



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE HASSAN 1^{er}
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
SETTAT



Thème :

La transmission radio numérique

Réalisé par :

➤ SOULAYMANE AIT SI

Proposé par :

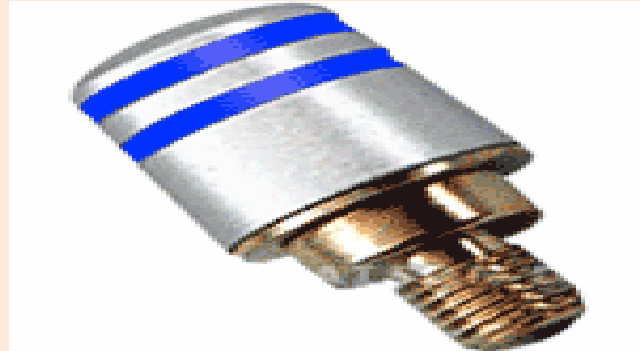
➤ Mr. FARCHI

Année universitaire

2012

INTRODUCTION :

La transmission radio numérique « la radiodiffusion numérique », c'est-à-dire la diffusion de programme radio par voie numérique. En pratique la radio numérique couvre un spectre bien plus large puisque sa diffusion existe par satellite et par internet depuis la fin des années 90. Contrairement à la radio analogique telle qu'on la rencontre avec la diffusion en AM ou FM où le son module directement l'onde, La transmission radio numérique transforme d'abord le son en un signal binaire généralement compressé pour en réduire le débit et le transmet par des mécanismes de transmission de donnée particuliers à chaque canal de transmission (satellite, terrestre VHF, terrestre HF, câble, Antenne...).

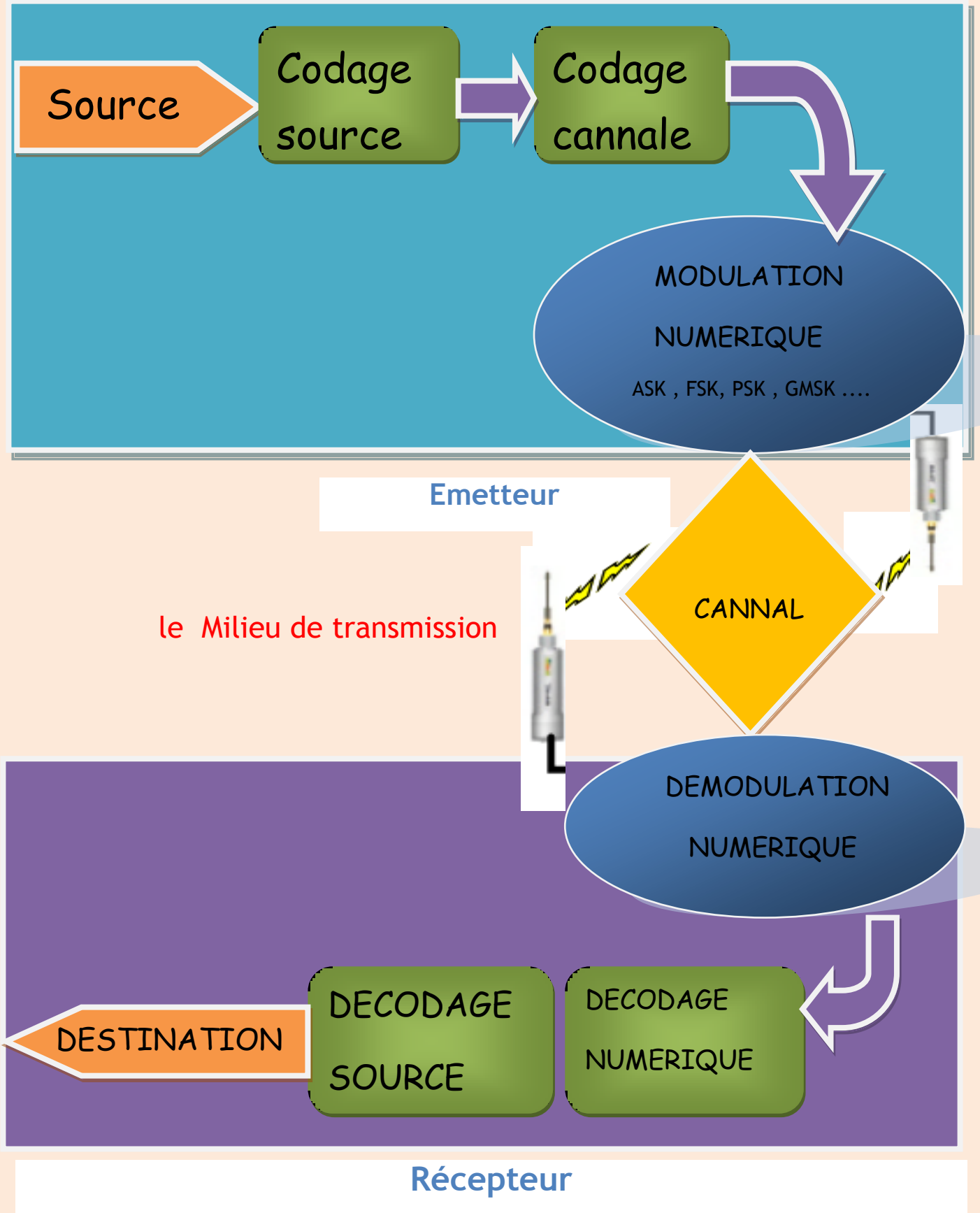


Antenne UHF (470 à 860 MHz) Antenne de téléphone portable

Ce signal numérique peut être diffusé en temps réel (streaming) ou enregistré et laissé à disposition pendant un certain temps (podcast). Il existe deux modes de diffusion de radio numérique :

- La radio numérique via Internet : Le signal est véhiculé par les réseaux Internet. Il peut être donc reçu à partir de tout terminal connecté à Internet via différent type de lecteur en fonction du format du « stream » (mp3, wma, aac, etc...).
- La radio numérique terrestre (RNT), petite sœur de la télévision TNT, garde le principe d'une fréquence allouée à la chaîne de radio, mais cette fréquence est unique à l'échelle nationale. Cette radio numérique terrestre nécessite, pour être réceptionnée, un équipement spécifique (poste radio numérique).

Schéma principe du transmission radio numérique :



CHAPITRE : TRANSMISSION NUMERIQUE :

1. INTRODUCTION :

Dans un nombre croissant de situations, il est nécessaire de transmettre des signaux numériques, en général sous la forme d'une séquence binaire.

Les signaux numériques présentent en effet plusieurs propriétés intéressantes pour les télécommunications : souplesse des traitements, signal à états discrets donc moins sensibles aux bruits (il suffit de seuiller le signal) et simple à régénérer, utilisation de codes correcteurs d'erreur, cryptage de l'information. En revanche, nous verrons ultérieurement qu'à quantité d'informations transmise identique, un signal numérique nécessite une bande de fréquence nettement plus importante.

On se propose dans ce chapitre d'examiner le cas de transmission, autour d'une fréquence porteuse, de signaux numériques.

Comme dans le cas d'une transmission analogique on dispose d'une porteuse :

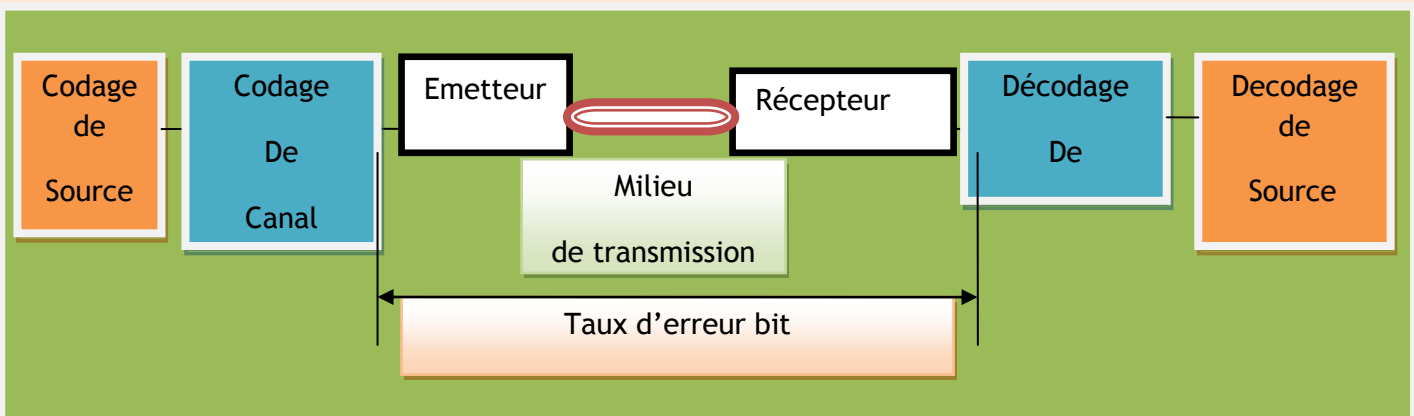
$$n(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = 2\pi f$$

Les trois paramètres de cette porteuse sont l'amplitude A , la fréquence f et la phase φ . On aura donc trois types de modulation possible : modulation de fréquence, modulation de phase et modulation d'amplitude.

2. DEFINITIONS :

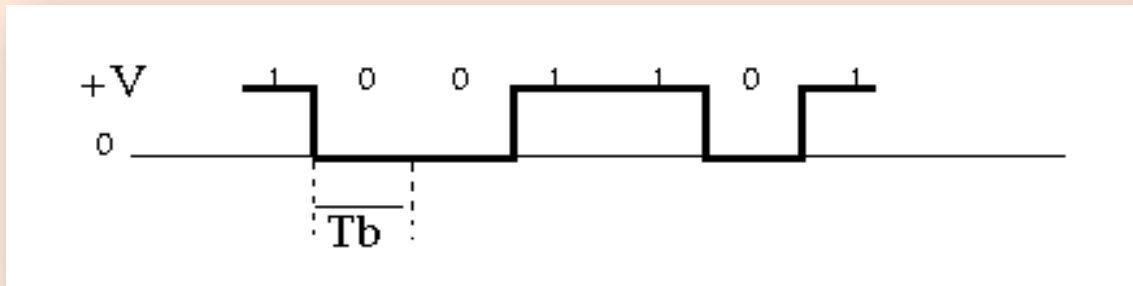
Le schéma de principe d'une chaîne de transmission numérique est représenté sur la figure ce schémas synoptique diffère quelque peu de celui que l'on a l'habitude de rencontrer pour les modulation analogique .le cas du signal numérique est un cas bien particulier et pour cette raison il est traite de manière différente.



3. DEFINITION DU SIGNAL NUMERIQUE :

Dans de nombreux cas, on ne souhaite pas ou on ne peut pas transmettre directement un signal analogique. On transmet alors après numérisation par exemple, le code binaire d'une grandeur. Les valeurs résultantes seront transmises en série et se présenteront alors comme une suite de 0 et 1.

Représente un signal numérique dit NRZ pour Non Retour à Zéro.



Représente un signal numérique dit NRZ pour Non Retour à Zéro

T_b : est le temps pendant lequel un bit est transmis,

D : est le débit binaire et vaut : $D = 1/T_b$

T_b : est exprimé en seconde, D : est exprimé en bit par seconde ou baud.

À partir du schéma synoptique de figure, on peut préciser le rôle de chacun des sous-ensemble. Le codeur de source a pour rôle la suppression de certains éléments binaires assez peu significatifs. Le décodeur de source réalise l'opération inverse.

Les systèmes de compression-décompression tels que l'on peut les rencontrer pour les signaux audio ou vidéo numérique font partie du codage de source.

Le codage de canal est souvent appelé code correcteur d'erreur. Le rôle de sous-ensemble est d'ajouter des informations supplémentaires au message en provenance de la source.

Ces informations seront exploitées après réception et permettront l'analyse du message. Celui-ci pourra être déclaré sans erreur ou non.

Dans le cas d'une réception erronée, la fonction décodage de canal est, dans une certaine mesure, capable de corriger les erreurs.

Le train numérique est finalement envoyé à l'émetteur qui est en fait le modulateur. Ce signal module une fréquence porteuse qui est transmise jusqu'au récepteur. Le rôle du récepteur se limite à démoduler le signal reçu et à envoyer au décodeur de

canal un signal numérique éventuellement entaché d'erreurs.

4. RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT :

On nomme bruit, l'ensemble des informations (signaux) dénuées d'intérêt qui viennent s'ajouter à l'information pertinente à transmettre (signal utile). Le rapport signal sur bruit permet de mesurer la qualité d'un message étant d'autant meilleure que ce rapport est élevé.

Dans un système de transmission numérique en bande de base, le signal transmis est représenté par les niveaux logiques « 0 » et « 1 ».

Supposons que le signal est de type NRZ (Non Retour à Zéro) et qu'une tension supérieure à 2V est considérée comme un niveau « 1 » ; même si le niveau haut transmis est de 4V. Il ne faut en aucun cas que le bruit dépasse 2V et en conséquence le rapport signal sur bruit définit comme :

$$S/B = 20 \log (V_s/V_b)$$

V_s, V_b crête à crête.

Doit être supérieur à 6 dB puisque :

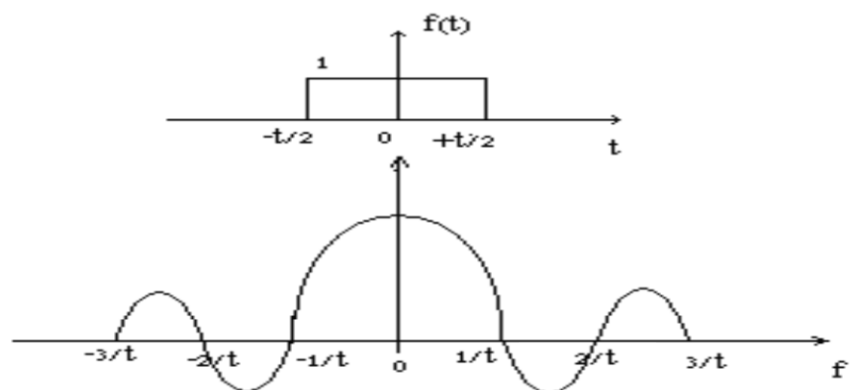
$$S/B = 20 * \log 4/2 = 6 \text{ dB}$$

5. TRANSMISSION D'UNE SUITE D'ELEMENTS BINAIRES :

Nyquist en 1928, a prouvé que, théoriquement, un canal dont la bande passante est égale à $N/2$ Hz peut véhiculer N éléments du signal par seconde. Pourtant le signal binaire sera considérablement arrondi à la sortie du canal.

• SPECTRE D'UNE SEULE IMPULSION :

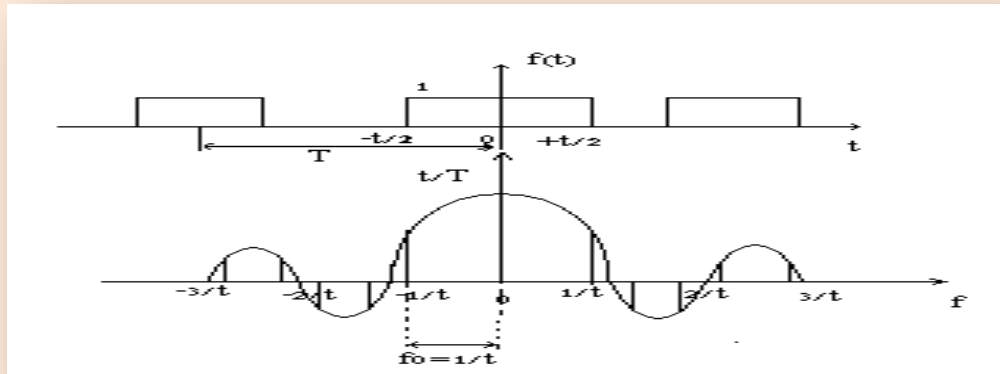
La transformé de fourrier d'une seul impulsion est une courbe dont l'enveloppe extérieure est de la forme : $\sin x / x$.



Spectre d'une seule impulsion.

- SPECTRE D'UN TRAIN D'IMPULSIONS :

On remarque que le spectre est composé d'un certain nombre de valeurs Discrètes spectre d'un train d'impulsion.



spectre d'un train d'impulsion.

L'enveloppe peut être exprimée par l'équation :

$$F(f) = t/T \left[\frac{\sin n \omega_0 t/2}{n \omega_0 t/2} \right]$$

$$\text{et } \omega_0 = 2\pi/T$$

Si la période T devient plus petite (plus d'impulsions par seconde), les lignes de fréquence s'éloignent davantage ; par contre si la période T augmente, les lignes de fréquence deviennent de plus en plus serrées et à la limite forment un spectre continu.

Puisque la plupart de l'énergie se trouve entre l'origine et $2/t$, il est fréquent de considérer la bande passante comme étant égale à : $BP = 2/t$

Nous remarquons que plus les impulsions sont étroites plus la bande passante doit être large.

6. MODULATION D'AMPLITUDE OOK OU ASK (AMPLITUDE SHIFT KEYING):

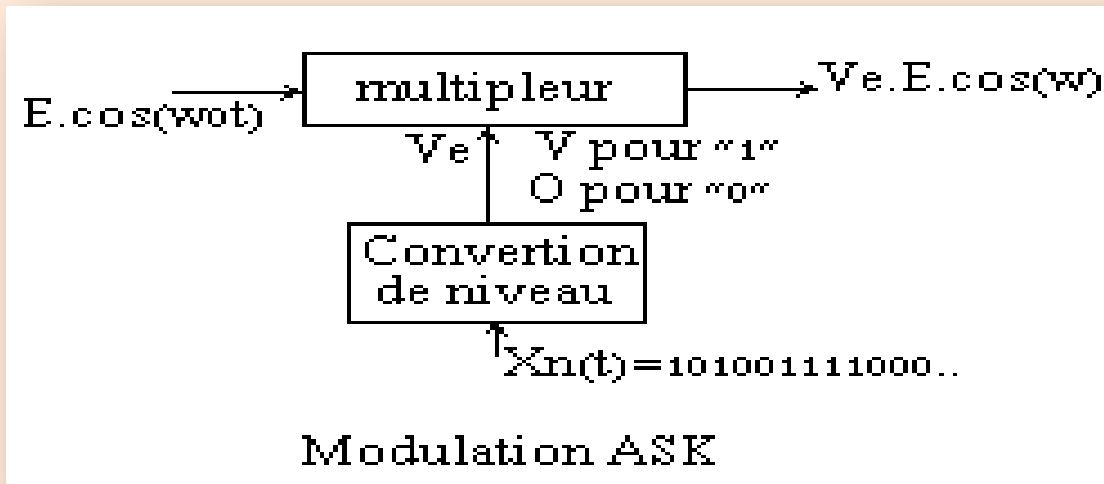
C'est une modulation en tout ou rien car l'indice de modulation est à 100%. C'est la technique la plus simple et la plus naturelle pour moduler une porteuse sinusoïdale $E_0(t) = E \cdot \cos \omega_0 t$ par un signal numérique.

La caractéristique sur laquelle porte la variation est l'amplitude du signal. C'est une modulation équivalente à la modulation AM en alogique.

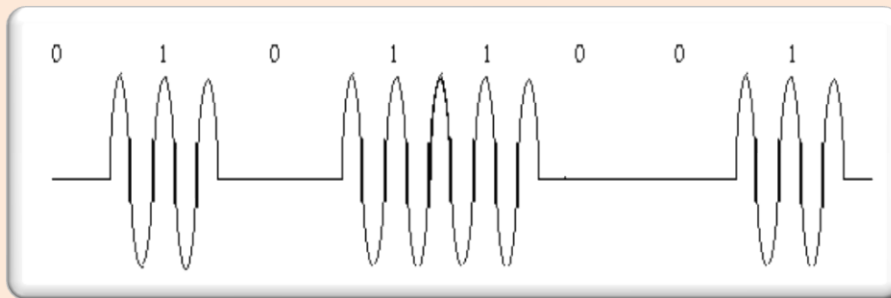
Ce type de modulation est très sensible au bruit. En effet, un bruit survenant au moment de la transmission de « 0 » peut être interprété comme « 1 » et vice versa au moment de réception.

Dans le cas le plus simple, on commute ainsi sur des amplitudes de l'onde porteuse selon que l'on désire transmettre un « 0 » ou un « 1 ».

La porteuse est simplement multipliée par le signal numérique x_{n0}



Le signal modulé *ASK* à l'allure de la figure suivante.



En modulation d'amplitude le spectre de signal modulé est symétrique par rapport à la raie de la porteuse et les deux bandes latérales ont la même forme que le signal B.

Dans ce cas, il s'agit tout simplement de la transposition du spectre du signal en bande de base autour de la fréquence centrale.

Si le spectre est limité aux valeurs $f-1/T_b$ et $f+1/T_b$ l'occupation autour de la porteuse vaut :

$$B=1/2T_b$$

Le débit binaire D vaut $D=1/T_b$ et on a donc l'efficacité spectrale :

$$\eta = D/B = 1/T_b * 2T_b = 2$$

Une limitation entre les fréquences $f-2/T_b$ et $f+2/T_b$ conduit évidemment à une efficacité réduite de moitié, $\eta = 1$. Cette valeur de η est telle que ce type de modulation est classé dans les modulations peu efficaces.

Ce procédé de modulation est souvent appelé **ASK** (amplitude shift keying) ou plus rarement OOK (on off keying).

- **AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE L' ASK :**

Le seul atout de la modulation **ASK** est sa simplicité et par conséquent son faible coût. En revanche, les performances en terme d'efficacité spectrale et taux d'erreurs sont moins importantes que celles des autres modulations numériques.

Il existe pourtant de nombreux, ou seul ce type de modulation est ou devra être employé. Si le critère essentiel de l'application est le coût, il sera extrêmement difficile d'éviter l' **ASK**. Ce type de modulation est très souvent employé dans les systèmes de transmission grand public pour les transmissions de données à courte distance.

Ces systèmes fonctionnent en général sur des fréquences porteuses dans la bande 224MHz ou 433MHz. Ces deux bandes sont normalisées pour ce type d'application.

Pour ces deux fréquences, les porteuses peuvent être obtenues à partir d'oscillateurs à résonateurs à onde de surface. Cette configuration allie stabilité de l'oscillateur et faible coût.

En général, les débits sont faibles et le filtrage n'a qu'une importance relative. Pour être conforme aux différentes réglementations, le problème de l'occupation spectrale autour de la fréquence porteuse est résolu par l'emploi de filtres à onde de surface spécialement conçus à cet effet. Dans ce cas le rôle du concepteur se limite essentiellement au bon choix de éléments constituant émetteur et récepteur.

7. EMETTEUR :

- DEFINITION D'UN EMETTEUR :

Le but d'un émetteur est de transmettre à distance des informations très variées : voix humaines ou musique, photographies ou films, séquence de lettres ou de chiffres. Donc un transducteur sera nécessaire de les convertir sous forme électrique, dont la fréquence est comprise entre 20Hz et 20kHz.

C'est-à-dire fréquences audibles, c'est ainsi que l'évolution de la technologie de transmission s'est manifestée positivement avec les années et son développement a donné une propagation prodigieuse des composantes.

- DIFFERENTS ETAGES D'UN EMETTEUR:

Les composants essentiels d'un émetteur radio numérique sont un générateur d'oscillation, servant à convertir le courant électrique en oscillation d'une fréquence radioélectrique déterminée ; des amplificateurs, permettant d'augmenter l'intensité de ces oscillations tout en conservant la fréquence désirée ; et un transducteur, convertissant l'information à transmettre en tension électrique variable, proportionnelle à chaque instant à l'intensité du phénomène.

8. RECEPTEUR :

- DEFINITION D'UN RECEPTEUR :

Un récepteur doit remplir plusieurs fonctions différentes. Il doit donc amplifier suffisamment les signaux HF, généralement très faibles, qui lui sont transmis par l'antenne d'une part et il doit extraire de la masse les signaux captés par l'antenne d'autre part.

- RÔLE DU RECEPTEUR :

Le récepteur reçoit une fraction de la porteuse modulée émise en présence de bruit et de multiples autres signaux de puissance et de fréquence diverses et inconnues.

Le rôle fondamental du récepteur est de démoduler la porteuse et de restituer le signal modulant original. L'émetteur étant distant du récepteur, dans un cas contraire, la modulation ne s'impose pas, le signal à la fréquence porteuse devra préalablement être amplifié.

Le synoptique du récepteur serait alors celui de la figure (*) et se limiterait à une

chaîne d'amplification, de démodulation et de filtrage.

- CARACTERISTIQUE D'UN RECEPTEUR :

- ✓ LA SENSIBILITE :

La sensibilité d'un récepteur est la faculté qu'a ce dernier d'amplifier des signaux recueillis à l'antenne. Certains récepteurs arrivent à capter des stations émettrices lointaines, de fait la conception des récepteurs diffère et les premiers ont une sensibilité plus grande que les seconds.

La sensibilité va dépendre essentiellement des circuits amplificateurs installés dans le récepteur.

- ✓ LA STABILITE :

La stabilité d'un récepteur traduit la propriété qu'a ce dernier de conserver une bonne réception une fois ajustée.

La stabilité d'un récepteur dépendra avant tout des circuits électriques car les variations de température ou d'alimentation électrique du récepteur peuvent modifier leurs performances. Ainsi une mauvaise stabilité peut se traduire par la perte de la station captée, ce qui nécessitera d'ajuster à nouveau le récepteur à sa fréquence de réception .

- ✓ LA SELECTIVITE :

La sélectivité d'un récepteur reflète la capacité qu'à ce dernier de mieux isoler une émission parmi tout d'autres on remarque que, dans certains récepteurs, nous pouvons entendre deux stations simultanément.

Cela provient du fait que les récepteurs sont dotés d'une très mauvaise sélectivité. La possibilité d'isoler une station parmi d'autres dépendra surtout de la qualité des filtres utilisés ou, plus exactement, de la réponse de ces filtres.

- ✓ LE RAPPORT SIGNAL SUR BRUIT :

Le rapport signal sur bruit désigné par (S/B) devra être aussi élevé que possible , les bruits électriques dans récepteur s'additionnent à l'information leur effet devra être minimisé. Sans quoi la puissance des bruits se rapprochant de celle de l'information ,il sera fort difficile d'identifier l'information . A la limite ,les bruits peuvent totalement couvrir l'information qui devient alors indiscernable .Notons que le rapport signal sur bruit influe sur la fidélité du récepteur mais ce n'est pas nécessairement le seul facteur , nous pouvons reconstituer une information dotée d'un haut rapport signal sur bruit et qui resterait cependant inintelligible au cas où elle aurait subi trop de distorsion.