

Définitions de base

- **Modulation numérique** : Méthode pour transmettre des données numériques via un signal analogique.
 - **Signal porteur** : Onde sinusoïdale de haute fréquence.
On module **l'un des trois paramètres** :
 - **Amplitude** → ASK
 - **Fréquence** → FSK
 - **Phase** → PSK
-

◆ Modulation ASK (Amplitude Shift Keying)

✓ Principe :

- L'information est codée en **modifiant l'amplitude** de la porteuse.
- Exemple :
 - bit 0 → amplitude faible ou 0
 - bit 1 → amplitude forte

✓ Types :

- **OOK (On-Off Keying)** : signal = 0 ou A
- **MASK (M-ASK)** : plus de 2 niveaux d'amplitude (2^n niveaux pour n bits)

⚠ Inconvénients :

- **Sensible au bruit**
 - Performances faibles si **M est grand**
 - Peu utilisé dans les systèmes modernes sauf pour des cas simples
-

◆ Modulation FSK (Frequency Shift Keying)

✓ Principe :

- L'information est transmise en **changeant la fréquence** de la porteuse.
- Exemple :
 - bit 0 → fréquence f_1
 - bit 1 → fréquence f_2

✓ Types :

- **FSK-PD (phase discontinue)** : simple mais large bande passante
- **FSK-PC (phase continue)** : plus complexe, **plus efficace spectr.**
- **MSK (Minimum Shift Keying)** : cas particulier avec index de modulation $\mu = 0.5$
 - Ex. : GMSK utilisé en **GSM**

✓ Avantages :

- **Bonne résistance au bruit**
 - Utilisé en télécommunications (modems, radio, etc.)
-

◆ Modulation PSK (Phase Shift Keying)

✓ Principe :

- L'information est transmise en **changeant la phase** de la porteuse.
- Exemple (BPSK) :
 - bit 0 → phase 0°
 - bit 1 → phase 180°

✓ Types :

- **BPSK (2-PSK)** : 1 bit par symbole
- **QPSK (4-PSK)** : 2 bits par symbole
- **M-PSK** : jusqu'à $M=2^n$ points de constellation sur un cercle

⚠ Sensible à :

- Bruits de phase
 - Proximité des points de constellation quand M augmente
-

◆ Comparaison & Performances

Modulation	Facilité	Résistance au bruit	Efficacité spectrale	Complexité
ASK	✓ Simple	✗ Faible	✗ Faible	✓ Faible
FSK	✓ Moyenne	✓ Bonne	✗ Moyenne	⚠ Moyenne
PSK	✓ Bonne	✓ Bonne	✓ Bonne	⚠ Moyenne

◆ Concepts utiles

- **Débit binaire (D)** = $1 / T_b$
- **Rapidité de transmission (R)** = $1 / T = D / n$
- **TEB (Taux d'erreur binaire)** : mesure la qualité de transmission
- **Capacité d'un canal (C)** : $C = W \log_2(1 + P_S / P_N)$
- **Efficacité spectrale** : bits par seconde par