

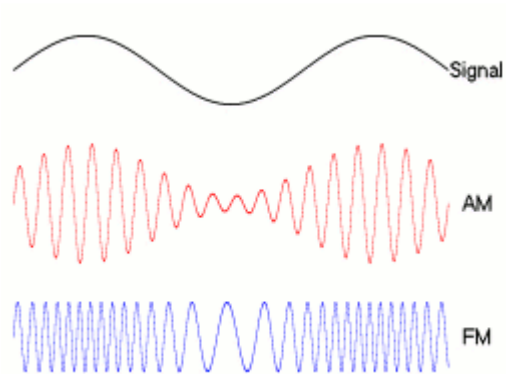
# Chapitre 3.X1 –L’encodage AM et FM

REMARQUE : CETTE SECTION EST COMPLÈTEMENT EN CONSTRUCTION

## L’encodage radio

Modulation : Encodage du signal

Démodulation : Décodage du signal



### L’encodage AM :

L’encodage AM est dans le rythme des changements des amplitudes dont le signal porteur est à une fréquence fixée.

$$y(t) = A_p (1 + kA_m \cos(2\pi f_m t)) \cos(2\pi f_p t)$$

(modulation d’un signal sinusoïdale de fréquence  $f_m$  à une fréquence porteuse  $f_p$ )

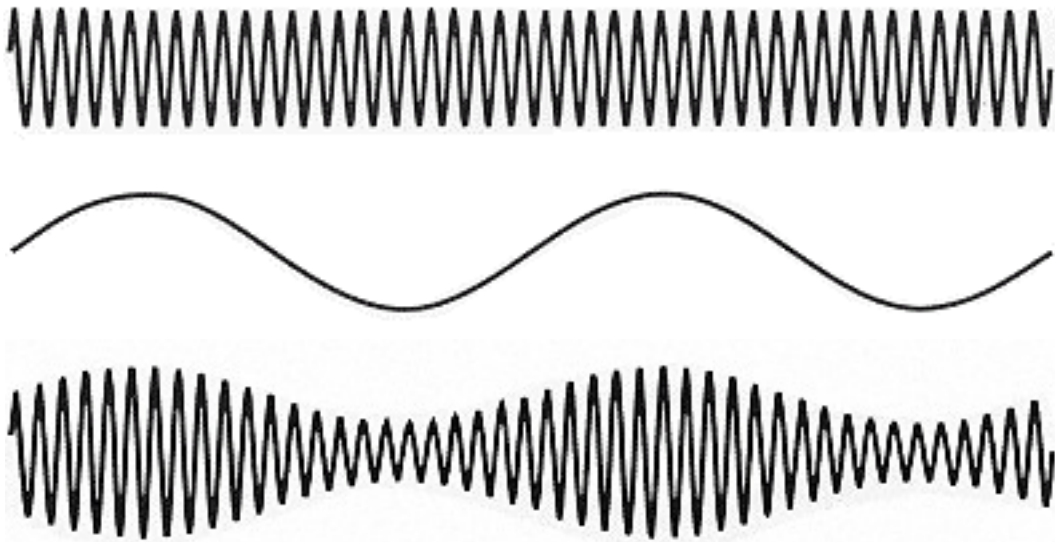
### L’encodage FM :

L’encodage FM est dans le rythme des changements de fréquences entre deux fréquences de référence peu espacé dans le spectre électromagnétique.

$$y(t) = A_p \cos\left(2\pi f_p t + \frac{A_m}{f_m} \Delta f \sin(2\pi f_m t)\right)$$

(modulation d’un signal sinusoïdale de fréquence  $f_m$  à une fréquence porteuse  $f_p$  sur un intervalle de fréquence  $\Delta f$ )

## Modulation en amplitude (signal AM)



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation\\_d%27amplitude](https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_d%27amplitude)

Soit la fréquence porteuse  $f_p$  relativement élevée de signal sinusoïdale

$$x_p = A_p \cos(2\pi f_p t)$$

que l'on veut modifier à l'aide d'un signal modulateur (le message) à une fréquence nettement plus faible  $f_m$

$$x_m = A_m \cos(2\pi f_m t) .$$

Le signal émis sera

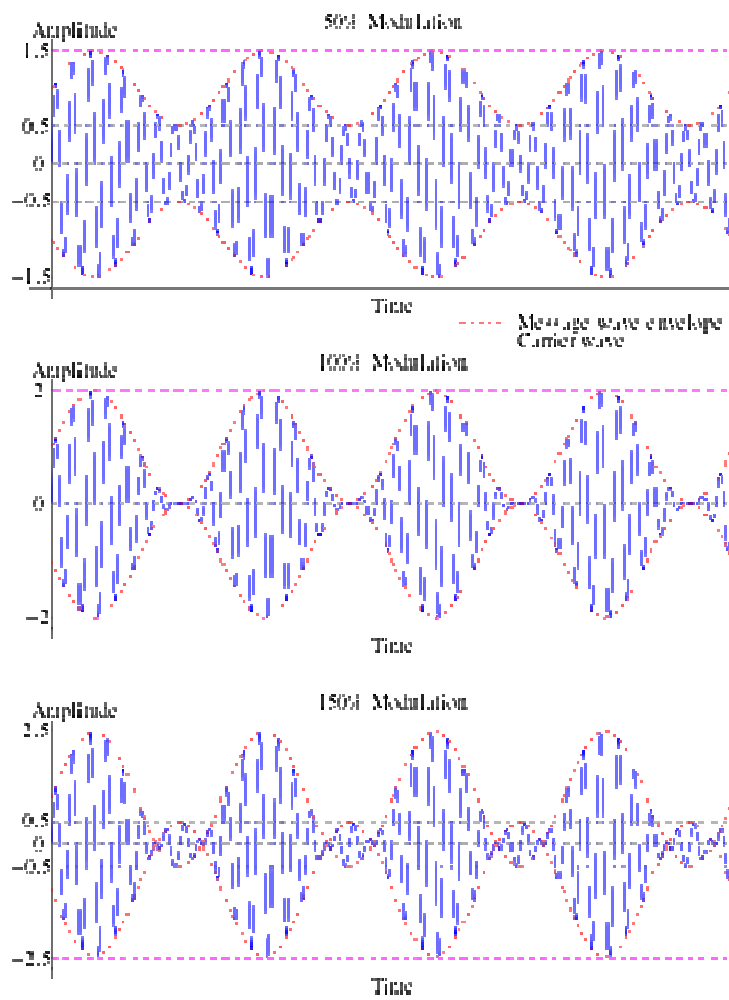
$$y(t) = x_p + kx_m x_p$$

où  $k$  est un amplification apportée au signal modulateur ce qui donne

$$y(t) = A_p (1 + kA_m \cos(2\pi f_m t)) \cos(2\pi f_p t)$$

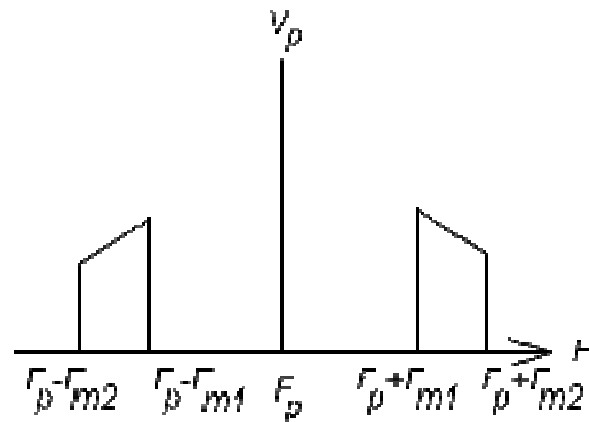
et  $kA_m \leq 1$  pour ne pas créer de la « surmodulation ».

Graphique du facteur  $h = kA_m$  :



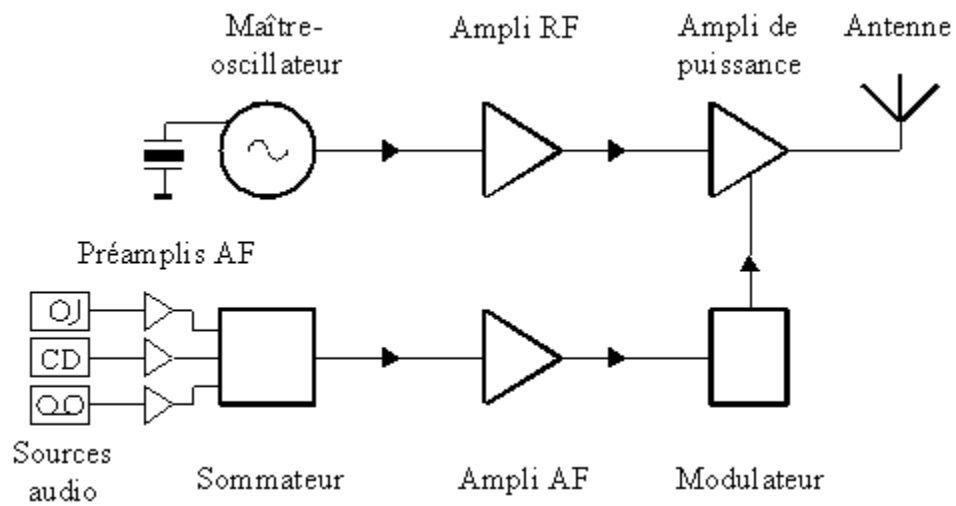
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation\\_d%27amplitude](https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_d%27amplitude)

# Spectre des fréquences en modulation AM à la fréquence de la porteuse $F_p$



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio\\_AM](https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio_AM)

## Circuit d'une antenne



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio\\_AM](https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio_AM)

# DÉMODULATION D'UN SIGNAL AM

Soit le signal modulé

$$y(t) = A_p (1 + kA_m \cos(2\pi f_m)) \cos(2\pi f_p)$$

Multiplions ce signal par la fréquence de la porteur  $f_p$  à l'aide du signal

$$w(t) = V_0 \cos(2\pi f_p)$$

Ce qui donne le nouveau signal

$$u(t) = y(t)w(t) = A_p V_0 (1 + kA_m \cos(2\pi f_m)) \cos^2(2\pi f_p)$$

On développe l'expression

(voir [https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation\\_d%27amplitude](https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_d%27amplitude))

Et l'on obtient un résultat qui correspond à 1 signal constant, 1 signal à fréquence  $f_m$  et 3 signaux à trop faible fréquence (inférieur au son audible) et à trop haut fréquence. En utilisant un filtre électronique, on peut couper les signaux non désirés et obtenir uniquement le signal à fréquence  $f_m$ .

## MODULATION EN FRÉQUENCE (Modulation FM)

FM : Équation simple : Émission d'un signal sinusoïdale

Référence : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation\\_de\\_fr%C3%A9quence](https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_de_fr%C3%A9quence)

Soit le signal en modulation (le message)

$$x_m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t) \quad \text{où} \quad f_m \text{ est la fréquence du message}$$

Le signal émis à une fréquence porteuse  $f_p$  (la fréquence du poste de radio) sera

$$y(t) = A_p \cos\left(2\pi f_p t + \frac{A_m}{f_m} \Delta f \sin(2\pi f_m t)\right)$$

(développé en fonction de Bessel qui aura besoin de l'intégral de  $x_m(t)$ )

et  $\Delta f$  est la largeur de la bande de fréquence autorisée pour émettre le signal.

$$\text{avec} \quad \int_0^t x_m(t) dt = \frac{A_m}{2\pi f_m} \sin(2\pi f_m t)$$

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation\\_de\\_fr%C3%A9quence](https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_de_fr%C3%A9quence)

## DÉMODULATION DU SIGNAL FM

C'est un peu plus compliqué. Des solutions électroniques semblent être plus utilisées qu'une passe de math ...



