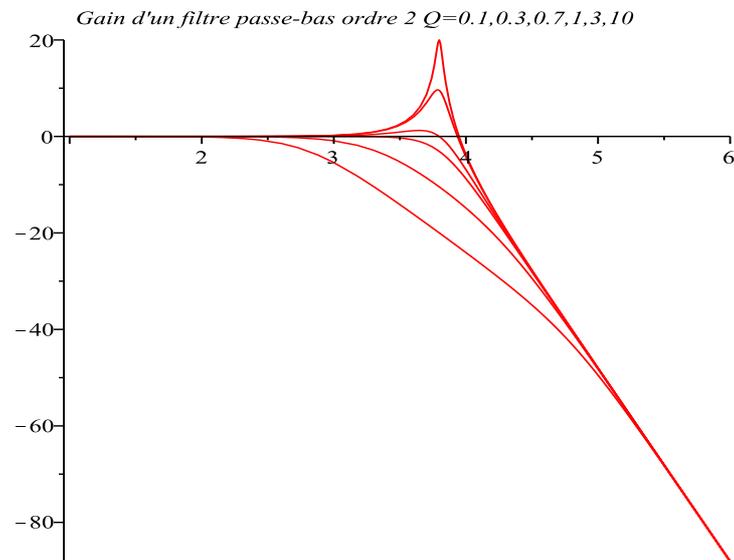


FIGURE 1.16 – Gain pour un filtre passe-bas d'ordre 2  $H(j\omega) = \frac{1}{1 - (\frac{\omega}{\omega_0})^2 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}$

#### Filtre passe-haut

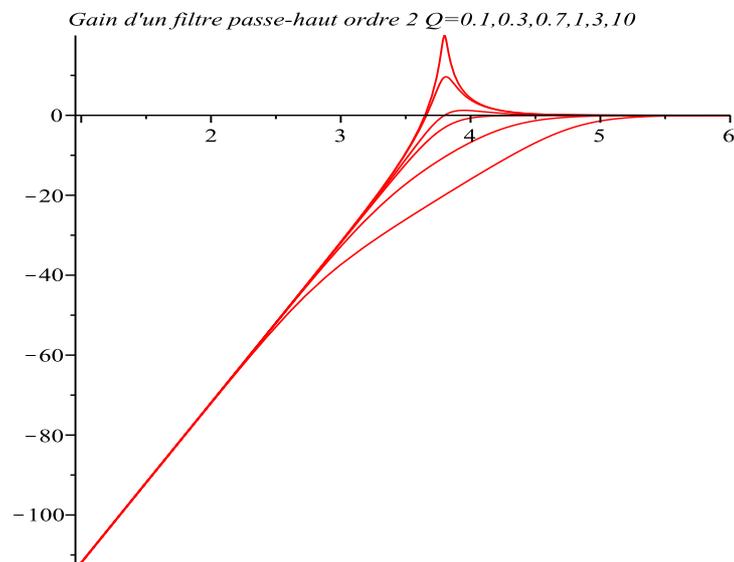


FIGURE 1.17 – Gain pour un filtre passe-haut d'ordre 2  $H(j\omega) = \frac{-(\frac{\omega}{\omega_0})^2}{1 - (\frac{\omega}{\omega_0})^2 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}$

## Filtre passe-bande

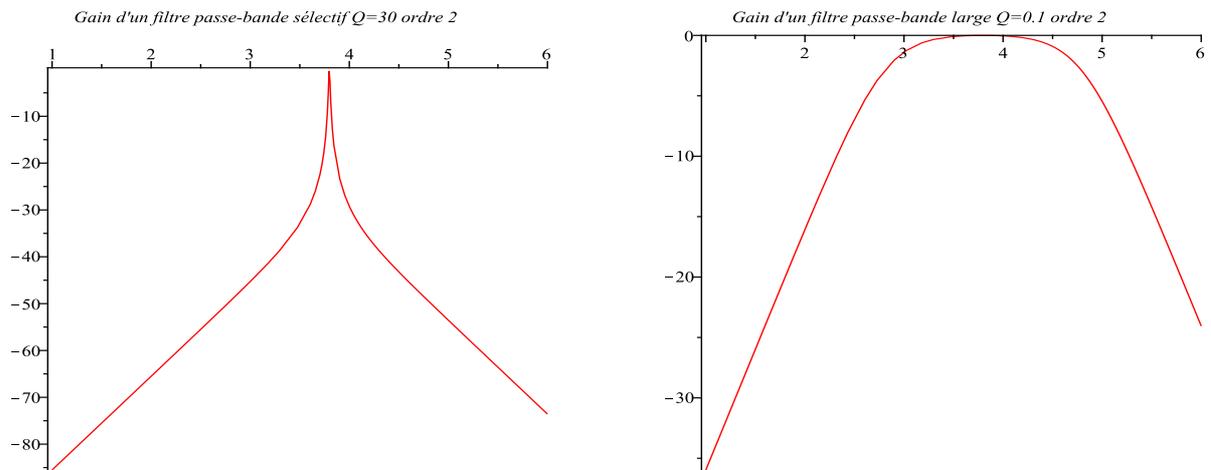


FIGURE 1.18 – Gain d'un filtre passe-bande d'ordre 2 
$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

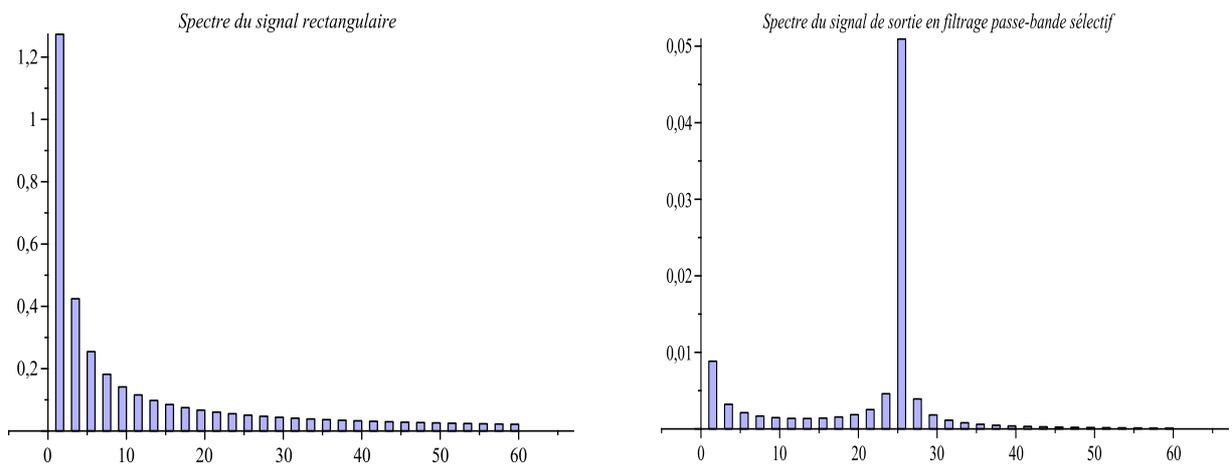


FIGURE 1.19 – Action sur le spectre d'un filtre passe-bande sélectif

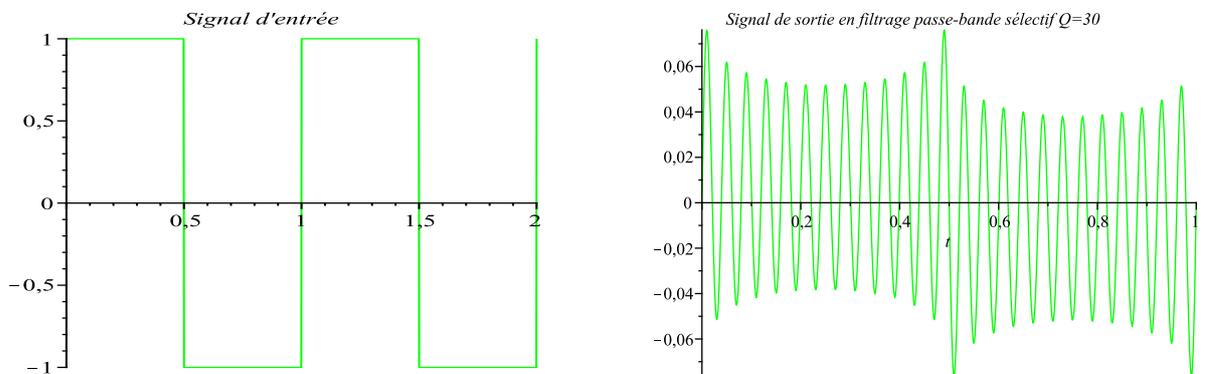


FIGURE 1.20 – Action sur le spectre d'un filtre passe-bande sélectif

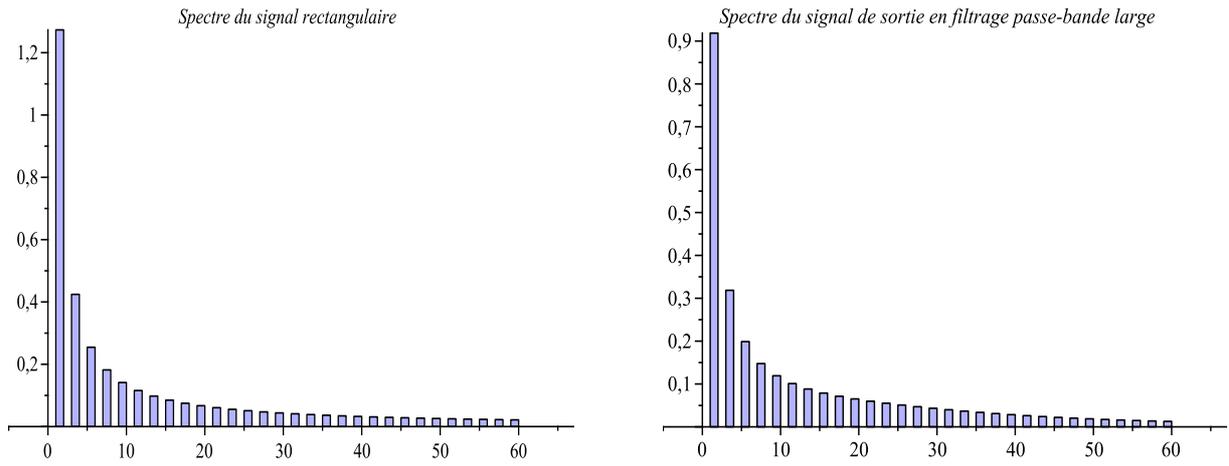


FIGURE 1.21 – Action sur le spectre d'un filtre passe-bande large

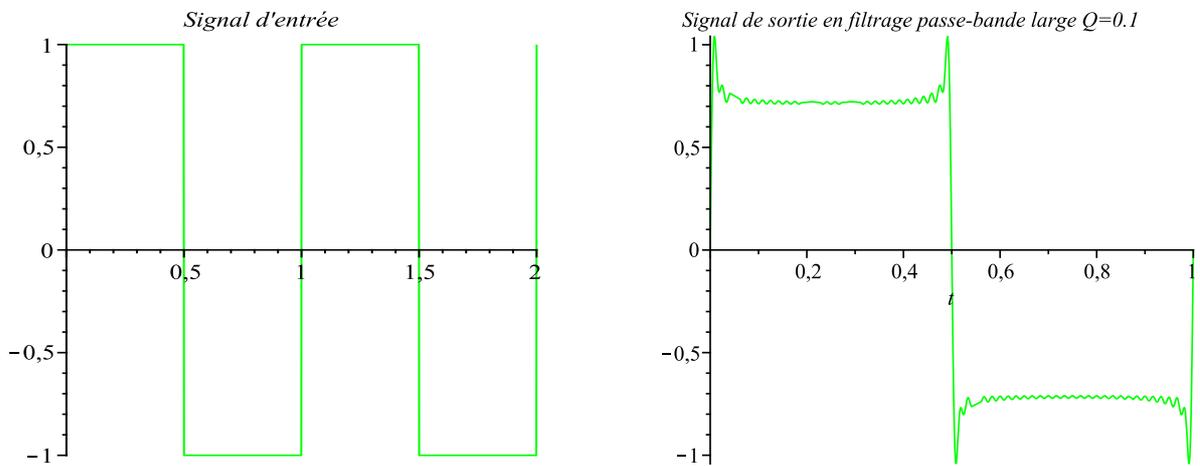


FIGURE 1.22 – Action sur le spectre d'un filtre passe-bas sélectif

### 1.4.4 Comportement intégrateur ou dérivateur d'un filtre

#### Intégrateur

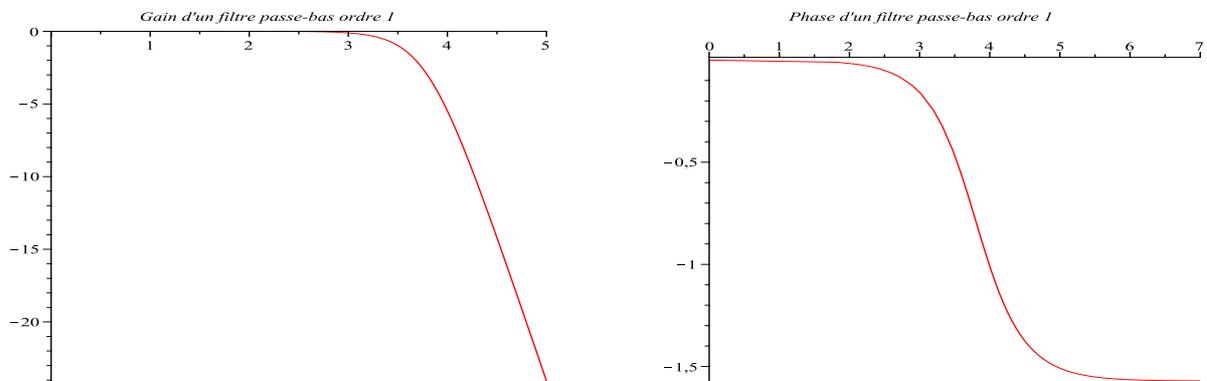


FIGURE 1.23 – Diagramme de Bode d'un filtre passe-bas d'ordre 1

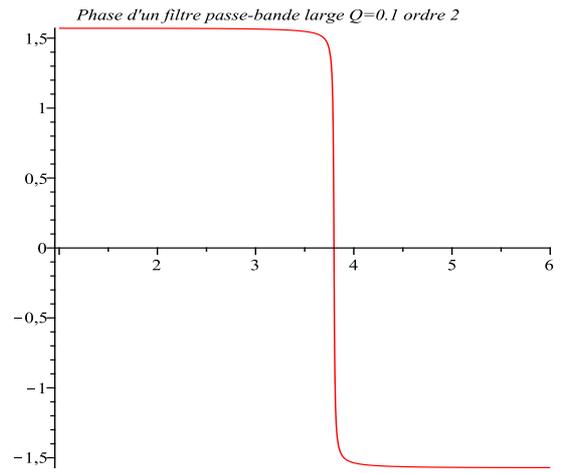
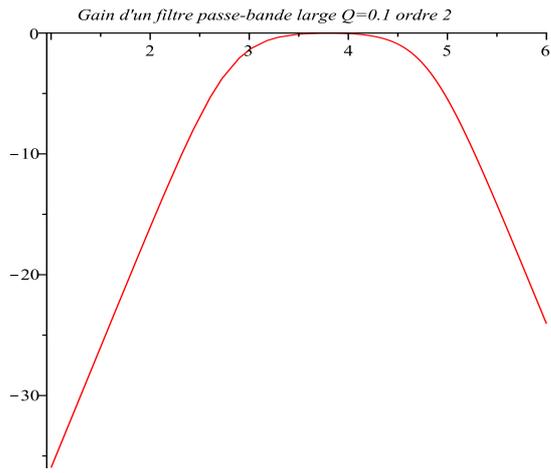


FIGURE 1.24 – Diagramme de Bode d'un filtre passe-bande d'ordre 2

### Dérivateur

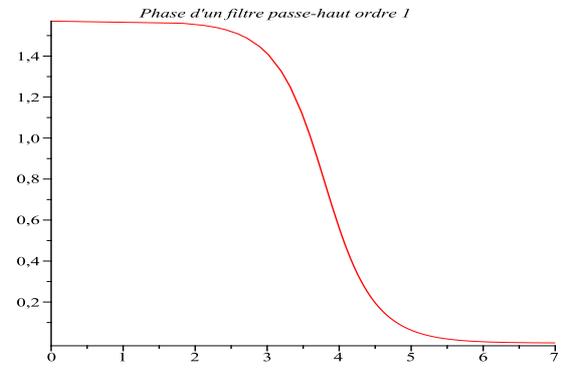
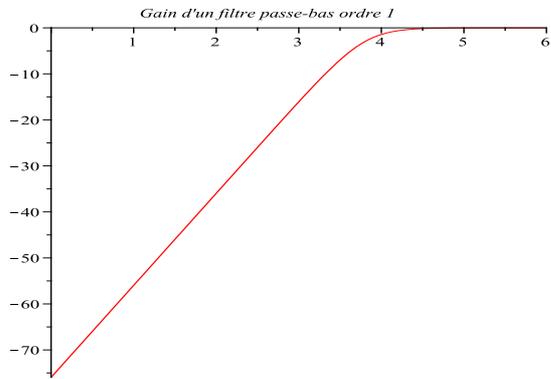


FIGURE 1.25 – Diagramme de Bode d'un filtre passe-bas d'ordre 1

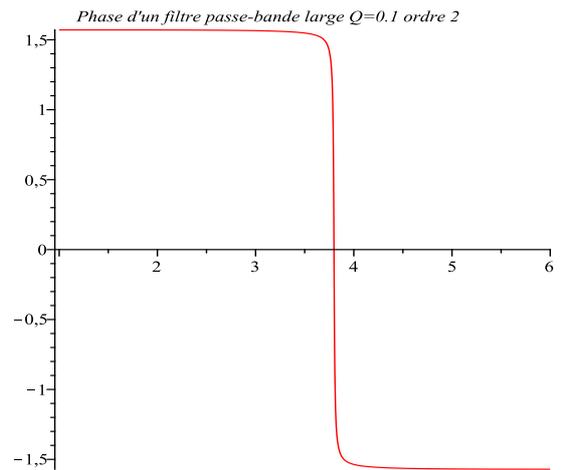
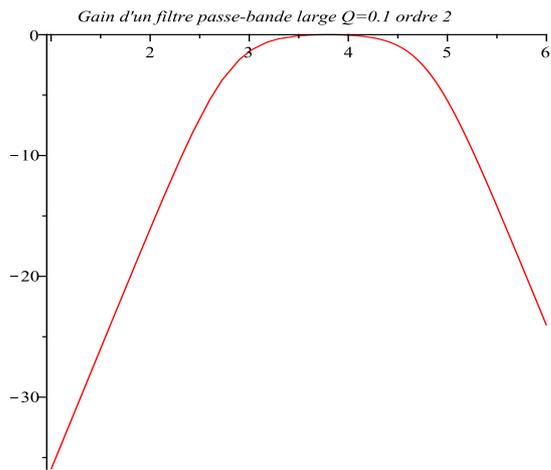


FIGURE 1.26 – Diagramme de Bode d'un filtre passe-bande d'ordre 2

# Chapitre 2

## Echantillonnage - Numérisation d'un signal

### 2.1 Echantillonnage - Conséquences

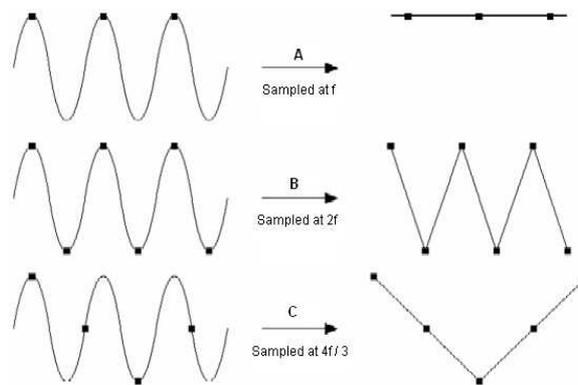


FIGURE 2.1 – Illustration du phénomène de sous-échantillonnage

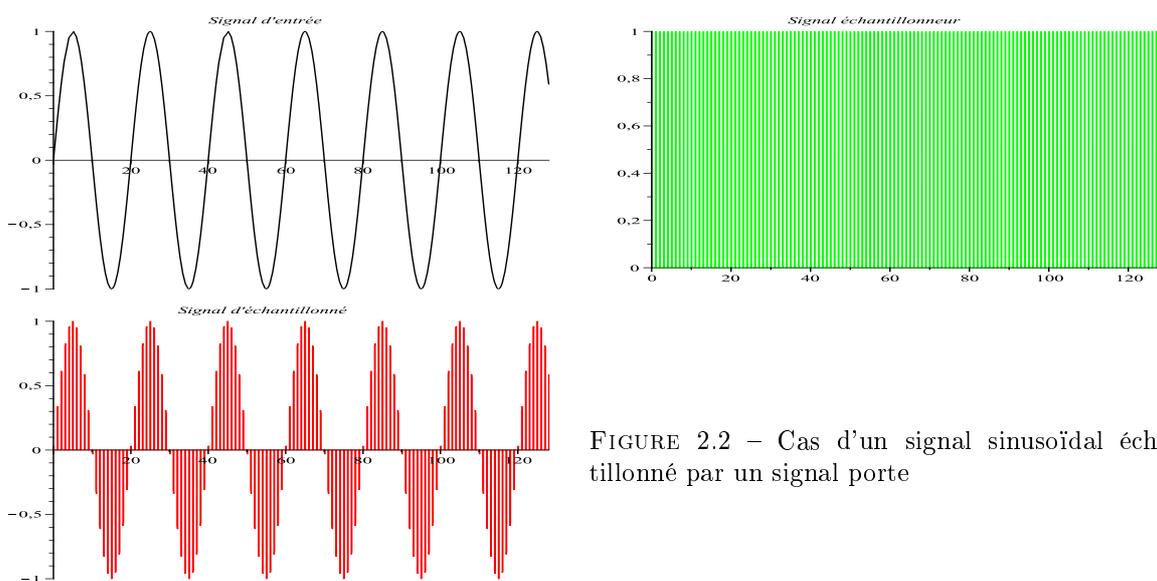


FIGURE 2.2 – Cas d'un signal sinusoïdal échantillonné par un signal porte

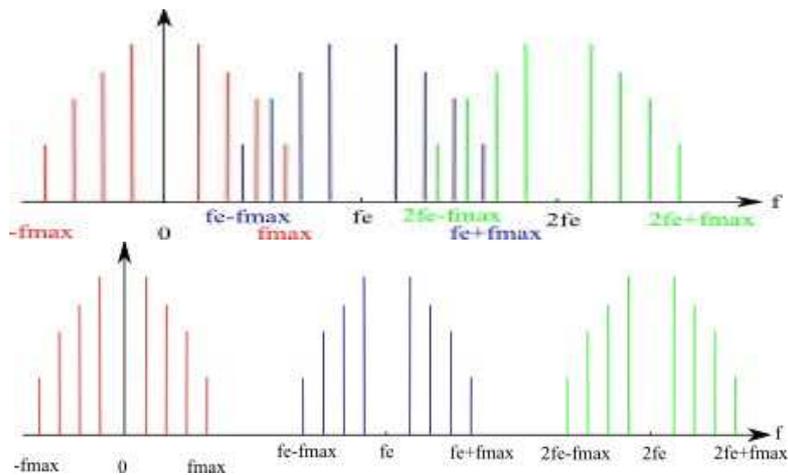
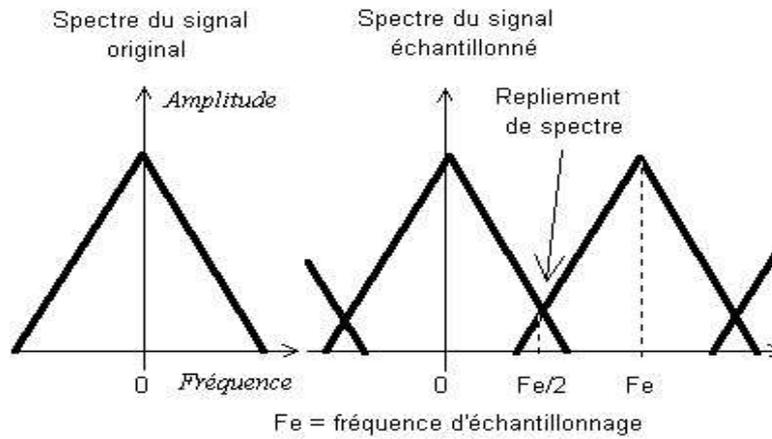
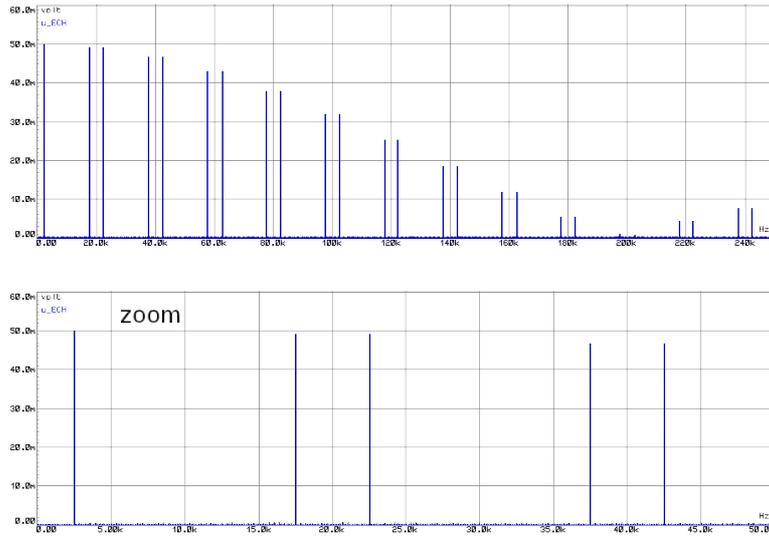


FIGURE 2.3 – Signal échantillonné sans respecter le critère de Shannon puis en le respectant

### 2.1.1 Quantification

