

I La TV numérique terrestre :

Le DVBT ou TNT est une norme de TV numérique utilisée ds de nombreux pays. Elle est appelée terrestre parce que ses émetteurs sont installés au sol.

La TV numérique offre de multiples avantages :

- 1 - Un plus grand nombre de chaînes
- 2 - Des chaînes en HD
- 3 - Une meilleure qualité d'image et de son :
image DVD, son numérique stéréo.
- 4 - Un guide des programmes intégré pour connaître le programme en cours et le suivant.

II - Les canaux de la TNT

Les émissions de la TNT se font pour l'essentiel ds la bande UHF qui va de 470 - 860 MHz

Cette bande a été divisée en canaux de largeur 8 MHz pour la TV analogique, numérotés de 21 - 69. La TNT a repris les 16 canaux.

Formule de calcul de fréquence

$$F_{\text{MHz}} = 306 + 8 \times \text{numéro du canal.}$$

Ex : Canal 21

$$F = 306 + 8 \times 21 = 474 \Rightarrow d = 63 \text{ cm}$$

Remarque : Il est préférable d'ajouter 166 kHz pour éviter les interférences ds le canal voisin

$$\text{Canal 21 TNT} = 474,166 \text{ MHz}$$

(1)

III - Installation de réception :

La TNT se reçoit avec :

- Une antenne râteau
- " " d'intérieur

L'antenne doit être montée en respectant la polarisation.

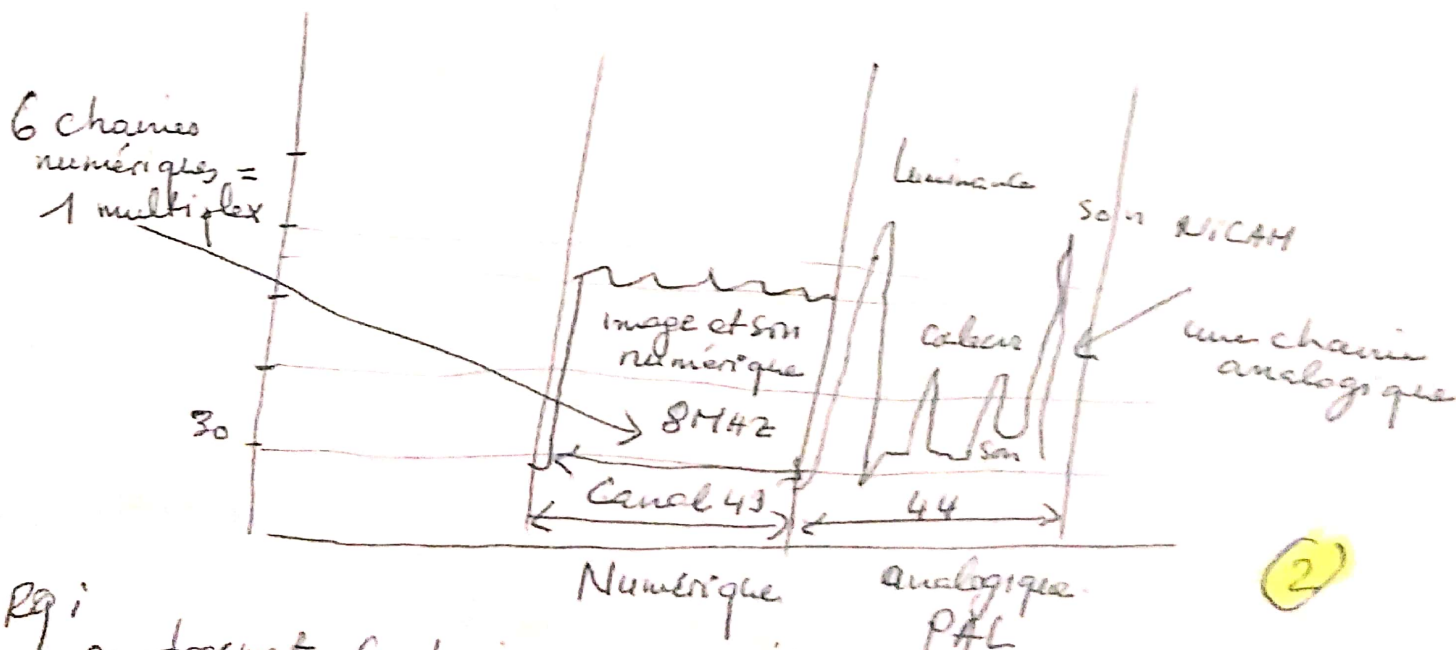
- horizontale
- verticale

Remarque : Le choix de l'antenne se fait en fonction de l'intensité du signal au lieu de réception niveau minimal en sorte d'antenne pour une bonne réception $\approx 50 \mu V$

VI - Branchement d'un adaptateur :

Le plus souvent l'adaptateur TNT est relié à l'antenne UHF et au TV par un cordon fibre optique ou un HDMI (High-definition Multimedia interface)

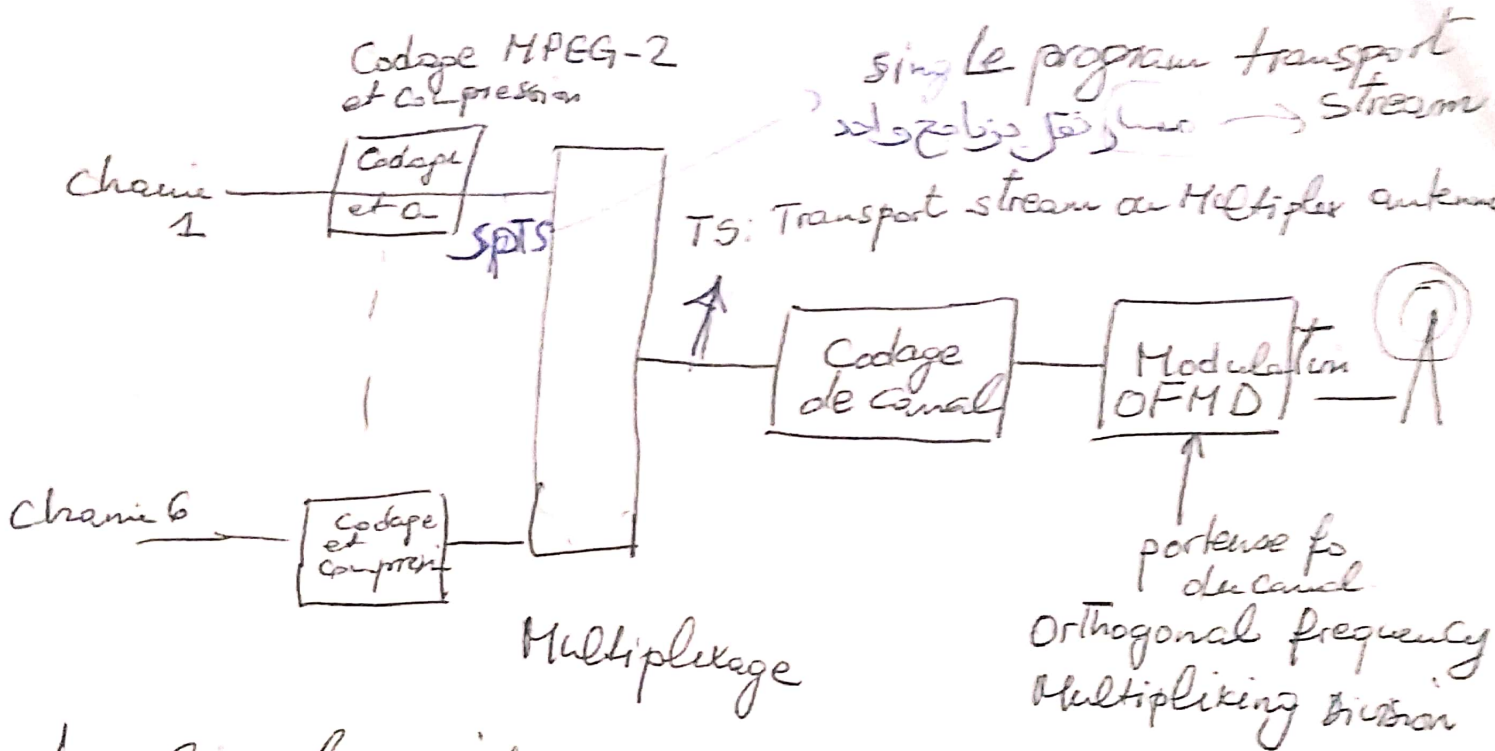
V - Occupation du canal :



Req : on transmet 6 chaînes en qualité normale ou 3 en HD

VI Structure de l'émetteur TNT

MPEG: Moving picture expert group

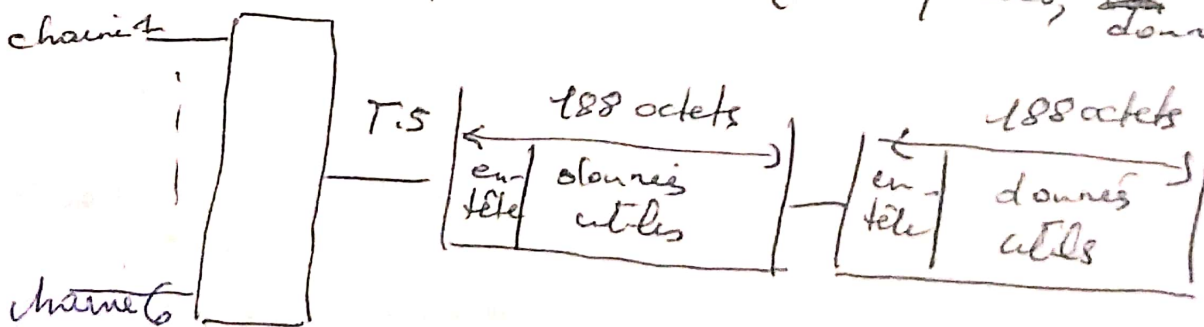


Le signal vidéo + son + données est échantillonné et compressé en MPEG 2, mélangé à 5 autres signaux, protégé contre les erreurs de transmissions puis module la portance.

Les paquets de données

Le flux TS est organisé en paquets de 188 octets précédé d'1 en-tête qui précise:

- Le numéro de la source (PID) Paquet identifiant
- Le type de données (audio, vidéo, données de service)



Multipléxage et découpage en paquets.

Grâce aux en-tête le récepteur pourra réparer les données correspondant aux 4 chaînes du multiplex.

VII - signal vidéo composite ;

Le format de base pour l'image numérique est le

4:2:2 caractérisé par :

- 25 images/s de 625 lignes dont 576 affichées

- signal luminance $Y(t)$ échantillonné à $13,5 \text{ MHz}$
($f_{\text{max}} = 6,5 \text{ MHz}$)

- signaux de chrominance R-Y et B-Y
échantillonnés à $6,75 \text{ MHz}$ ($f_{\text{max}} = 3,25 \text{ MHz}$)

- échantillons codés sur 10 bits.

La numérisation du signal vidéo produit un débit

D

$$D = 13,5 \times 10^6 \cdot 10 \text{ bits} + 2 \times 6,75 \times 10^6 \cdot 10$$

$$D = 270 \text{ M bits/s}$$

un canal TNT a un débit numérique

limité à 40 M bits/s

Conclusion : Il est impossible de transmettre

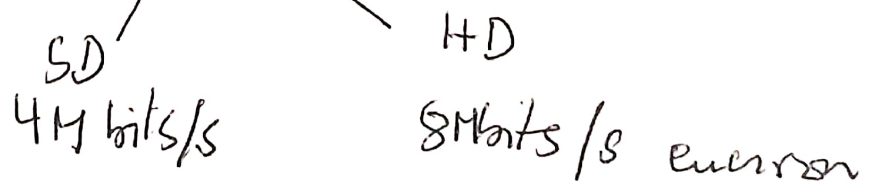
un signal vidéo numérisé en 4:2:2 ds un canal de 8 MHz de large.

La réduction de débit par codage MPEG 2

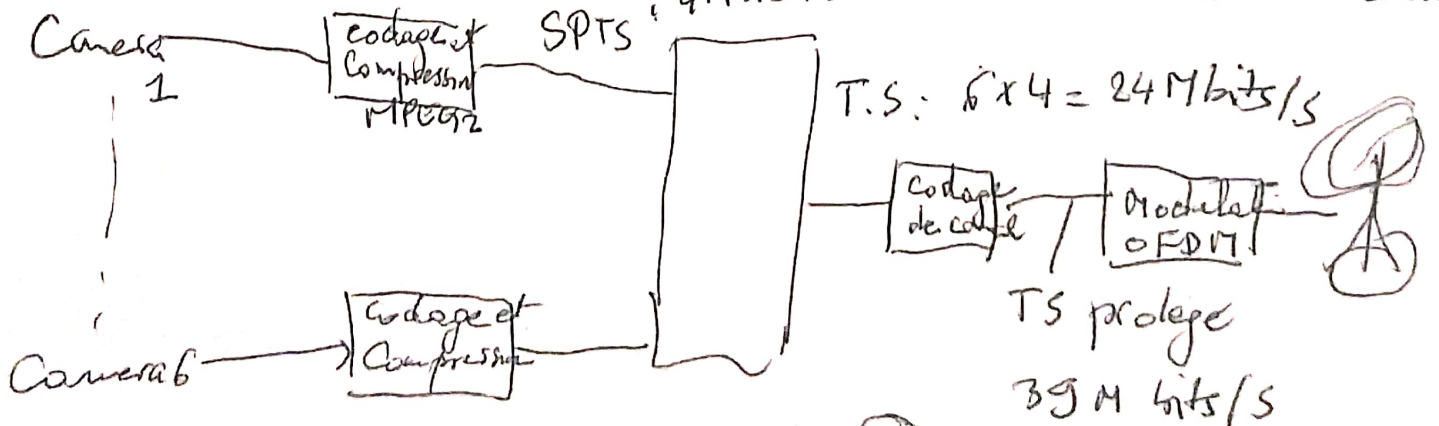
- La réduction de débit est possible car deux images vidéos successives sont souvent très voisines
- Si les images sont proches, le MPEG 2 ne code que ce qui a changé d'une image à l'autre.
 - Si les images sont très différentes, le MPEG 2 code l'image complète.

Le MPEG 2 fait passer le débit de 270 Mbits/s à 4 M bits/s

Signal vidéo avec son



Protection des données : parce que les données doivent être protégées contre les erreurs de transmission



La protection des données met en œuvre 2 techniques complexes de codage de canal.

Un codage Reed-Solomon qui ajoute 16 octets de correction d'erreur

$$\text{Le débit passe à } 24 \times \frac{204}{188} = 26 \text{ Mbits/s}$$

Un codage Convolutif qui nécessite 3 bits pour en transmettre 2

$$26 \times \frac{3}{2} = 39 \text{ Mbits/s}$$

La modulation OFDM

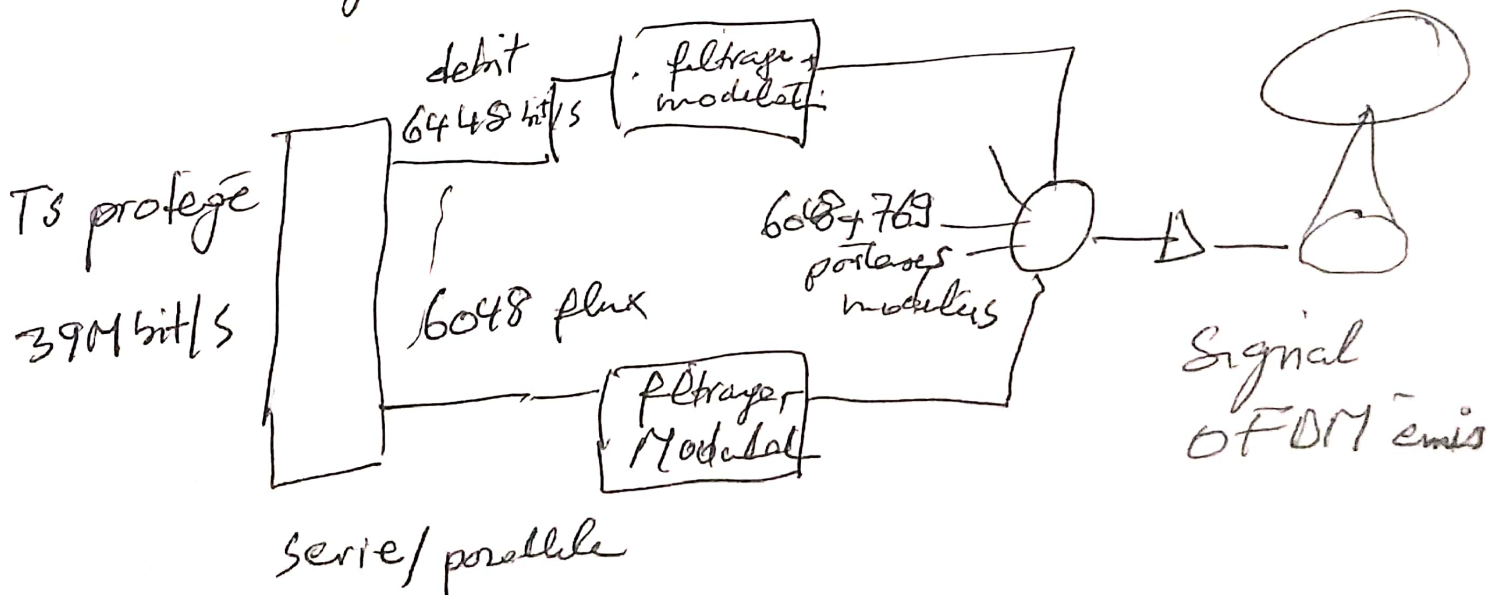
Les ont choisi une modulation à 6817 porteurs espacées de 1116 Hz ;

Le flux de données à 39M bits/s est transformé en 6048 flux de débit

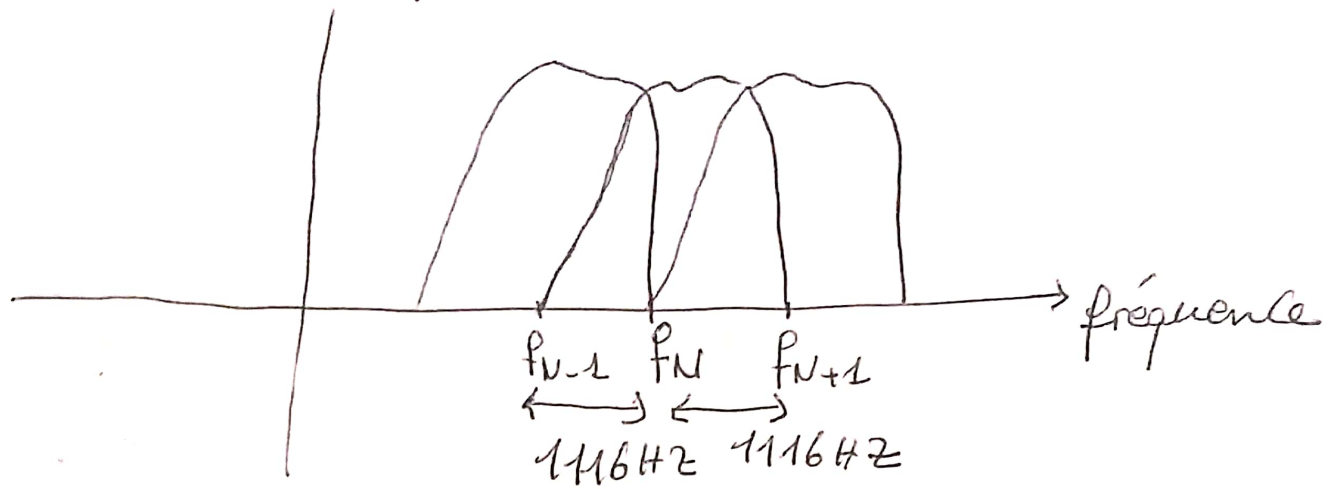
$$39M / 6048 = 6,448 \text{ K bits/s}$$

Ces flux sont filtrés par des passe-bas puis modulent 6048 porteurs légèrement décalés

769 porteurs sont modulés par des signaux de synchronisation / service



Le récepteur peut démoduler ces 6817 portuses, même si elles se recouvrent partiellement



chaque portuse modulée peut avoir une largeur spectrale allant jusqu'à $2 \times 1116 \text{ Hz} = 2232 \text{ Hz}$

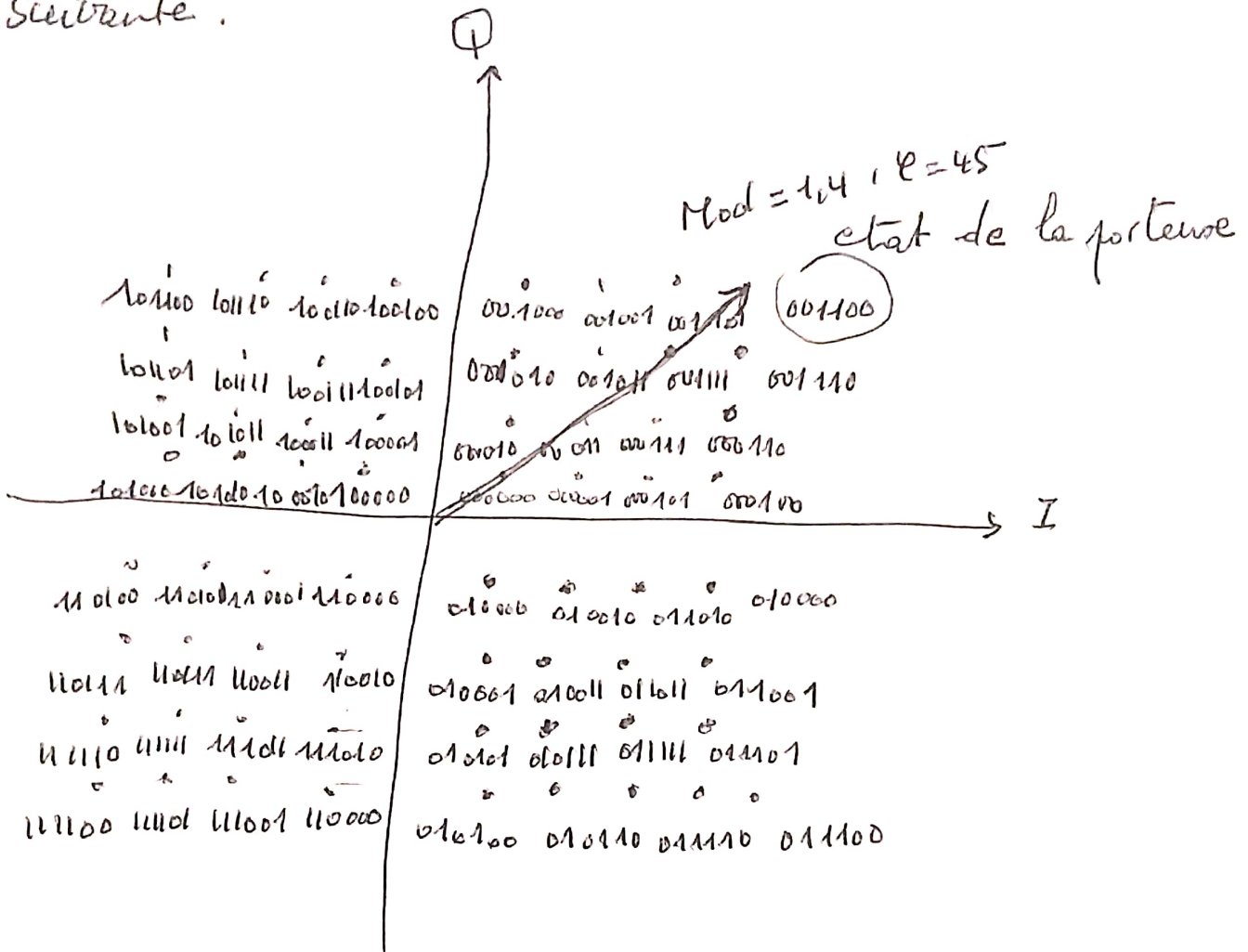
La rapidité de modulation maximale pour chaque portuse est $R = 1116$ bauds.

Le débit numérique par portuse doit être de $D = 6448$ bits/s.

Conclusion : Il faudra utiliser une modulation transmettant 6 bits/symbole.

Modulation 64-QAM d'une portuse.

Chaque porteuse est modulée par le signal binaire selon une modulation 64 QAM. définie par la constellation suivante :



Rapidité de modulation $R = \frac{6448}{6} = 1075$ bauds

Largueur du spectre de la porteuse modulée

$$B = 1075 \times 2 = 2150 \text{ Hz}$$

- Le signal à transmettre est divisé en tranches ou mots de 6 bits
- chaque mot de 6 bits correspond à un état de la porteuse (amplitude et phase).
- l'état de la porteuse change tous les 6 bits.

Exemple de symbole transmis

l'information transmise est 001100, la porteuse
reste dans son état durant 0,93 μ s.