

## 1. Introduction

On dispose d'informations analogiques ou numériques à transmettre dans un canal de transmission. Ce dernier désigne le support, matériel ou non, qui sera utilisé pour véhiculer l'information de la source vers le destinataire. La *figure 1.1* résume l'énoncé du problème posé. Les informations issues de la source peuvent être, soit analogiques, soit numériques. Il peut s'agir par exemple, d'un signal audio analogique, d'un signal vidéo analogique ou des mêmes signaux numérisés.

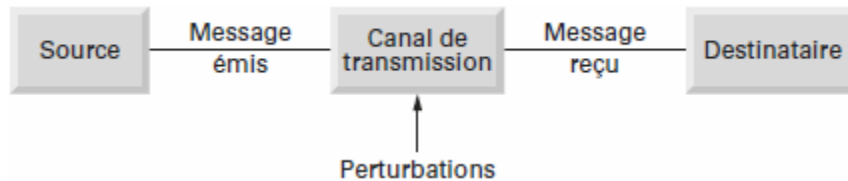


Figure 1.1 – Transmission de l'information dans un canal.

Dans ce cas, ce sont des séquences de caractères discrets, issus d'un alphabet fini de  $n$  caractères, il peut donc s'agir d'une suite de 0 et de 1 par exemple.

### 1.1 Définition des termes

#### 1.1.1 Bande de base

On parle de signal en bande de base pour désigner les messages émis. La bande occupée est alors comprise entre la fréquence 0, ou une valeur proche de 0 et une fréquence maximale  $f_{\max}$ .

#### 1.1.2 Largeur de bande du signal

La largeur de bande du signal en bande de base est l'étendue des fréquences sur lesquelles le signal a une puissance supérieure à une certaine limite. Cette limite  $f_{\max}$  est en général fixée à  $-3$  dB, ce qui correspond à la moitié de la puissance maximale. La largeur de bande est exprimée en Hz, kHz ou MHz.

#### 1.1.3 Spectre d'un signal

On parle de spectre d'un signal pour désigner la répartition fréquentielle de sa puissance. On parle aussi de densité spectrale de puissance DSP qui est le carré du module de la transformée de Fourier de ce signal.

$$\text{DSP} = |F(f)|^2$$

#### 1.1.4 Bande passante du canal

Le canal de transmission peut être par exemple, une ligne bifilaire torsadée, un câble coaxial, un guide d'onde, une fibre optique ou l'air tout simplement. Il est évident qu'aucun de ces supports n'est caractérisé avec la même bande passante.

La bande passante du canal ne doit pas être confondue avec l'occupation spectrale du signal en bande de base.

### 1.2 But de la modulation

Le but de la modulation est d'adapter le signal à transmettre au canal de communication entre la source et le destinataire. On introduit donc deux opérations supplémentaires à celle de la *figure 2.1*; entre la source et le canal, une première opération appelée modulation et entre le canal et le destinataire, une seconde opération appelée démodulation. La chaîne de transmission globale est alors celle de la *figure 1.2*.

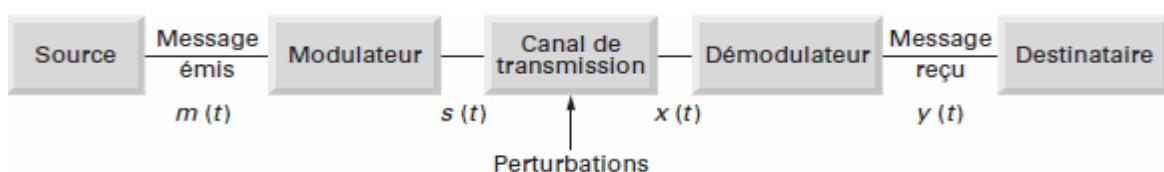


Figure 1.2 – Chaîne globale de transmission.

L'objectif de la transmission est de faire parvenir le message émis  $m(t)$  au destinataire. Dans le cas idéal on a :  $y(t) = m(t)$ . Dans la pratique ce n'est pas le cas et  $y(t)$  est différent de  $m(t)$ . La différence réside principalement dans la présence de bruit dû aux perturbations affectant le canal de transmission et dans les imperfections des procédés de modulation et démodulation.

Le signal  $m(t)$  est le signal en bande de base à transmettre. Il peut être représenté soit sous la forme temporelle, soit sous la forme fréquentielle ; ces deux formes sont regroupées à la *figure 1.3*. La modulation fait appel à un nouveau signal auxiliaire de fréquence  $f_0$ . Cette fréquence  $f_0$  est appelée fréquence porteuse ou fréquence centrale. Évidemment, la fréquence  $f_0$  est choisie dans la bande passante du canal de transmission  $B_1$ .

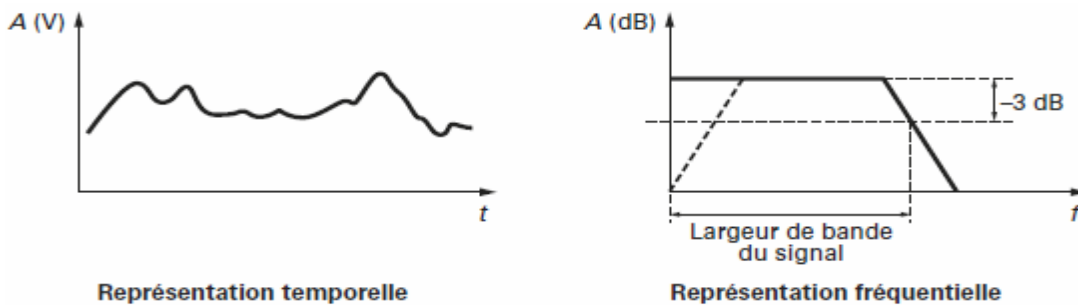


Figure 1.3 – Représentation du signal à transmettre  $m(t)$ .

Le signal qui sera transmis, sera  $s(t)$ , il s'agit du signal appelé porteuse à la fréquence  $f_0$ , modulé par le message  $m(t)$ .

La *figure 1.4* donne une représentation fréquentielle du signal transmis  $s(t)$ . Le signal  $s(t)$  occupe une bande  $B$  autour de la fréquence  $f_0$ . Cette largeur  $B$  est un paramètre important et est fonction du type de modulation. Dans de nombreux cas, on cherche à réduire  $B$  pour loger dans la bande  $B_1$  un nombre maximum d'information. On réalise ainsi un multiplex fréquentiel qui permet de transmettre simultanément, sur le même médium, un plus grand nombre d'informations.

La représentation spectrale des signaux véhiculés dans le canal de transmission est alors celle de la *figure 1.5*. Au sens général du terme, la modulation est une opération qui consiste à transmettre un signal modulant au moyen d'un signal dit porteur  $v(t)$  :

$$v(t) = A \cos (\omega t + \varphi)$$

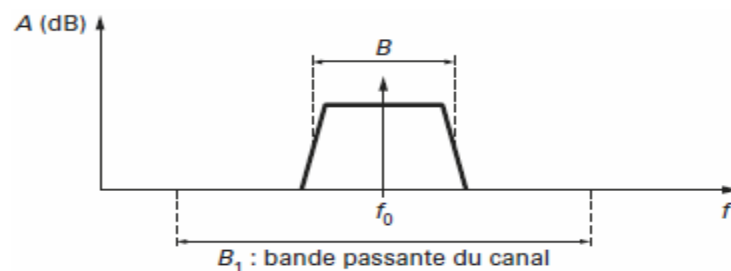


Figure 1.4 – Représentation fréquentielle du signal transmis  $s(t)$ .

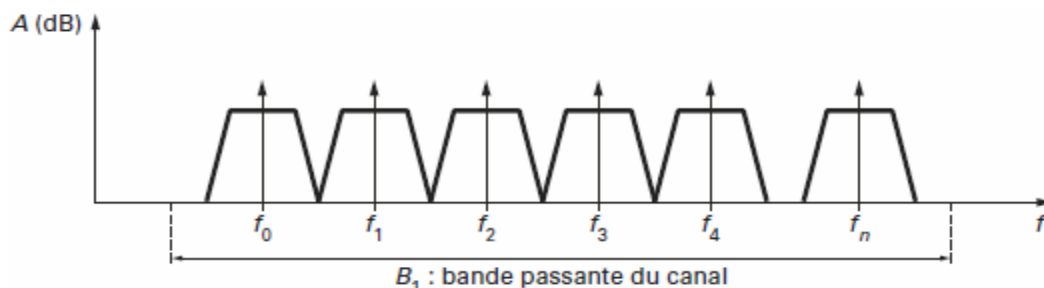


Figure 215 – Multiplex fréquentiel de  $n$  porteuses.

La modulation consiste à opérer un changement ou variation sur l'un des paramètres de  $v(t)$ . Une action sur  $A$  se traduit par une modulation d'amplitude, une action sur  $w$ , par une modulation de fréquence et une action sur  $j$ , par une modulation de phase. Ces trois types de modulation sont applicables lorsque le signal modulant  $m(t)$  est analogique ou numérique.

Le *tableau 2.1* résume les grands types de modulation.

Bien que l'on puisse aisément considérer qu'un signal numérique se résume à un cas particulier du signal analogique, les modulations analogiques et numériques sont traitées de manière différente. Dans les systèmes analogiques on s'intéresse au rapport signal sur bruit du signal  $y(t)$ , pour les modulations numériques on s'intéresse au taux d'erreur bit pour le signal  $y(t)$ .

<b>Porteuse</b> $v(t) = A \cos (\omega t + \varphi)$	<b>Modulations analogiques</b>	<b>Modulations numériques</b>
$A$ : amplitude	AMBD AMDB-SP AM-BLU AM-BLA ou BLR	OOK ou ASK M-QAM
$\omega$ : fréquence	FM	FSK CPFSK MSK GMSK
$\varphi$ : phase	PM	PSK DPSK QPSK DQPSK M-PSK

Tableau 1.1 – Tableau résumé des différents types de modulation