

1. Introduction.

Le but de la modulation est de permettre la transmission (par fil, par voie hertzienne, par fibre optique, etc.) d'une information, et de pouvoir retrouver celle-ci.

Il est aisé de faire le parallèle avec un envoi postal. Celui-ci est composé de :

- Une information (texte, objet, etc.)
- Un emballage (enveloppe, paquet, caisse, etc.)
- Une adresse (adresse du destinataire)

Envoi postal	Modulation
Une information (texte, objet, etc.)	Signal électrique
Un emballage (enveloppe, paquet, caisse, etc.)	Le type de modulation.
Une adresse	La fréquence de la porteuse

Selon la qualité de l'emballage (robustesse de la modulation), le message sera plus ou moins bien protégé. Une lettre ne sera lue qu'une fois ouverte par le destinataire, alors qu'une carte postale peut être lue par plusieurs personnes entre le moment où elle a été postée et celui, où le destinataire va pouvoir lire le message qui lui est adressé. Il en va de même pour les modulations, certaines « protégeant » mieux le message que d'autres.

2. Définitions.

Porteuse

La porteuse est une onde sinusoïdale, qui verra un de ses paramètres (amplitude, fréquence ou phase) être modifié par le signal modulant. Le paramètre qui varie définit le type de modulation.

On dit : la porteuse est modulée par un signal modulant.

Signal modulant

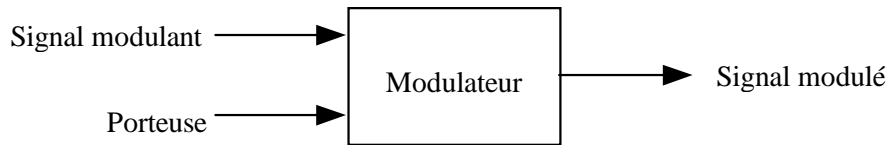
C'est l'information à transmettre. Ce signal modifie un des paramètres (amplitude, fréquence ou phase) de la porteuse.

On dit : le signal modulant module la porteuse.

Signal modulé

C'est le signal résultant de la modulation.

3. Schéma bloc d'un modulateur.



La porteuse est de forme sinusoïdale.

Le signal modulant peut être analogique de forme quelconque, ou numérique

Le paramètre de la porteuse qui varie détermine le type de modulation, soit une modulation d'amplitude, de fréquence ou de phase.

Pour la modulation d'amplitude, on distingue des cas particuliers, comme la modulation d'amplitude à porteuse supprimée, à bande latérale unique et à bande latérale résiduelle.

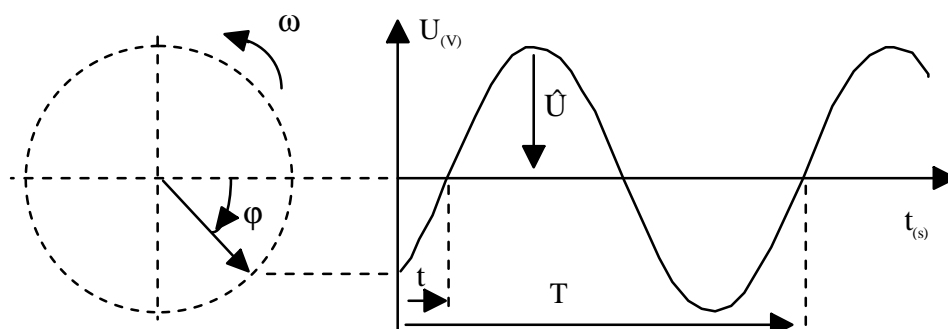
5. Types de modulation.

L'équation qui permet de calculer une forme d'onde sinusoïdale est :

$$u = \hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

- avec :
- u : valeur instantanée de la tension
 - \hat{U} : valeur de crête de la tension
 - ω : pulsation ($\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$)
 - t : le temps considéré
 - φ : angle de déphasage à l'origine en radian.

Représentations temporelle et vectorielle



Si le signal modulant fait varier \hat{U} c'est une **modulation d'amplitude**.

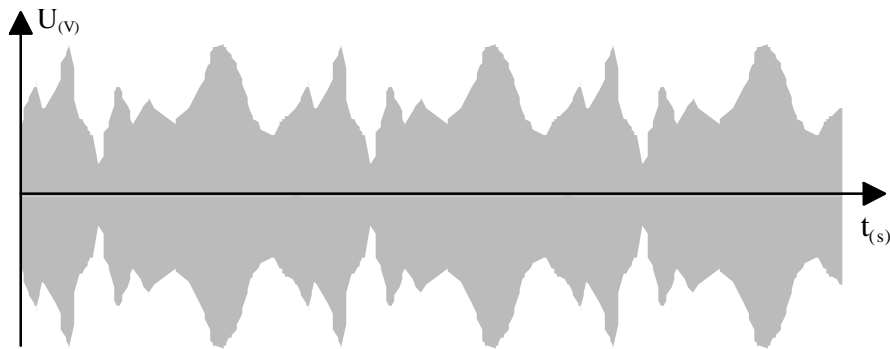
Si le signal modulant fait varier f (dans le facteur ω) c'est une **modulation de fréquence**.

Si le signal modulant fait varier φ c'est une **modulation de phase**.

5. Représentations d'un signal modulé.

5.1 Représentation temporelle.

C'est une représentation du type $U = f(t)$

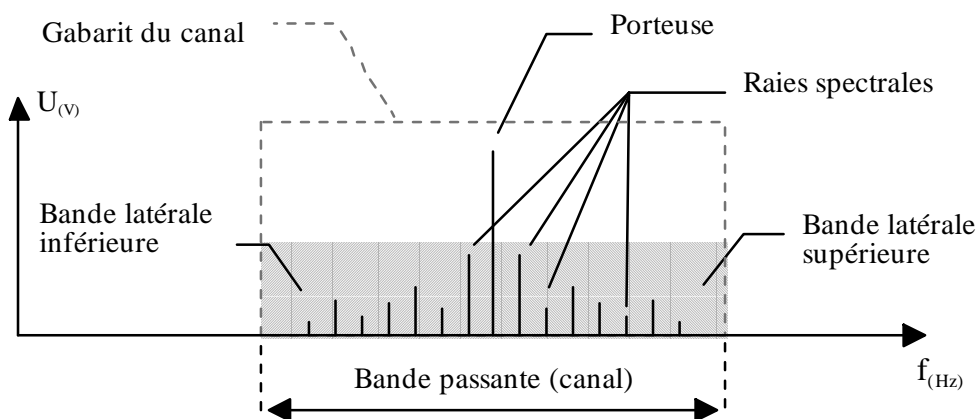


La partie grisée représente la porteuse; la limite supérieure et la limite inférieure de cette courbe sont appelées **courbes enveloppe**.

5.2 Représentation spectrale.

C'est une représentation $U = f(f)$

Lorsqu'une porteuse est modulée, une plage de fréquences est occupée; la **représentation spectrale** permet de visualiser celle-ci.



La zone visualisée par le trait gris, représente le **gabarit** du canal, soit la région aussi bien du point de vue fréquentiel (x) que de la tension (y) où vont se situer les diverses informations du signal. Les informations dépassant les limites du canal devront être supprimées.

Remarque :

Pour diverses raisons, il peut être utile de supprimer l'une ou l'autre des composantes du spectre, soit :

- la porteuse ce qui donne une **modulation d'amplitude à porteuse supprimée**.
- une partie d'une bande latérale ce qui donne une **modulation à bande latérale atténuée**.
- une bande latérale et la porteuse, ce qui donne une **modulation à bande latérale unique**.

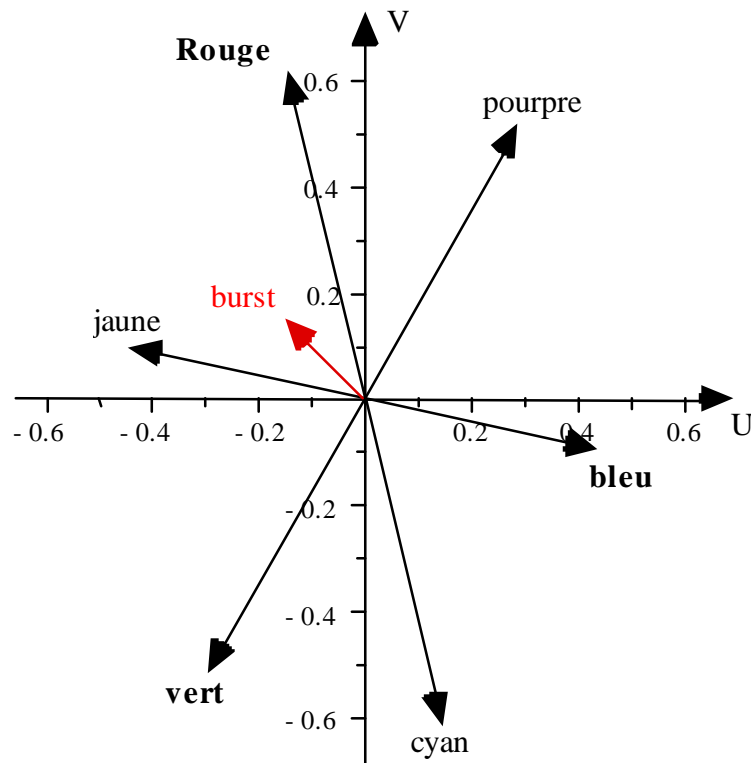
5.3 Représentation vectorielle.

C'est une représentation du type $\text{angle} = f(U)$

La représentation vectorielle est particulièrement adaptée pour la modulation de phase d'une part et pour la modulation en quadrature d'autre part.

Exemple :

Signal de chrominance modulé en quadrature dans le système PAL.



Chaque teinte est représentée par l'angle du vecteur par rapport à son origine. Ici, l'origine est l'axe noté U.

6. Modulation en quadrature.

C'est un type de modulation particulier, qui consiste à prendre deux porteuses de même fréquence, mais déphasées l'une par rapport à l'autre de 90° (quadrature). Ces porteuses sont ensuite modulées en amplitude, puis additionnées l'une avec l'autre.

La notation générale des axes est :

- **I** (In phase) pour l'axe représentant l'origine. (Dans le système PAL il est noté U)
- **Q** (quadrature) pour l'axe déphasé de 90° , en avance par rapport à l'axe I. (Dans le système PAL il est noté V).

Schéma de principe.

