

2. Principe de la MAQ - QAM

La QAM (modulation d'amplitude en quadrature) résulte de la composition de deux fréquences porteuses sinusoïdales déphasées l'une de l'autre de $\pi/2$.

Du fait de cette orthogonalité, la détection (démodulation) s'en trouve facilitée.

Un autre signal numérique qui module un sinus à la même fréquence peut être ajouté au cosinus, ces deux signaux occupant le même spectre et sont facilement séparables à la démodulation (orthogonalité des porteuses).

Cette modulation des deux porteuses en quadrature (QAM) a pour expression mathématique :

$$p(t) \sqrt{2} \cos(\omega_0 t + \varphi) - q(t) \sqrt{2} \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

En ayant posé :

$$p(t) = \sum_k d_{pk} g(t - kT_s) \sqrt{2} \quad ; \quad q(t) = \sum_k d_{qk} g(t - kT_s) \sqrt{2}$$

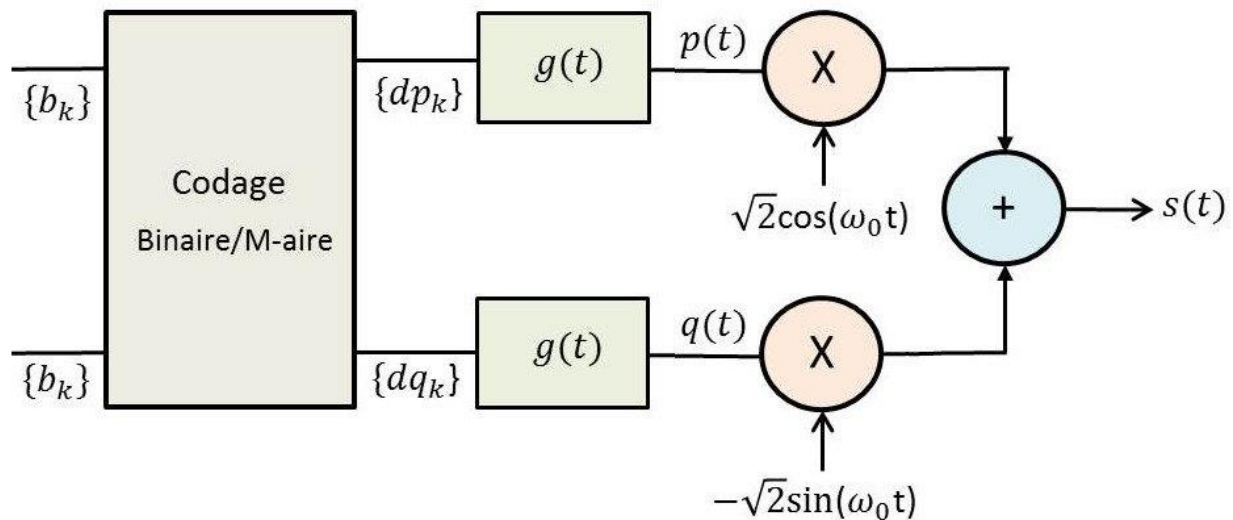
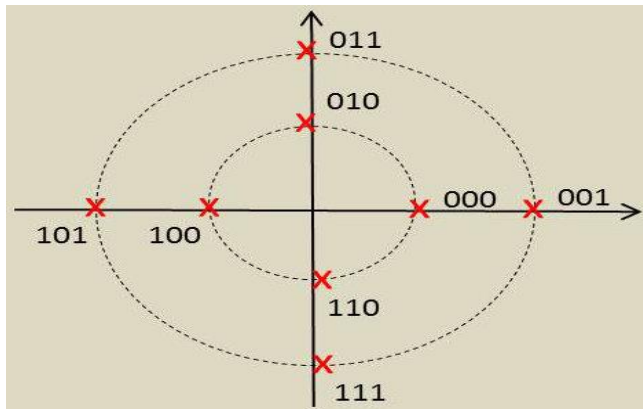


Schéma bloc de la modulation en quadrature QAM (une voie sinus et une voie cosinus)
Avec sa voie en sinus, la modulation QAM permet de passer deux fois plus de données pour une même occupation spectrale. Son efficacité spectrale a été doublée.

Rappelons que l'efficacité spectrale η est définie comme le rapport du débit d'information binaire transmis par la modulation à la largeur de bande utilisée : $\eta = D_b / W$

3. Un exemple simple de modulation QAM



Constellation associée à une modulation QAM à 8 états (3 bits par symbole)

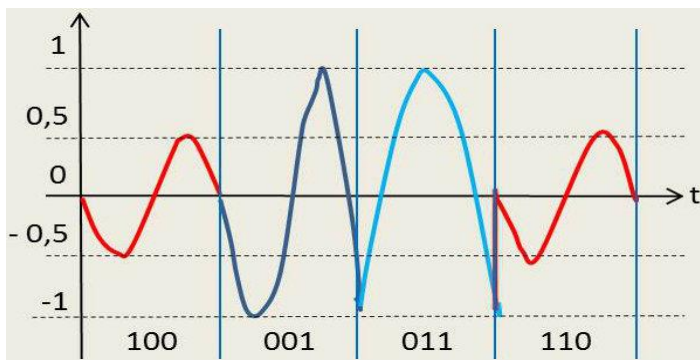
Exemple de 8QAM ou 8 états (source Wikipedia).

On fait donc l'hypothèse de 3 bits transmis par symbole, soit $2^3=8$ combinaisons en faisant l'hypothèse de deux amplitudes différentes (voir le tableau ci-dessous et les constellations correspondantes).

Groupe bits	Amplitude	Déphasage
000	0.5	0
001	1	0
010	0.5	$\pi/2$
011	1	$\pi/2$
100	0.5	π
101	1	π
110	0.5	$3\pi/2$
111	1.	$3\pi/2$

Considérons par exemple la séquence suivante : 100 | 001 | 011 | 110.

Il lui correspond une représentation temporelle de la figure ci-contre.



Représentation temporelle de la 8QAM précédente Il lui correspond une représentation temporelle de la figure ci-dessus.