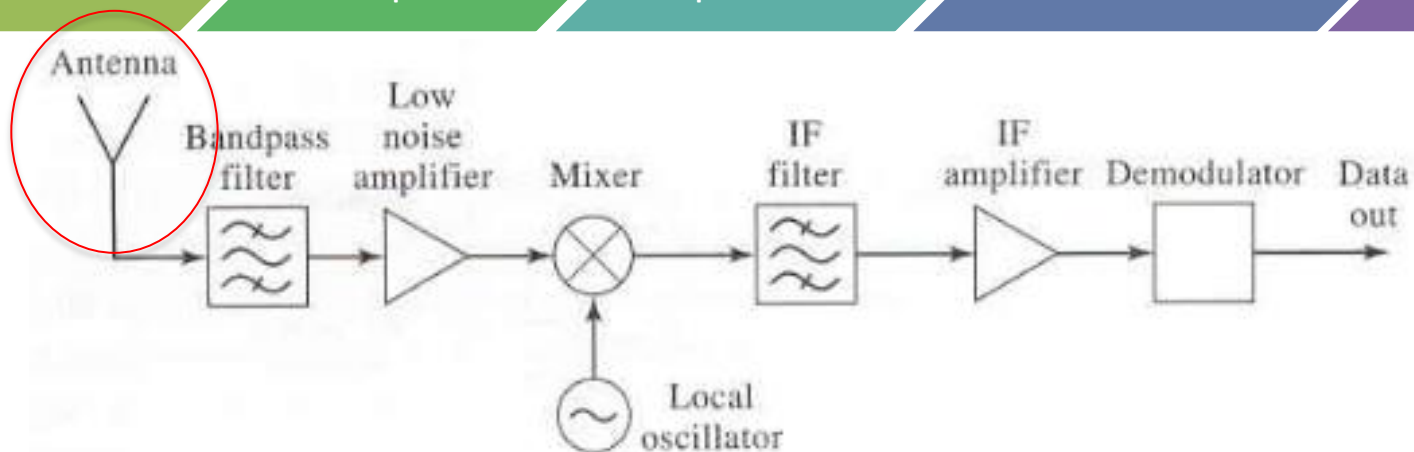
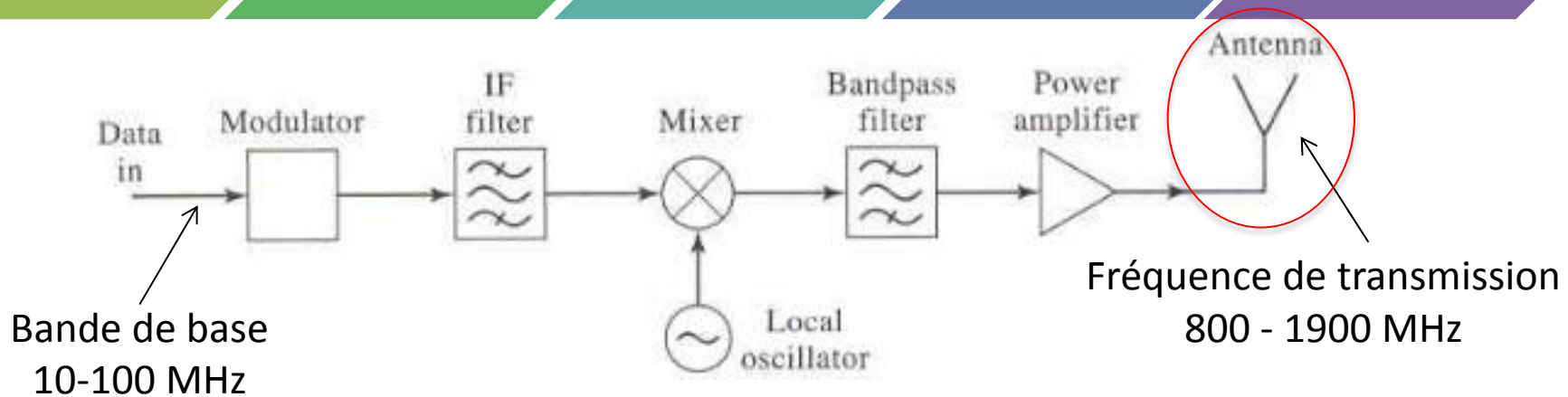
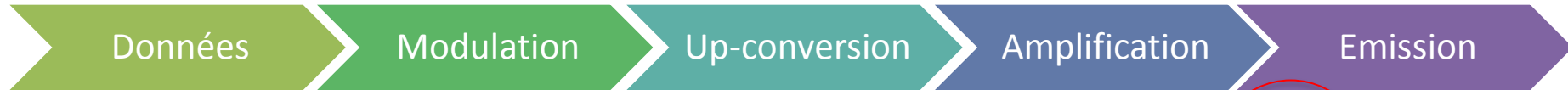


# Blocs Fonctionnels pour les Mobiles

Révision

(18/4/2014)

# Emetteur/ Récepteur Basic



# Antenne

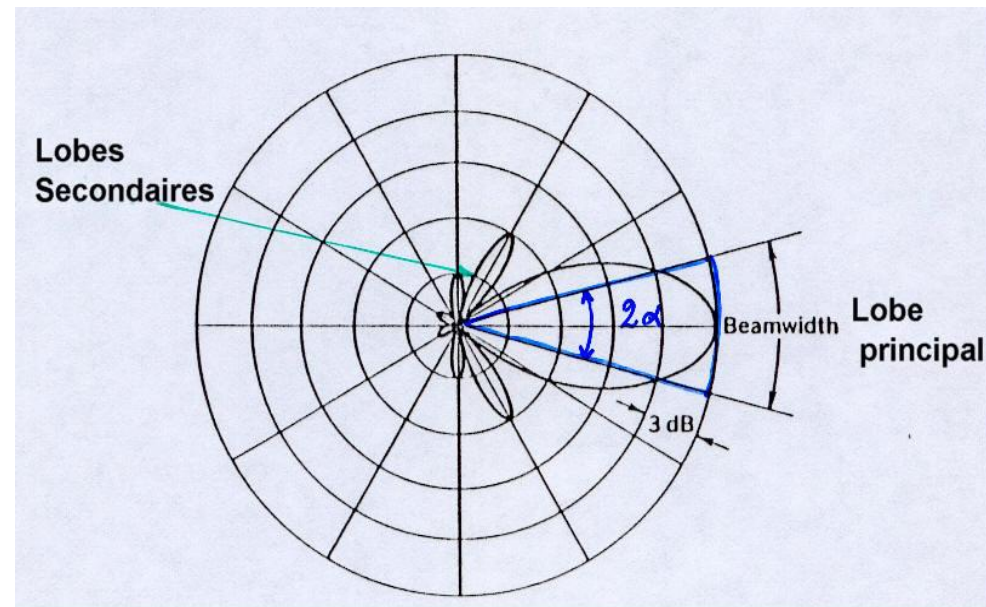
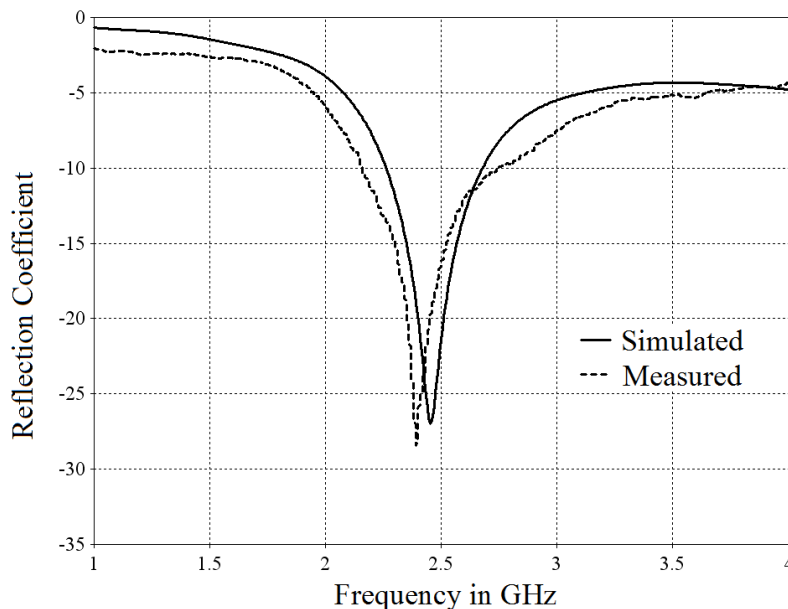
Antenne : transforme un signal électrique en onde EM, et vice versa.

## Paramètres fondamentaux :

- Fréquence de résonance, bande passante
- Impédance d'entrée
- Polarisation
- Diagramme de rayonnement
- Directivité, Gain, Efficacité

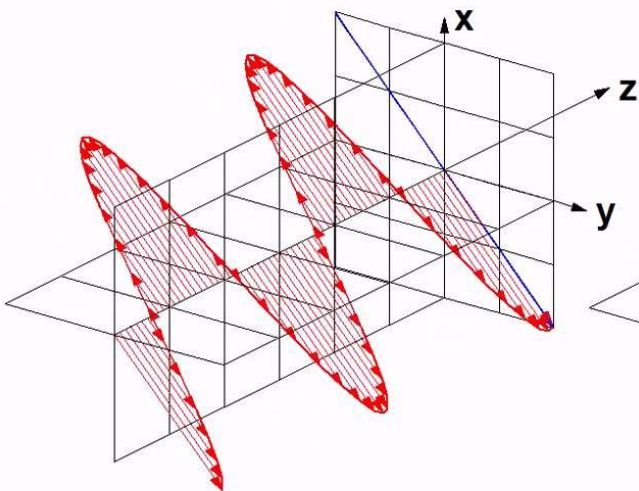
Longueur d'onde :

$$\lambda = c/f$$

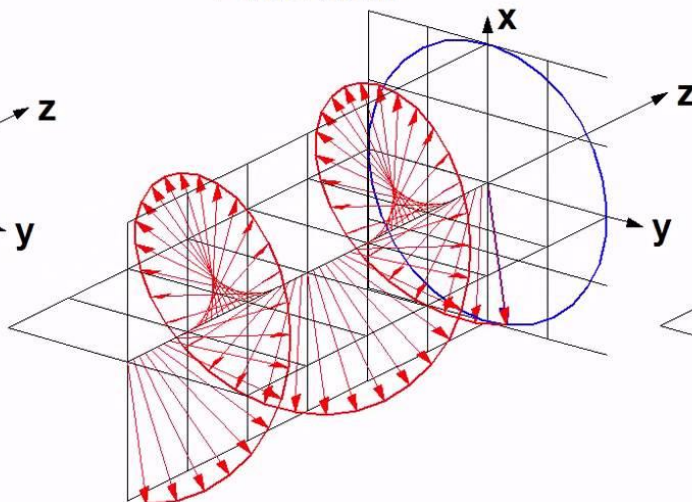


# Antenne : Polarisation

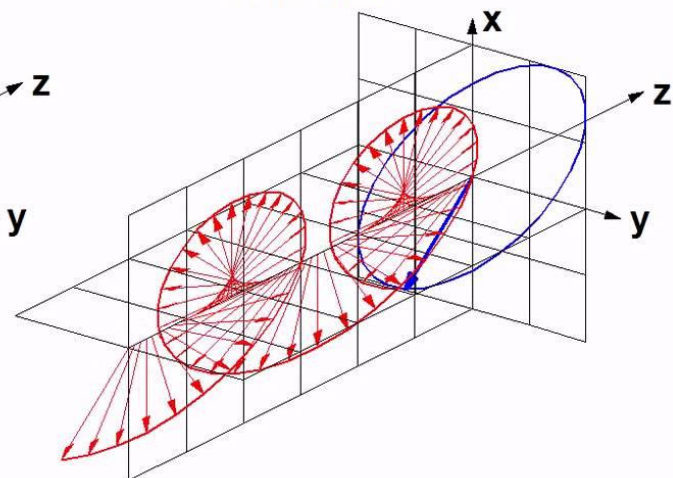
Linear  
Polarization



Circular (Right Hand)  
Polarization



Elliptical (Right Hand)  
Polarization



# Différents types d'antenne

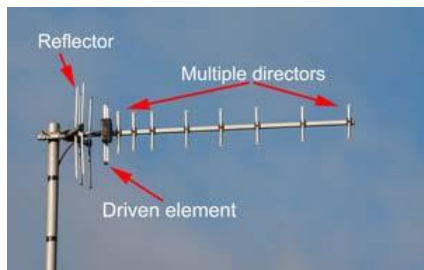
## Antenne filaire



Dipôle



Hélice



Yagi-Uda

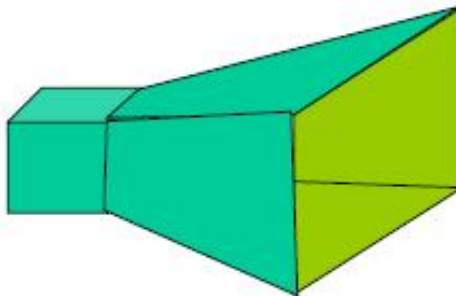
## Antenne à ouverture



Guide d'onde rectangulaire

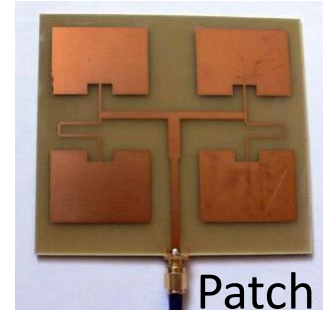


Cornet conique

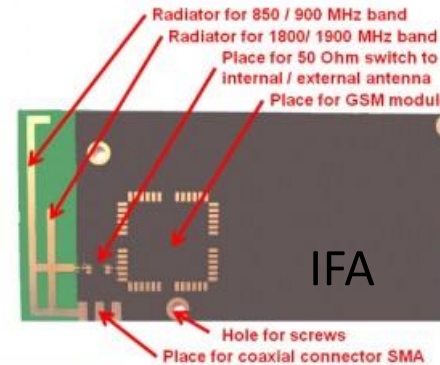


Cornet pyramidal

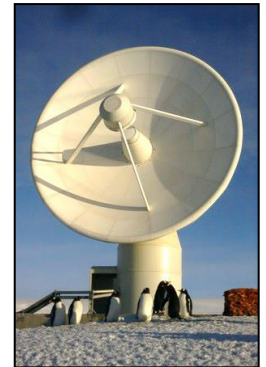
## Antenne planaire



Patch



## Antenne à réflecteur



...

# Antenne patch

⚠ Effet fringing

## Patch rectangulaire

Sans prendre en compte l'effet fringing :

$$L = \lambda/2$$

$$(f_r)_{010} = \frac{1}{2L\sqrt{\epsilon_r}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = \frac{v_0}{2L\sqrt{\epsilon_r}}$$

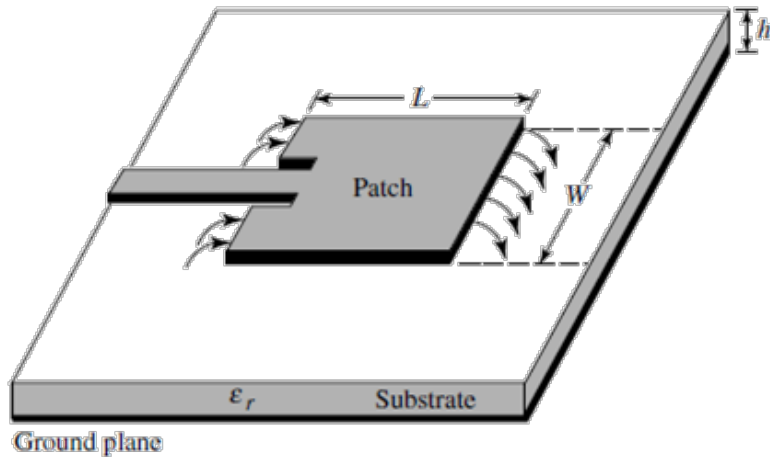
Prendre en compte l'effet fringing :

$$(f_{rc})_{010} = \frac{1}{2L_{\text{eff}}\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2}$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left( \frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left( \frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

$$L_{\text{eff}} = L + 2\Delta L$$

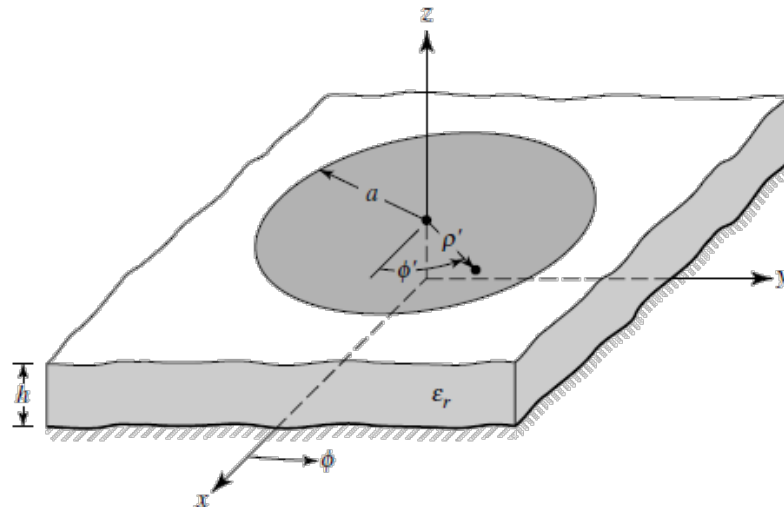




# Antenne patch

! Effet fringing

## Patch circulaire



Sans prendre en compte l'effet fringing :

$$(f_r)_{110} = \frac{1.8412}{2\pi a \sqrt{\mu\epsilon}} = \frac{1.8412\nu_0}{2\pi a \sqrt{\epsilon_r}}$$

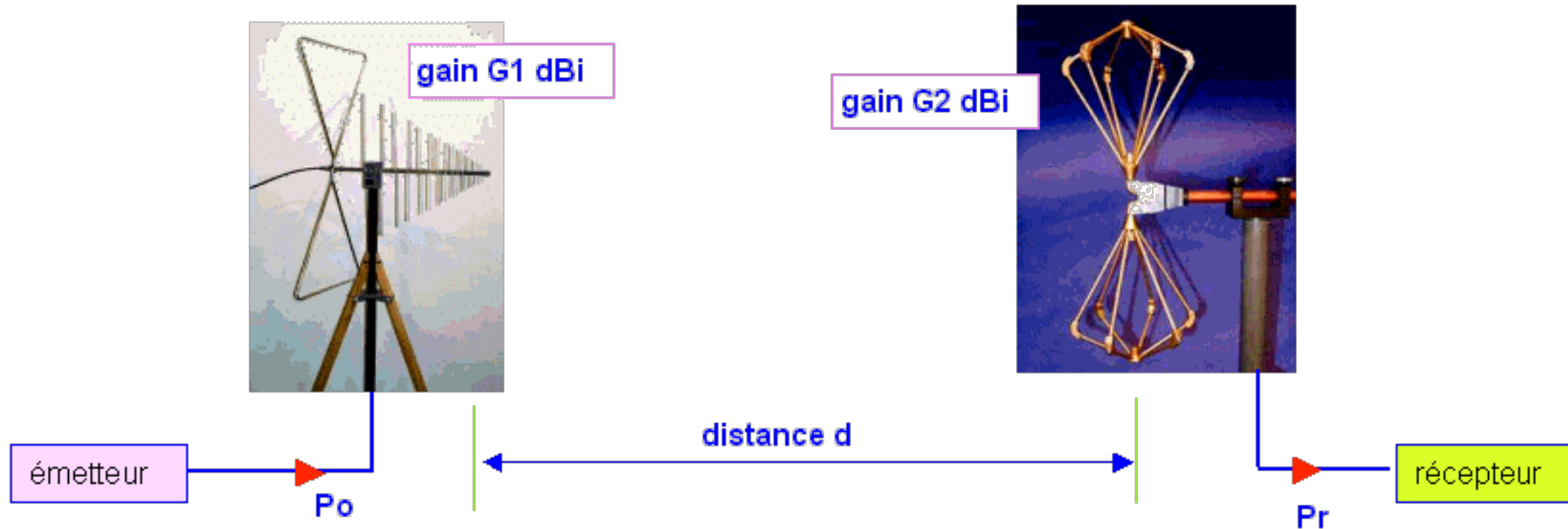
Prendre en compte l'effet fringing :

$$(f_{rc})_{110} = \frac{1.8412\nu_0}{2\pi a_e \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$a_e = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi a \epsilon_r} \left[ \ln \left( \frac{\pi a}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}$$

# Bilan de puissance d'une liaison HF

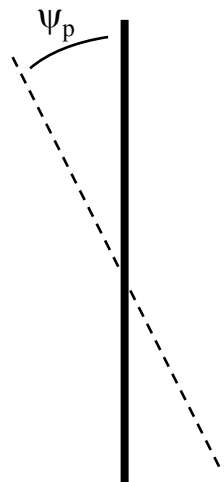
## Equation de transmission de Friis



$$\frac{P_r}{P_0} = G_1 \cdot G_2 \cdot \left( \frac{\lambda}{4\pi \cdot d} \right)^2 \cdot PLF$$

$$PLF = |\vec{\rho}_a \cdot \vec{\rho}_w|^2 = |\cos(\psi_p)|^2$$

Pertes dues à la position et/ou à la polarisation de l'antenne émettrice et l'antenne réceptrice.





# Unité dB, dBw, dBm

$$\mathbf{dB = 10\log_{10}(x)} \quad x : \text{sans unité} \rightarrow \text{rapport, coefficient}$$

$$\mathbf{P(dBw) = 10\log_{10}(P/1W)} \quad \rightarrow \text{simplifié en dB}$$

$$\mathbf{P(dBm) = 10\log_{10}(P/1mW)}$$

# Emetteur/ Récepteur Basic

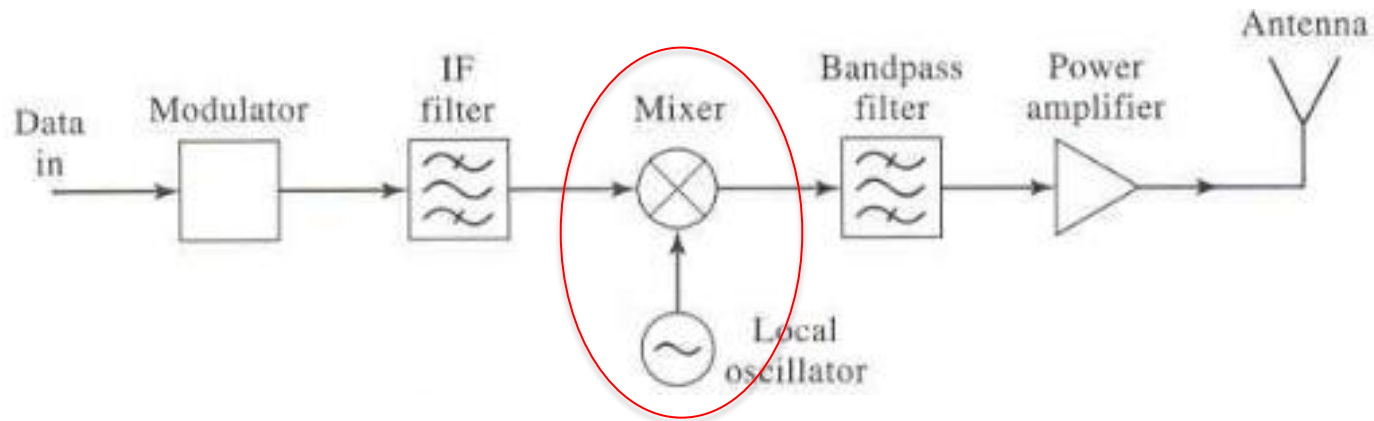
Données

Modulation

Up-conversion

Amplification

Emission



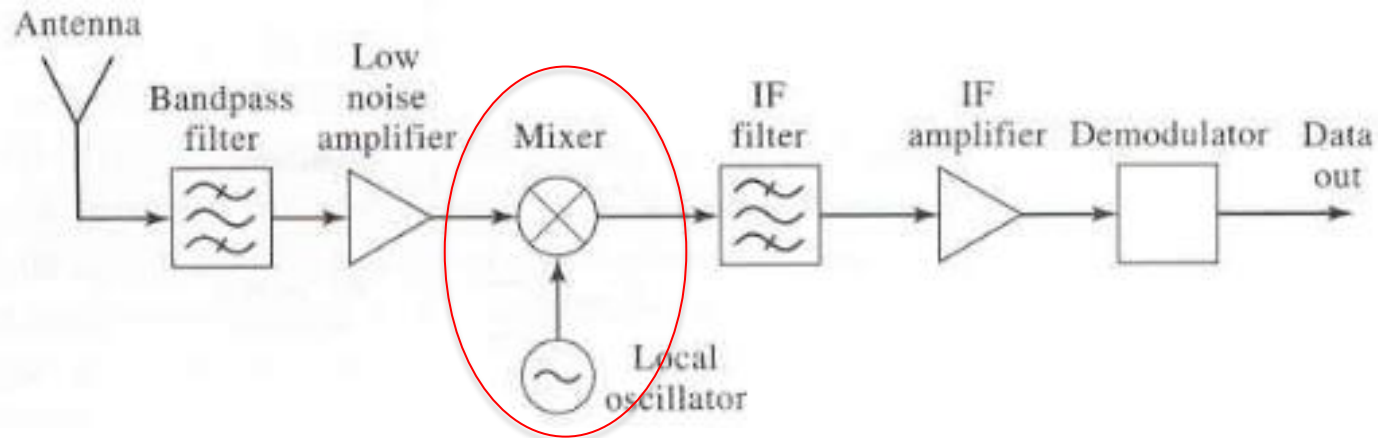
Données

Réception

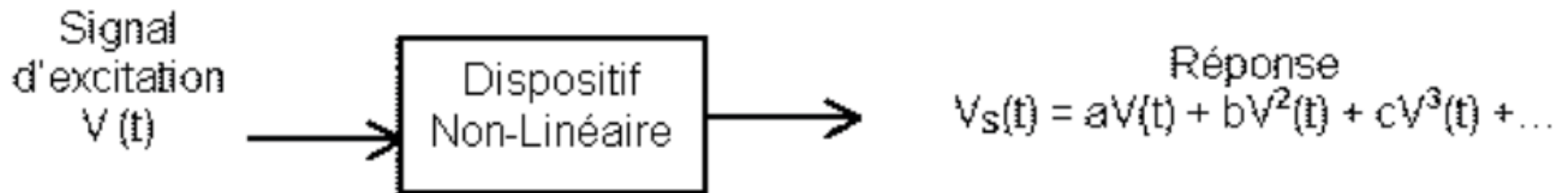
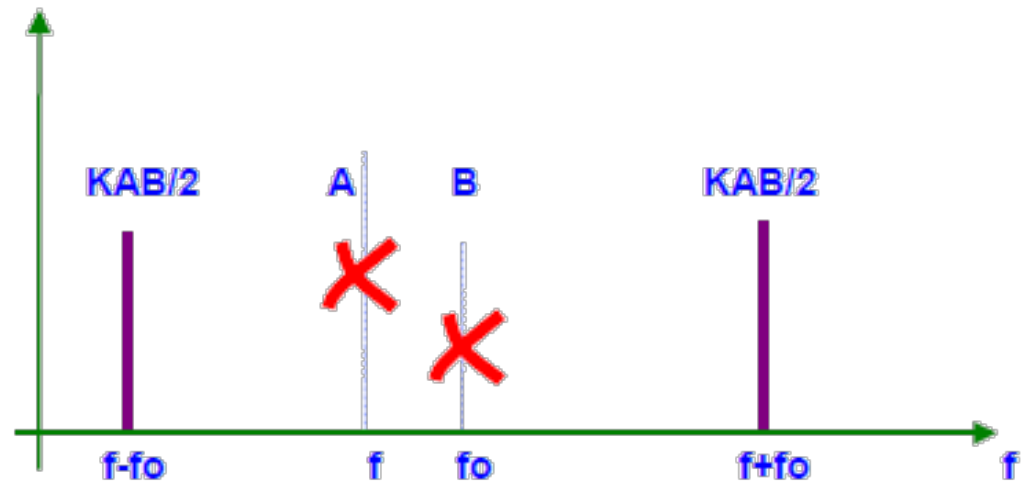
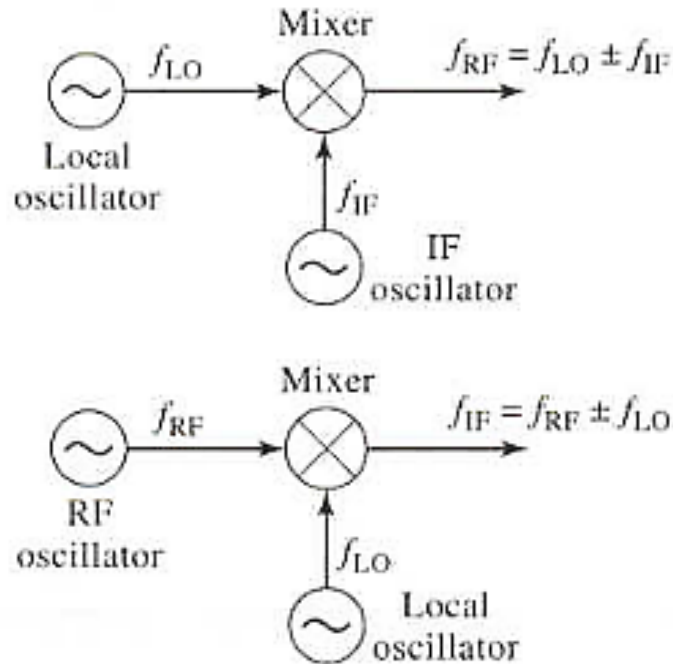
Amplification

Down-conversion

Démodulation

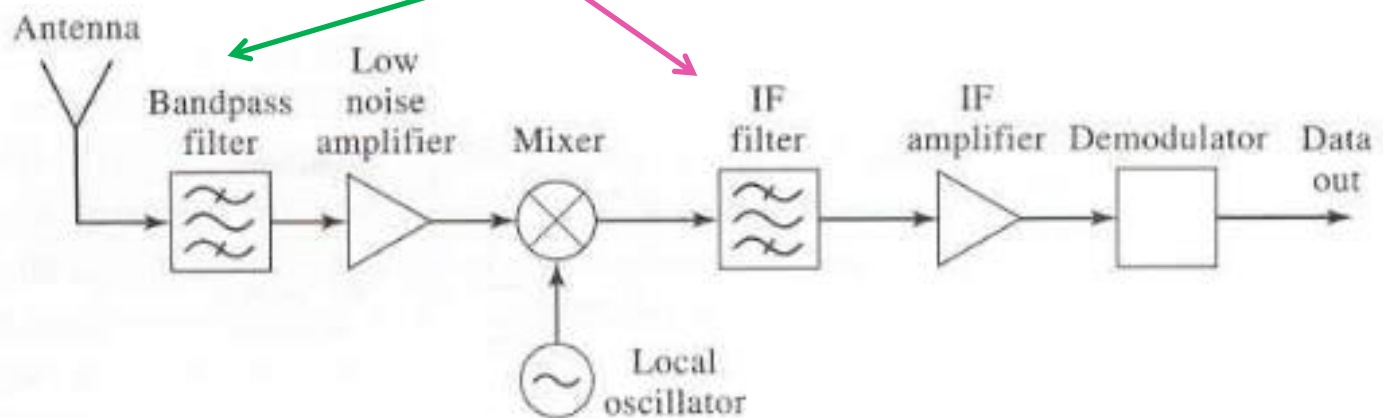
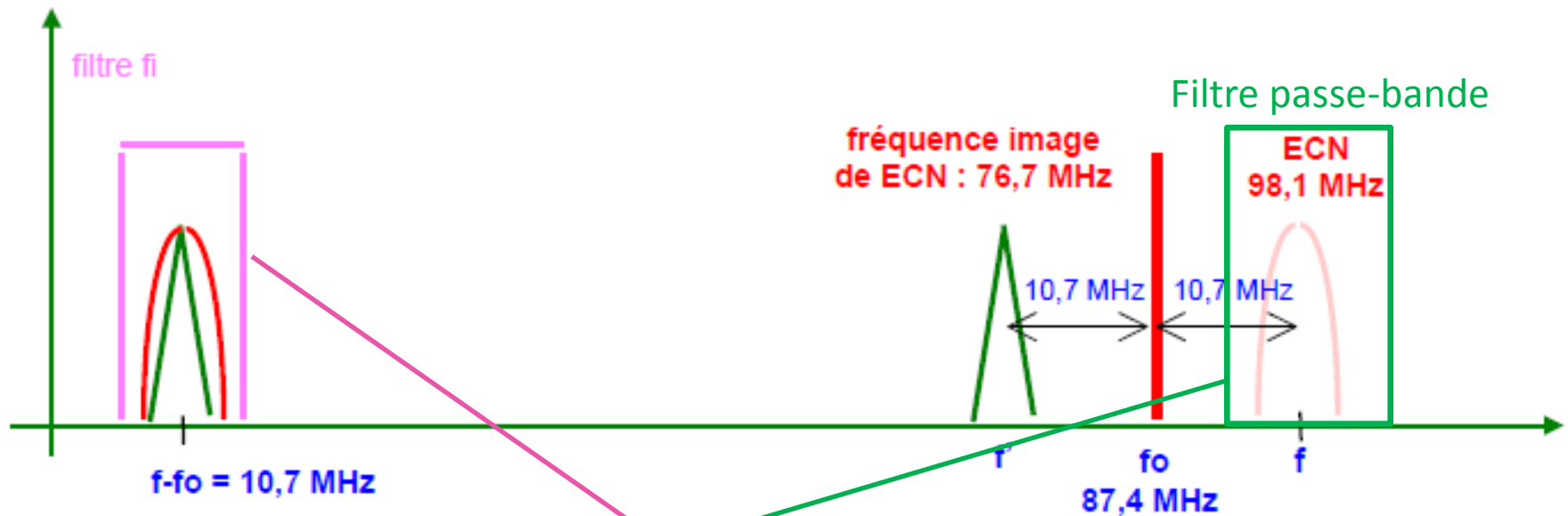


# Mélangeur



→ diode, transistor

# Mélangeur



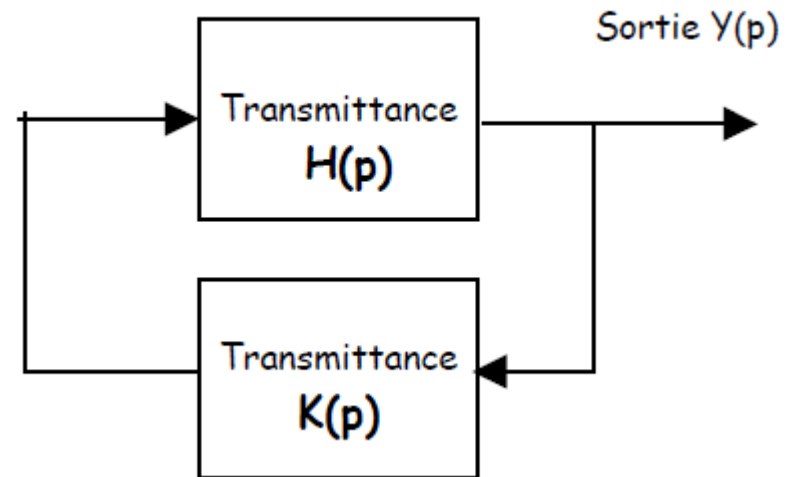
# Oscillateur

produire un signal périodique

Chaîne directe :  $H(p)$

Chaîne de retour :  $K(p)$

Gain de boucle :  $T(p) = H(p).K(p)$



Condition de Barkhausen :

$$\underline{T}(j\omega_0) = \underline{H}(j\omega_0) \underline{K}(j\omega_0) = 1$$

ou « gain de boucle = 1 »

Sur le module :  $|\underline{T}(j\omega_0)| = |\underline{H}(j\omega_0)| \cdot |\underline{K}(j\omega_0)| = 1$

Sur la phase :  $\arg(\underline{T}(j\omega_0)) = \arg(\underline{H}(j\omega_0)) + \arg(\underline{K}(j\omega_0)) = 0$

# Emetteur/ Récepteur Basic

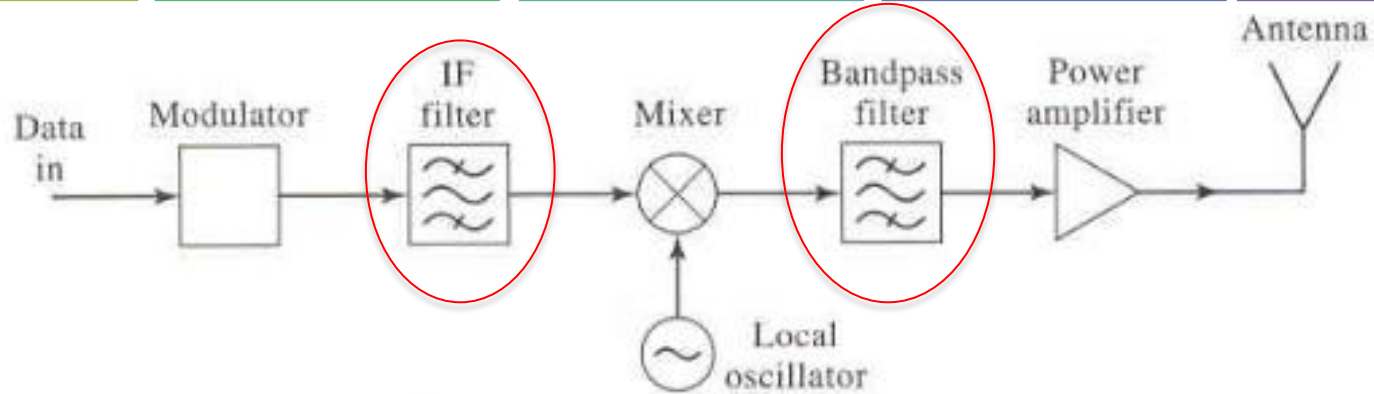
Données

Modulation

Up-conversion

Amplification

Emission



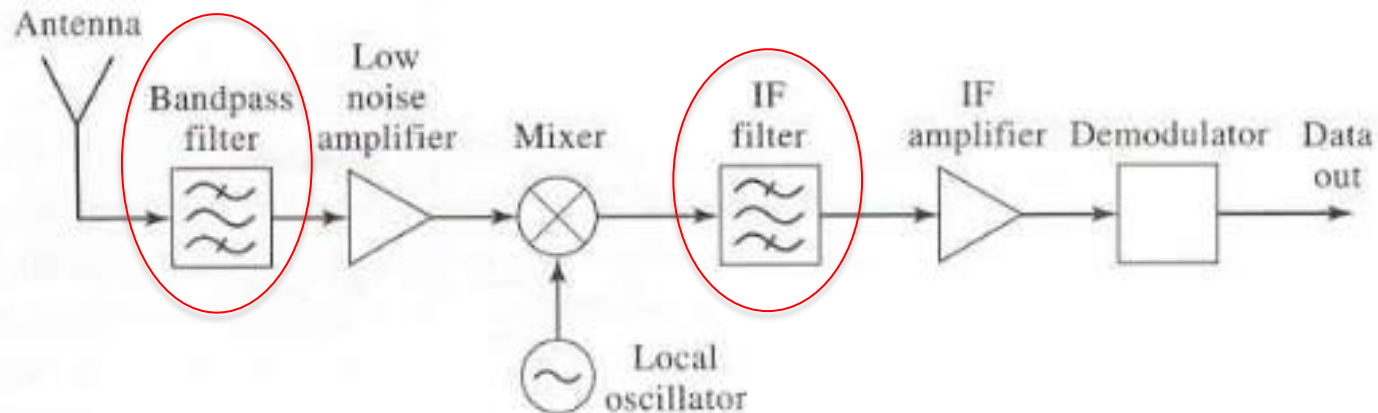
Données

Réception

Amplification

Down-conversion

Démodulation

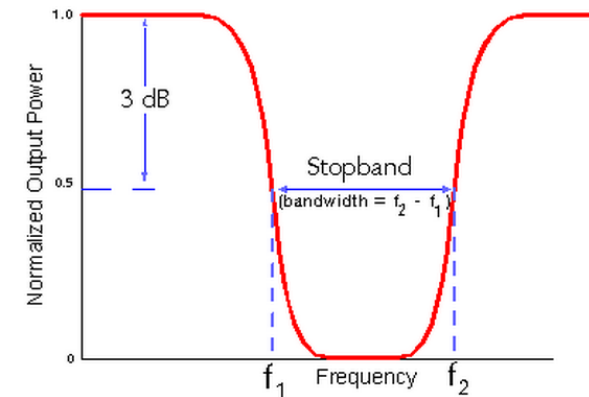
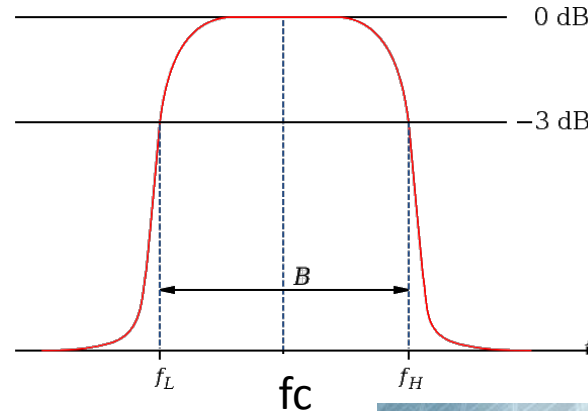
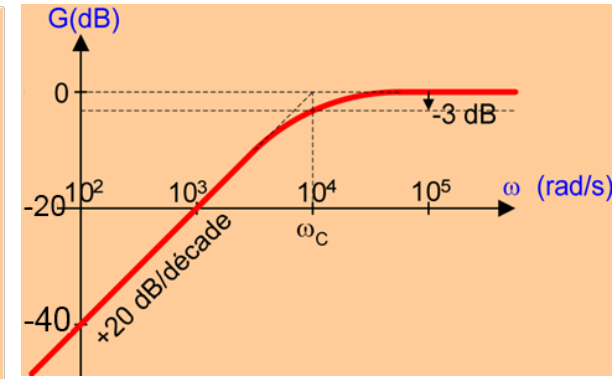
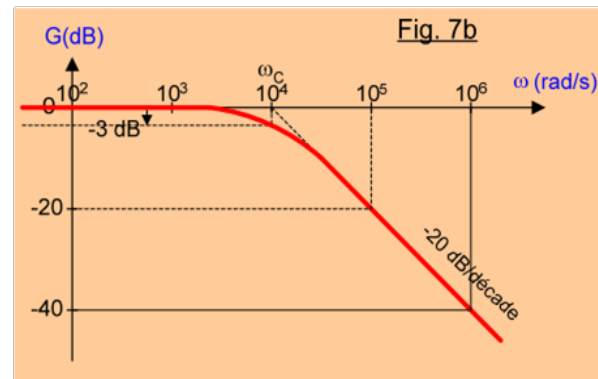




# Filtre

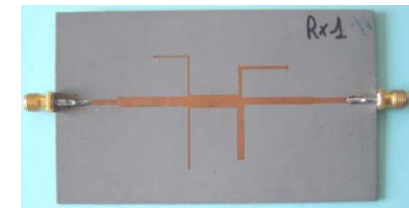
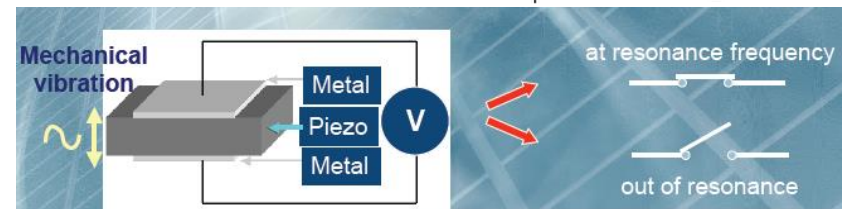
## ➤ Type de filtres:

- filtre passe-haut
- filtre passe-bas
- filtre passe-bande
- filtre coupe-bande

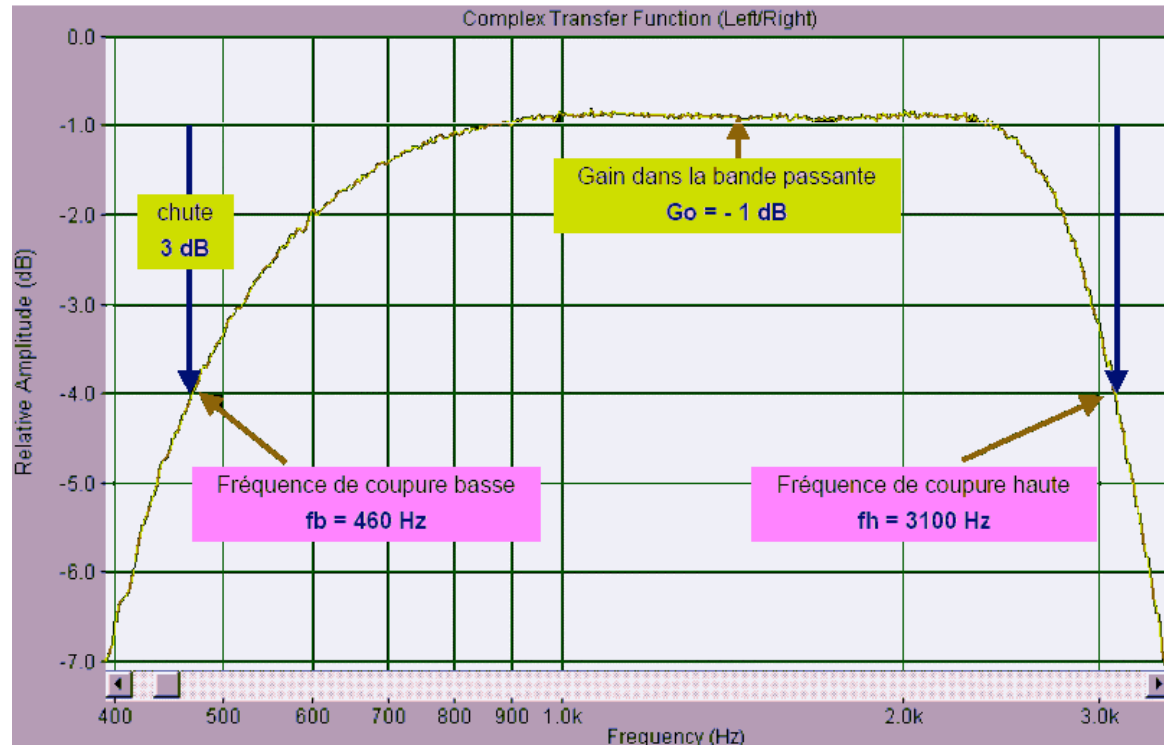


## ➤ Type de filtres:

- Filtre éléments discrets R L C
- Filtre piézoélectrique : SAW, BAW
- Filtre céramique
- Filtre micro-ruban
- ...



# Filtre



- Fonction de transfert  $T(j\omega)$  : rapport  $V_s/V_e$ 
  - ✓ Fréquence de coupure -3dB par rapport au Gain max
  - ✓ Bande passante
  - ✓ Ordre du filtre
- Deux courbes de réponse : amplitude/fréquence et phase/fréquence
  - Diagrammes de Bode

# Emetteur/ Récepteur Basic

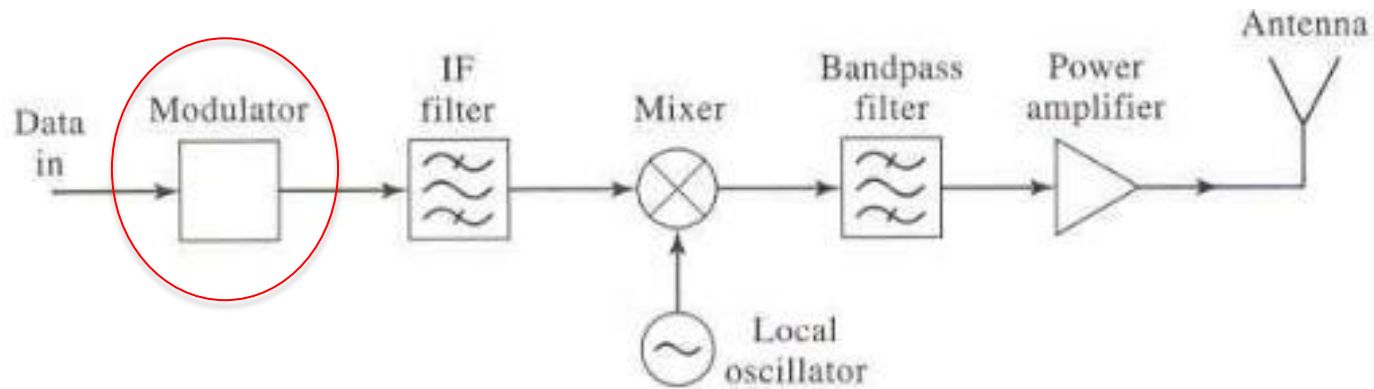
Données

Modulation

Up-conversion

Amplification

Emission



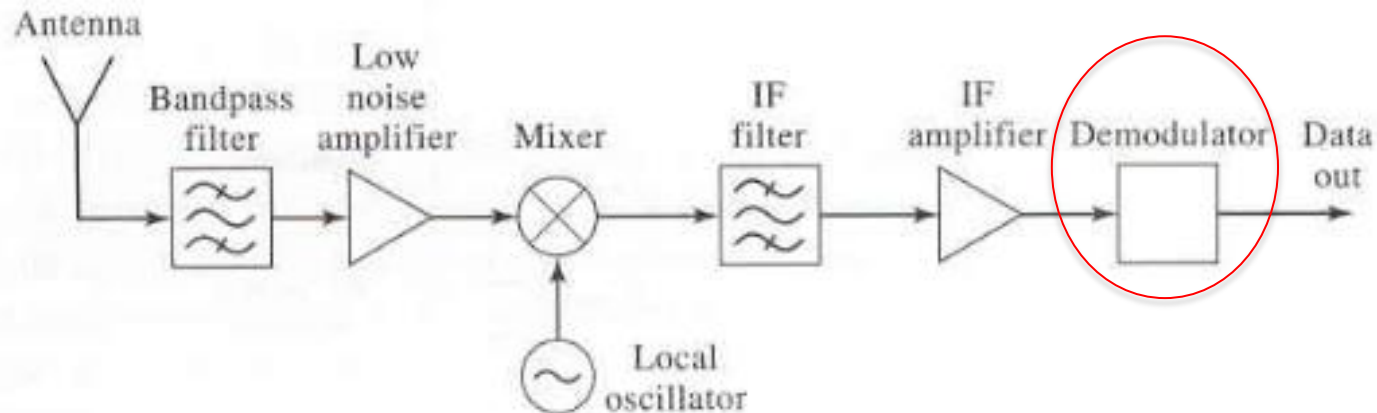
Données

Réception

Amplification

Down-conversion

Démodulation



# Modulation

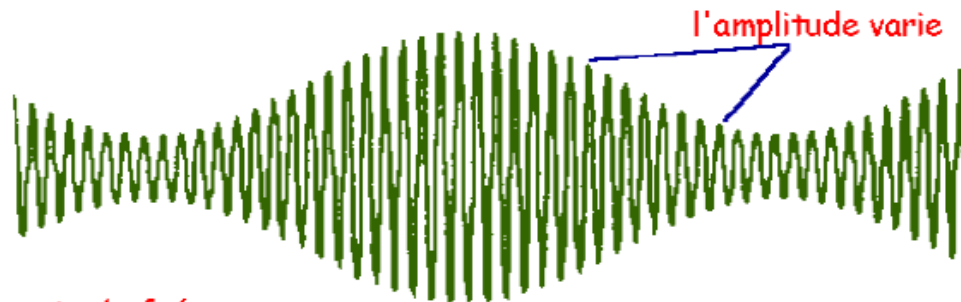
$$s(t) = \underbrace{S_0(t)}_{\text{Modulation d'amplitude}} \sin \underbrace{[\omega_0(t)t + \varphi_0(t)]}_{\text{Modulation angulaire}}$$

Modulation d'amplitude

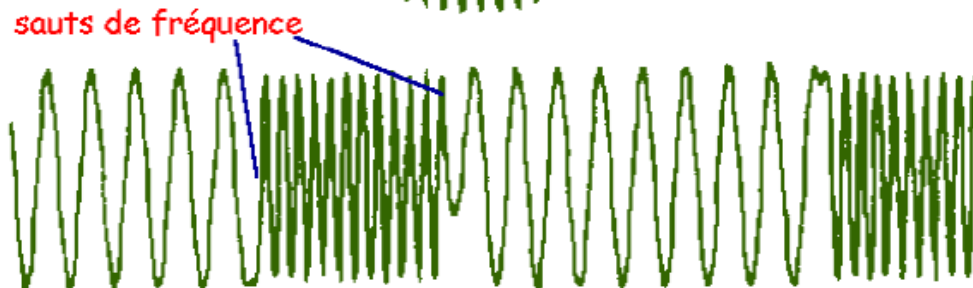
Modulation angulaire

- fréquence
- phase

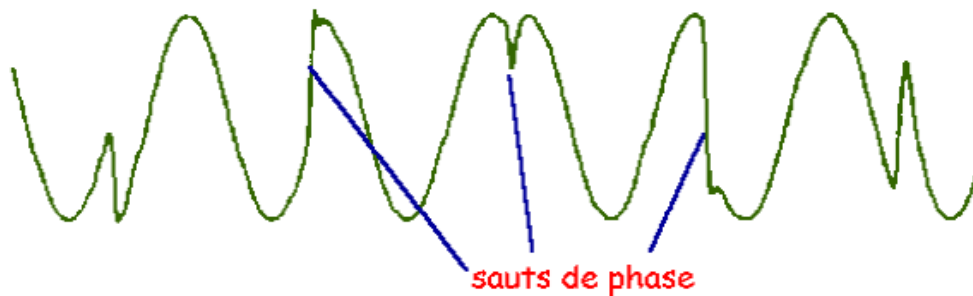
modulation  
d'amplitude



modulation  
de fréquence



modulation  
de phase



# Modulation

$$s(t) = S_0(t) \sin[\omega_0(t)t + \varphi_0(t)]$$

**$m(t)$  : signal modulant**

**Modulation d'amplitude :**  $S_0(t) = E (1 + k.m(t))$

$$S_{AM}(t) = E (1 + k.m(t)) \sin\Phi(t)$$

**Modulation de fréquence :**  $f_p(t) = f_0 + k_f m(t) \longrightarrow \Phi_p(t) = \omega_0 t + \int 2\pi k_f m(t) dt$

$$S_{FM}(t) = S_0 \sin\left(\omega_0 t + \int 2\pi k_f m(t) dt + \varphi_0\right)$$

**Modulation de phase :**  $\Phi_s(t) = \omega_0 t + k_p m(t) \longrightarrow f_p(t) = f_0 + k_p \frac{dm(t)}{dt}$

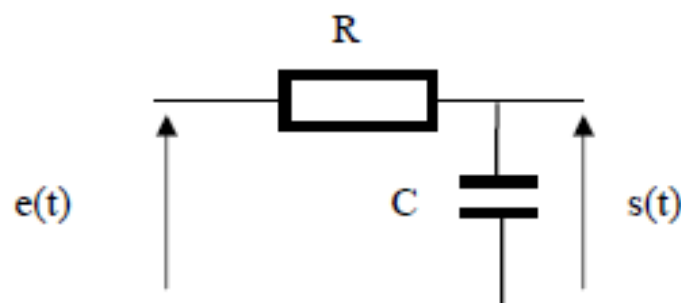
$$S_{PM}(t) = S_0 \sin(\omega_0 t + k_p m(t) + \varphi_0)$$

# Effets des ondes EM

- **Effet thermique**
  - ✓ Pourquoi ?
  - ✓ DAS
  
- **Effet athermique**



**1** On réalise le filtre RC suivant, avec  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 10 \text{ nF}$ , et on injecte à l'entrée un signal sinusoïdal :



- a) il s'agit d'un filtre passe-bas
- b) le signal de sortie est toujours sinusoïdal quelle que soit la fréquence
- c) le signal de sortie a une amplitude indépendante de la fréquence
- d) un signal  $e(t)$  de fréquence 1Hz est transmis sans atténuation
- e) la fréquence de coupure est de 159 kHz
- f) aux fréquences élevées, le signal de sortie est en opposition de phase avec l'entrée
- g) si le signal d'entrée a une amplitude trop élevée, la sortie est écrêtée

Vrai	Faux
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2 On injecte maintenant dans le filtre précédent un signal carré :

- a) le signal de sortie a la même forme que le signal d'entrée
- b) tous les harmoniques du signal carré sont atténués de la même façon
- c) le signal de sortie est formé d'impulsions très brèves
- d) le signal de sortie présente un temps de montée qui dépend des valeurs de R et C
- e) un signal carré à 1 Hz n'est pratiquement pas déformé

Vrai Faux

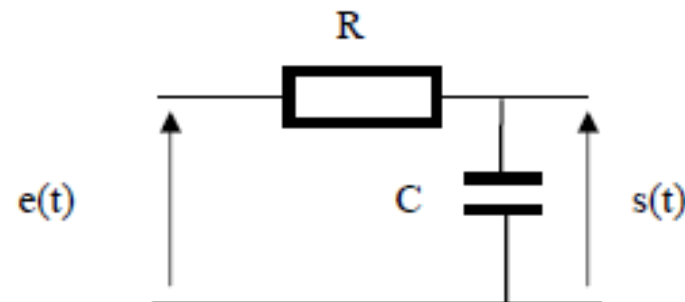
☐ ☒

☐ ☒

☐ ☒

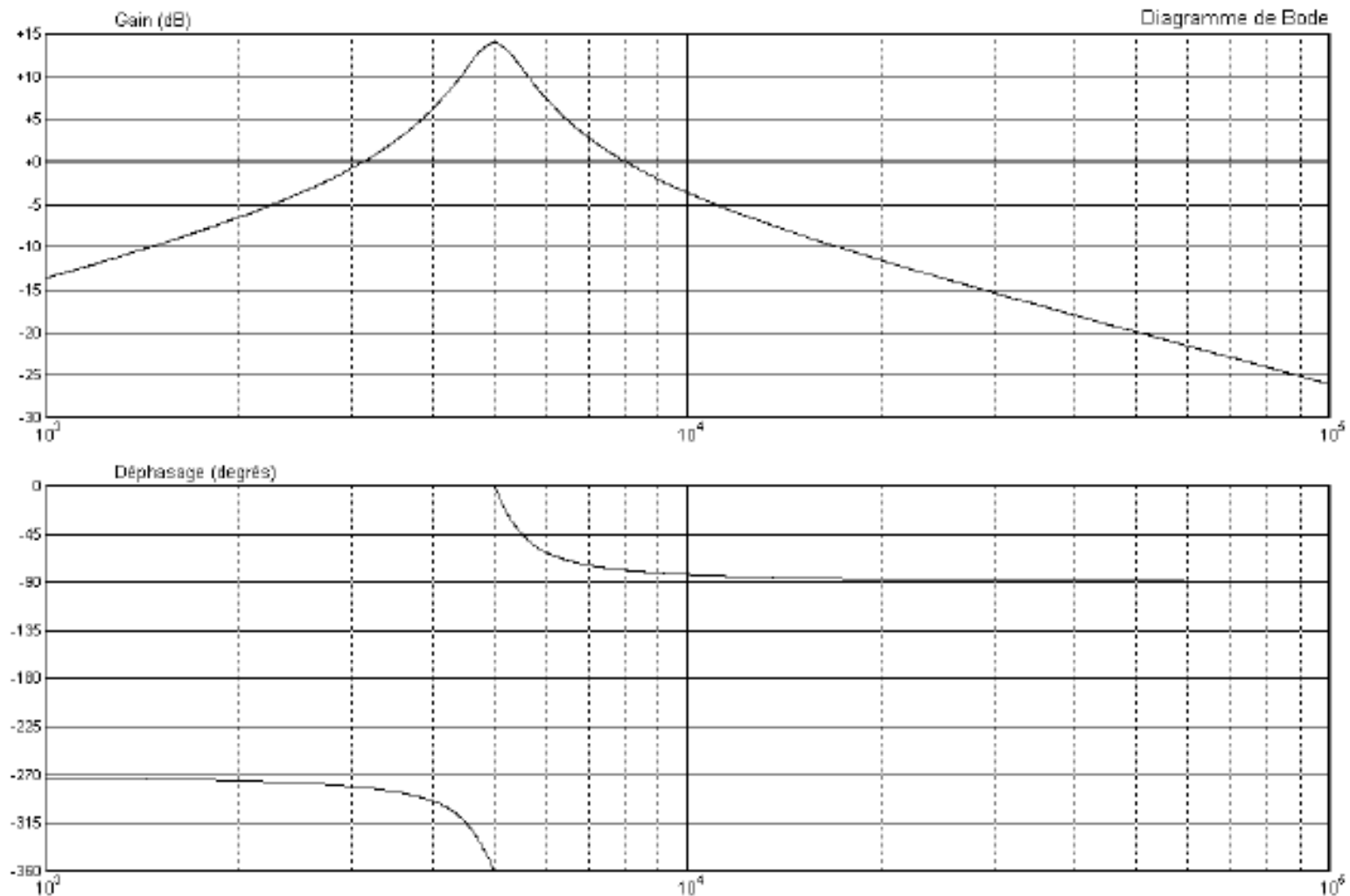
☒ ☐

☒ ☐



3

Un filtre a un gain qui évolue en fonction de la fréquence de la manière suivante :



a) c'est un filtre passe-bande dont la fréquence centrale vaut  $f_0 = 5$  kHz

b) la bande passante vaut environ  $B = 2$  kHz

c) son coefficient de qualité vaut  $Q = 50$

$$Q = f_0/B$$

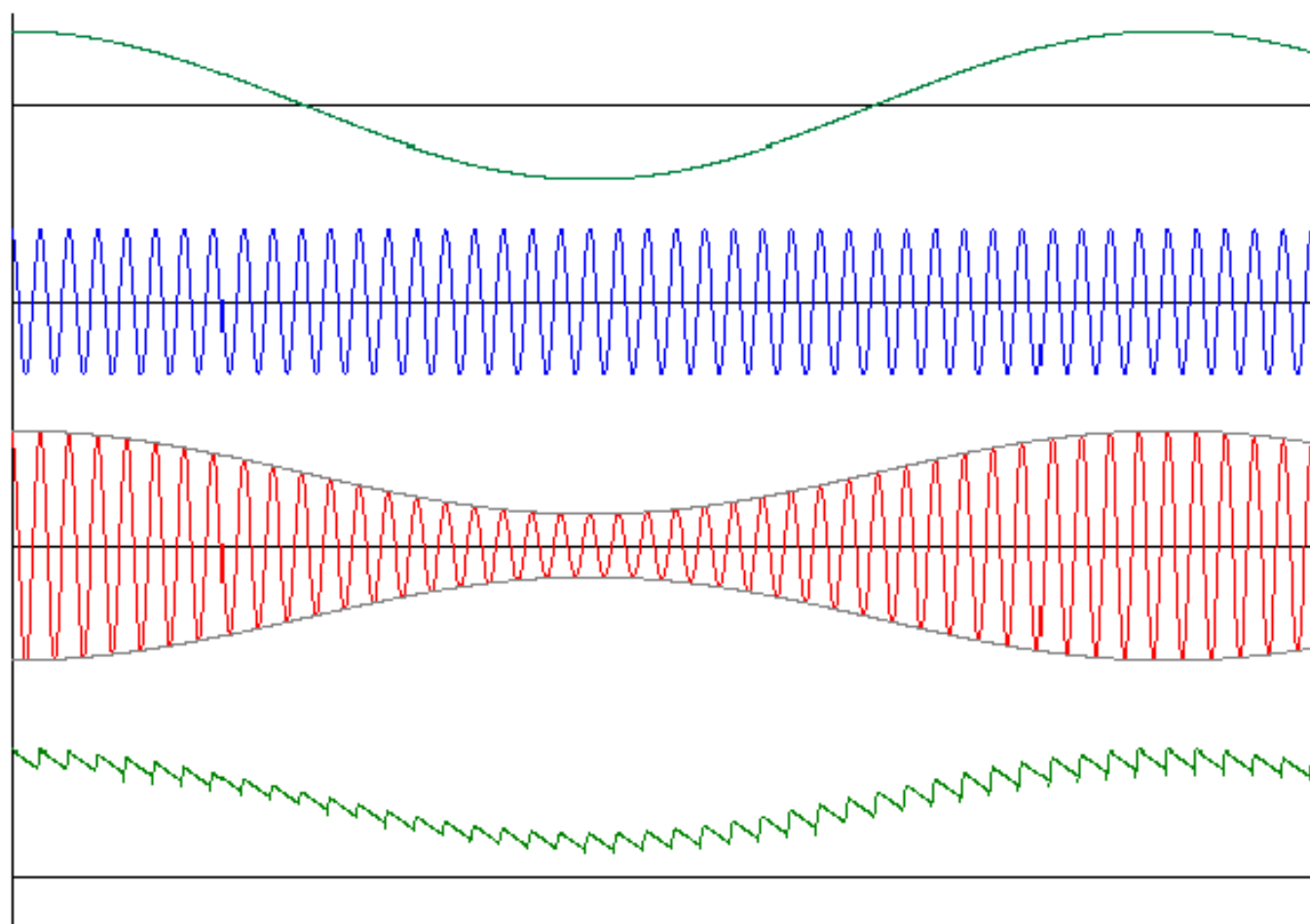
d) aux basses-fréquence la sortie est en avance de  $90^\circ$  par rapport à l'entrée

Vrai Faux



4

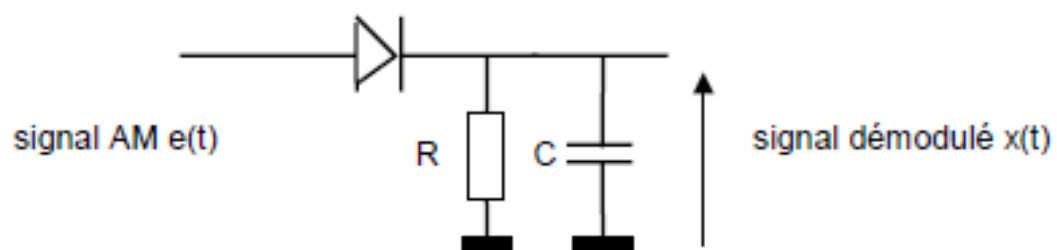
L'étude d'un signal  $e(t)$  de fréquence  $f_0 = 100$  kHz modulé en AM par un signal BF sinusoïdal de fréquence  $F = 2,5$  kHz a donné les courbes suivantes (signal modulant, porteuse pure, porteuse modulée, porteuse démodulée par un détecteur crête) :



1) A partir de la fréquence de la porteuse, graduer l'axe des temps pour les 4 courbes.

2) La porteuse modulée a une amplitude crête à crête minimale de  $V_{\min} = 1,75$  V et maximale de  $V_{\max} = 6,03$  V. En déduire la valeur de l'indice de modulation  $m$  et de l'amplitude  $E$  de la porteuse.

3) La porteuse est démodulée par le détecteur crête suivant :



Préciser les instants de conduction et de blocage de la diode. Dessiner

## Solution :

1)  $T = 1/F = 1/2,5k = 0,4 \text{ ms}$

$$T_0 = 1/f_0 = 1/100k = 10\mu s$$

Il y a 40 périodes de la porteuse dans 1 période du signal modulant.

2) indice de modulation vaut  $m = 0,55$

Lorsque le signal modulant est sinusoïdal, on a  $s(t) = a \cos(\Omega t)$  et la porteuse modulée s'écrit :

$$e(t) = E (1 + k \cos(\Omega t)) \cos(\omega t) = E (1 + m \cos(\Omega t)) \cos(\omega t) \quad m : \text{indice de modulation}$$

3) D conduit quand C se charge, D est bloquée quand C se décharge