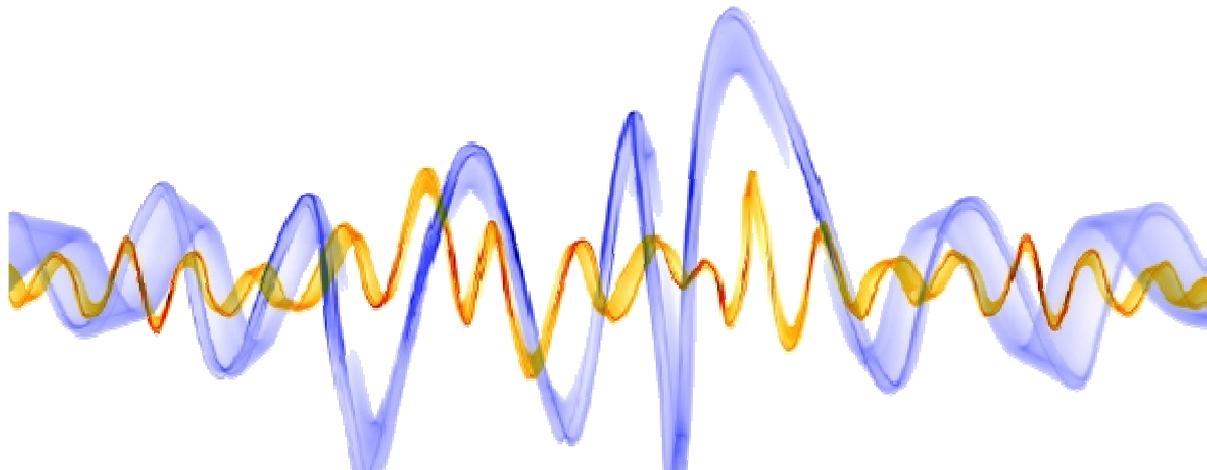


Modulation, Démodulation d'un signal



Baccalauréat STI2D-SIN

2.1 : Conception fonctionnelle d'un système local

- Modulation, démodulation d'un signal porteur d'une information : amplitude, fréquence, phase



Objectifs

A la fin de la séquence, l'élève doit être capable de :

- Établir un modèle de comportement adapté à une modulation
- Définir l'architecture d'une chaîne de modulation, les paramètres et les variables associés à la simulation.
- choisir une solution logicielle ou matérielle au regard de la définition d'un système, d'une documentation technique, d'une norme.
- simule les solutions fonctionnelles pour valider les différents comportements et faire des choix technologiques qui permettront ensuite de simuler le comportement réel avant implémentation.



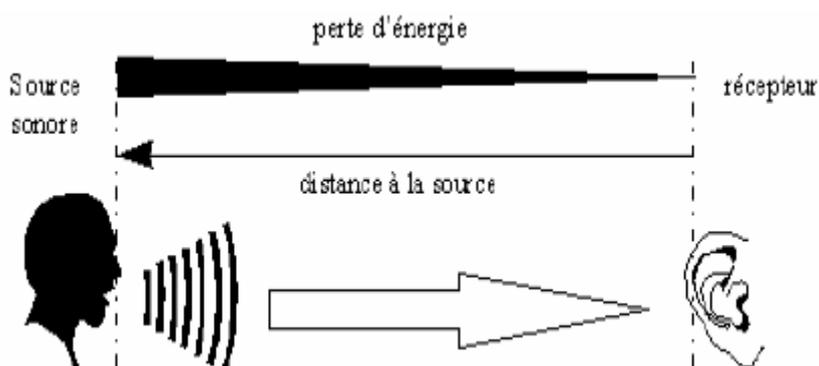
Pré-requis

- [Caractérisation de l'information analogique](#)
- [Codage de l'information](#)
- [Traitement analogique de l'information](#)
- [Filtrage de l'information](#)

I/ Expression du besoin

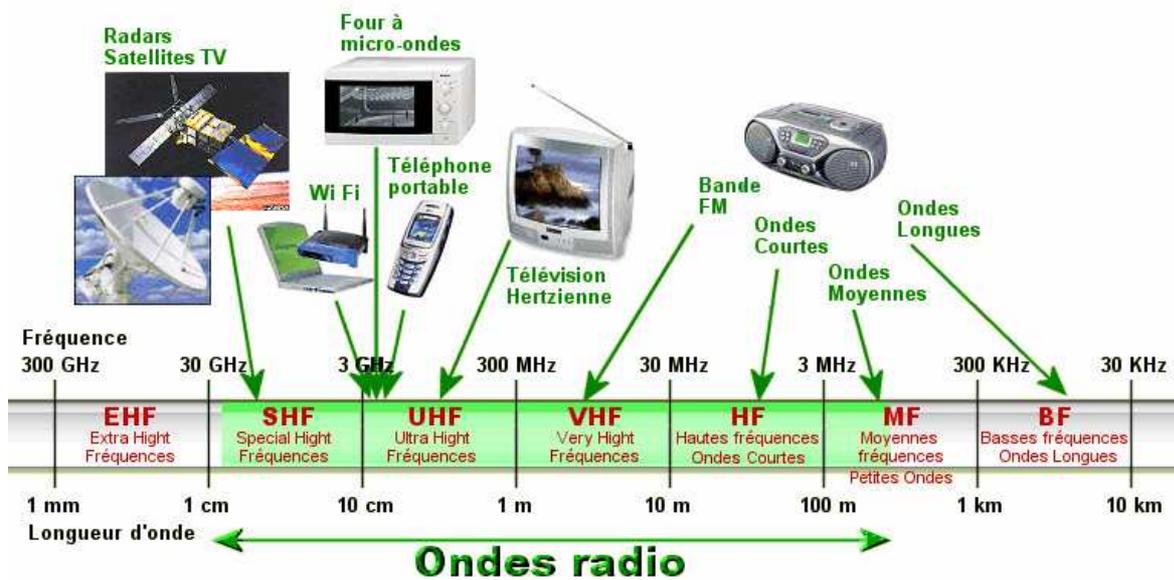
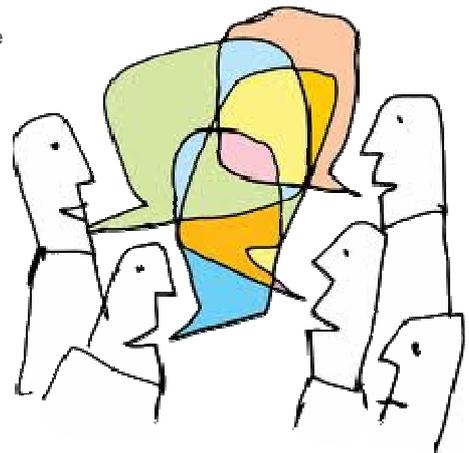
Lorsque l'on souhaite communiquer de manière non filaire on est très vite confronté à la problématique de la distance.

La portée de notre voix n'est pas très grande.



On pourrait utiliser un amplificateur pour amplifier le volume sonore mais une communication verbale de plusieurs personnes dans un même lieu peut très vite devenir inexploitable.

Les ondes se propageant plus loin à fréquence élevée, on réalise une transposition de fréquence afin d'émettre les signaux sur de longues distances.

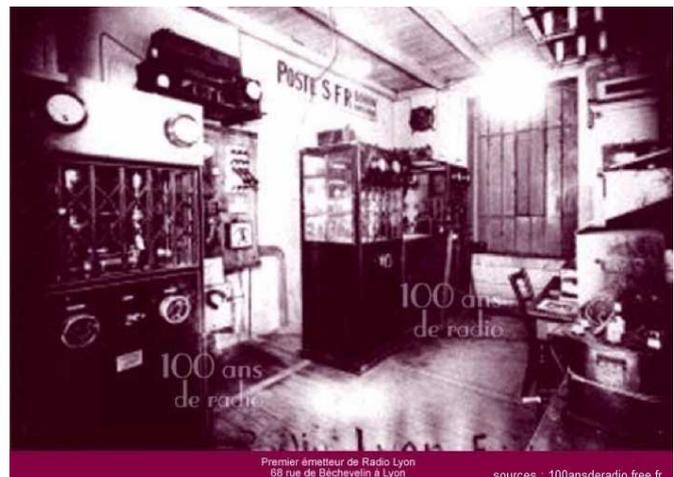


Modulation

La modulation consiste à greffer un signal utile (appelé également **signal modulant**) sur un signal haute fréquence (appelé **porteuse**). Ce procédé permet de travailler avec des antennes de taille raisonnable et d'effectuer des transmissions sur de plus longues distances (les ondes électromagnétiques interagissant moins avec le milieu que les ondes sonores). Cette modulation peut être en amplitude, en phase ou en fréquence.

Un son audible modulé n'est plus audible.

Il doit être démodulé pour être à nouveau exploitable.

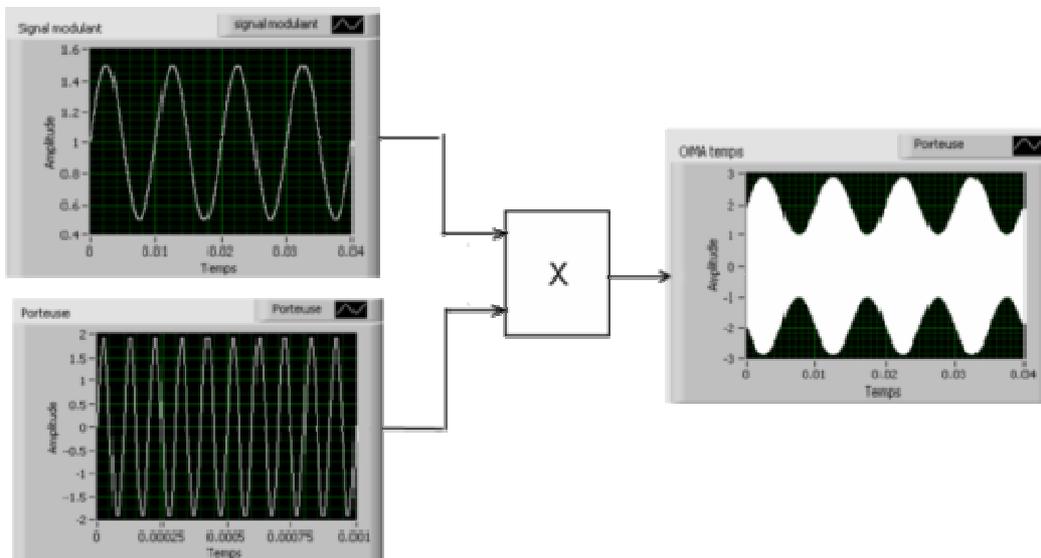


II/ Modulation d'amplitude

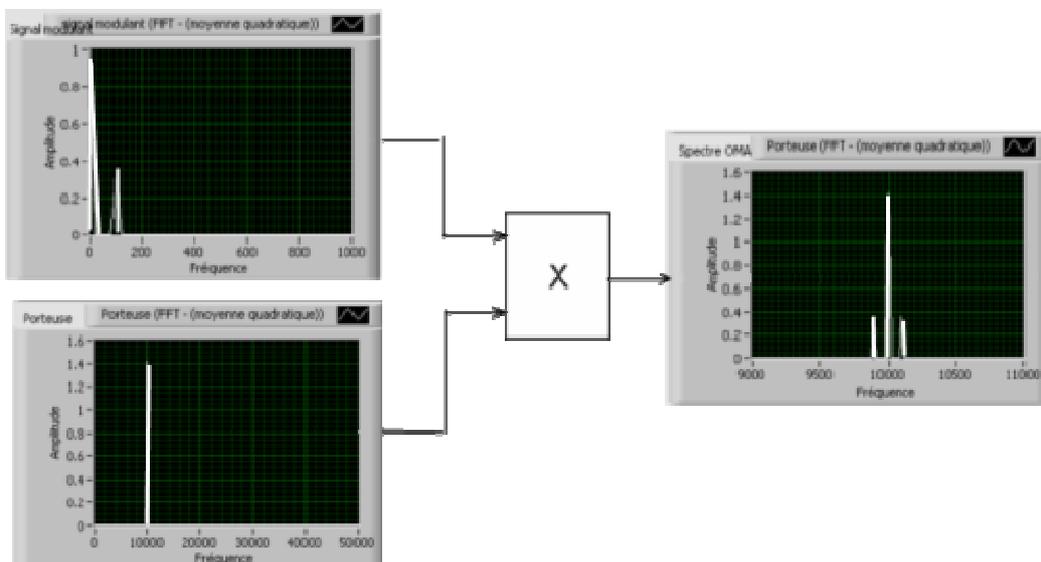


Modulation d'amplitude

La modulation d'amplitude consiste à multiplier le signal modulant par la porteuse.



L'allure spectrale des signaux donne :



Justification théorique :

Le signal modulant a pour équation : $V_m = k(1 + \sin \omega_m t)$

Le signal de la porteuse est : $V_p = \sin \omega_p t$

- La fréquence de la porteuse est donc $f_p = \omega_p / 2\pi$
- La fréquence du signal modulant est $f_m = \omega_m / 2\pi$

Les spectres ci-dessus montrent bien ces fréquences.

Le produit de deux sinus donne : $\sin(a).\sin(b) = 0,5.[\cos(a-b) - \cos(a+b)]$

En remplaçant :

- $V_{\text{modulé}} = k(1 + \sin\omega_m t).\sin\omega_p t = k.\sin\omega_p t + k.\sin\omega_m t.\sin\omega_p t$
- $V_{\text{modulé}} = k.\sin\omega_p t + 0,5.k.[\cos(\omega_p t - \omega_m t) - \cos(\omega_p t + \omega_m t)]$
- $V_{\text{modulé}} = k.\sin\omega_p t + 0,5.k.\cos(\omega_p t - \omega_m t) - 0,5.k.\cos(\omega_p t + \omega_m t)$

On remarque donc que le signal modulé est composé de trois fréquences f_p , $f_p - f_m$ et $f_p + f_m$

Ces trois fréquences sont visibles sur le spectre des figures ci-dessus.

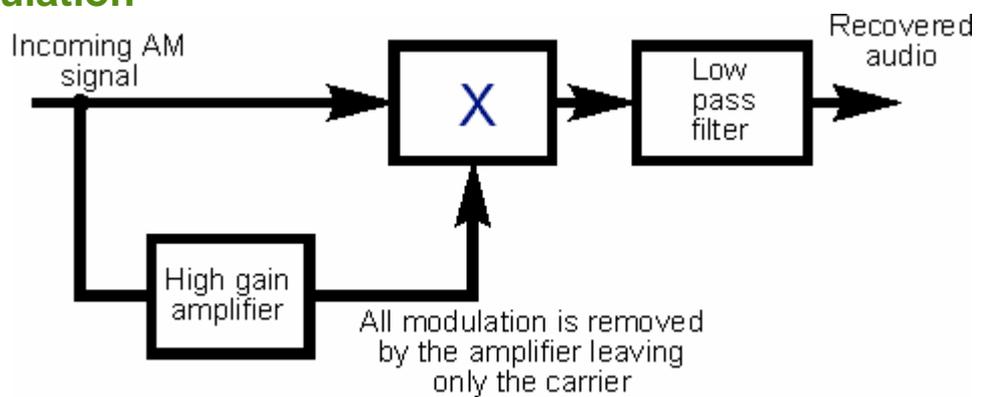
Cette modulation présente l'inconvénient de transmettre les parasites provenant de la transmission (orage, décharge électromagnétique, etc...).

La télévision analogique utilise la modulation d'amplitude.

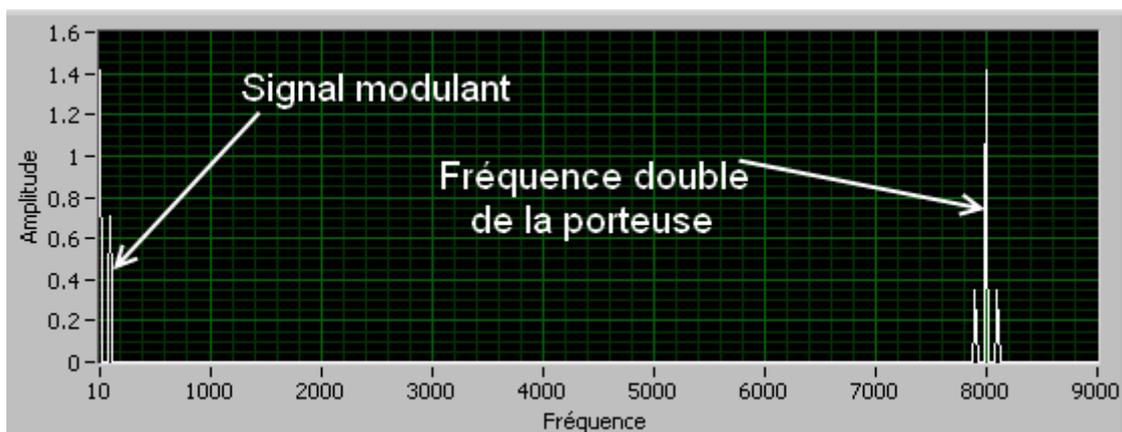


Démodulation

La démodulation d'une OMA consiste à multiplier le signal modulé par un signal de même fréquence que la porteuse. Ce faisant, le spectre se compose du signal modulant et des fréquences centrées autour de la fréquence double de la porteuse.



Un filtrage passe bas permet de reconstituer l'information transmise.



III/ Modulation de fréquence



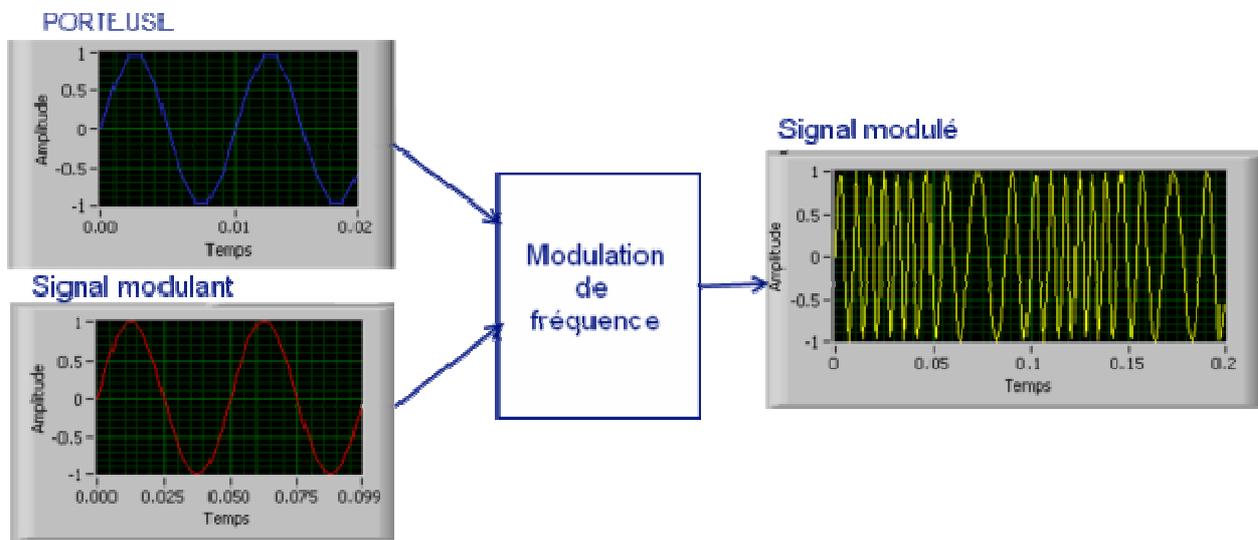
Modulation de fréquence

La sensibilité aux parasites de la modulation d'amplitude est corrigée par la modulation de fréquence.

Dans cette modulation, la fréquence de la porteuse change en fonction de l'amplitude du signal modulant.

Ainsi la fréquence de la porteuse sera :

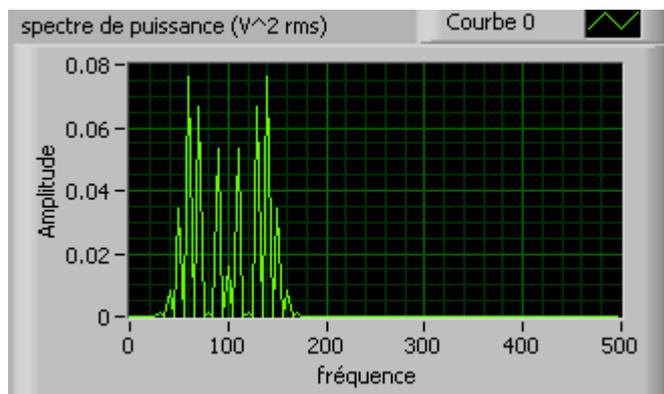
- $\omega_p = \omega_0 + k \cdot s(t)$
- où ω_0 est la pulsation de la porteuse sans modulation
- et $s(t) = e \cdot \sin \omega_m t$ le signal modulant



Le signal modulé a donc pour équation

$v(t) = E \cdot \cos(\omega_0 t + m \cdot \sin \omega_m t)$ où m est l'indice de modulation.

Selon la valeur de m le nombre de raies autour de la fréquence porteuse est plus ou moins important.



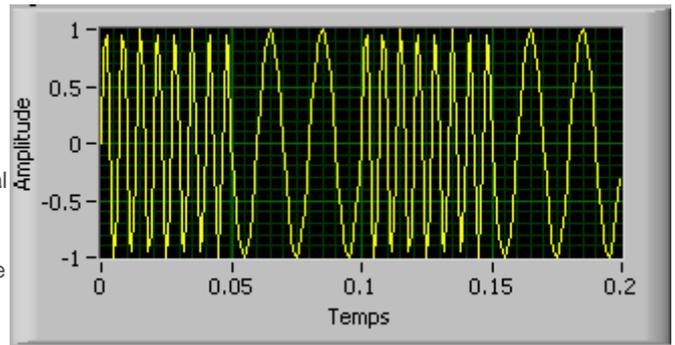
Cette modulation est réalisée à l'aide de circuits VCO : Voltage Controlled Oscillator



Modulation FSK

Une modulation FSK (Frequency Shift Keying) est une modulation de fréquence où le signal modulant est un signal numérique. Ainsi seules deux fréquences composent le signal modulé selon que ce soit un "0" ou un "1".

Certains MODEM utilisent cette modulation pour transmettre les données numériques.



IV/ Modulation de phase



Définition

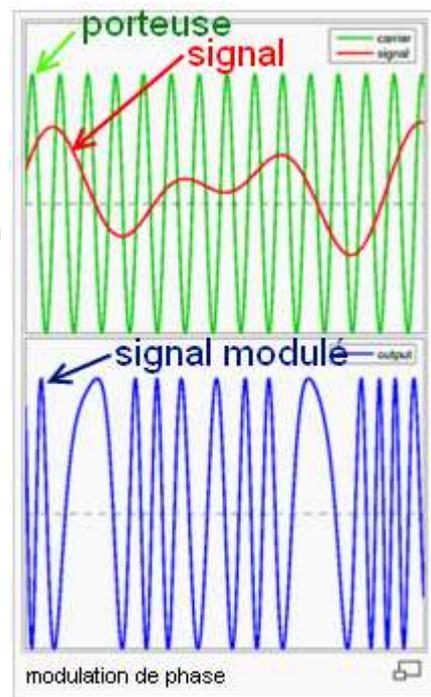
Dans une modulation de phase, la phase de la porteuse est modifiée en fonction du signal modulant.

L'équation du signal modulé est :

$$v(t) = E \cdot \cos(\omega_p t + k \cdot \cos \omega_m t)$$

La modulation de phase est utilisée dans la modulation de signaux numériques.

On parle alors de modulation PSK (Phase Shift Keying) ou BPSK (Binary Phase Shift Keying).



Information binaire

