

Diffusion vidéo numérique : le DVB-T

Philippe Ciblat

Université Paris-Saclay & Telecom ParisTech, France

- Télévision : image codée par MPEG-2
- Débit exigé :
 - ★ 10 Mbits/s : bonne qualité
 - ★ 25 Mbits/s : qualité Haute Définition
- Bande : 8 MHz
- Efficacité spectrale : 1 à 3 bits/s/Hz
- DAB doit être modifié

DVB : Digital Video Broadcasting

Trois types de diffusion :

- DVB-S : satellite \Rightarrow pas d'écho + forte atténuation (200dB)
- DVB-C : câble \Rightarrow pas d'écho + faible atténuation
- DVB-T : terrestre \Rightarrow écho fort

Canal de retour (RC)

Largueur de bande de 36 MHz

Emetteur :

- Reed-Solomon (188,204), Entrelaceur de 10 ms, Code convolutif de rendement 1/2, Poinçonnage
- Modulation MAQ-4
- Filtre d'émission en racine de Nyquist de facteur $\rho = 0.35$

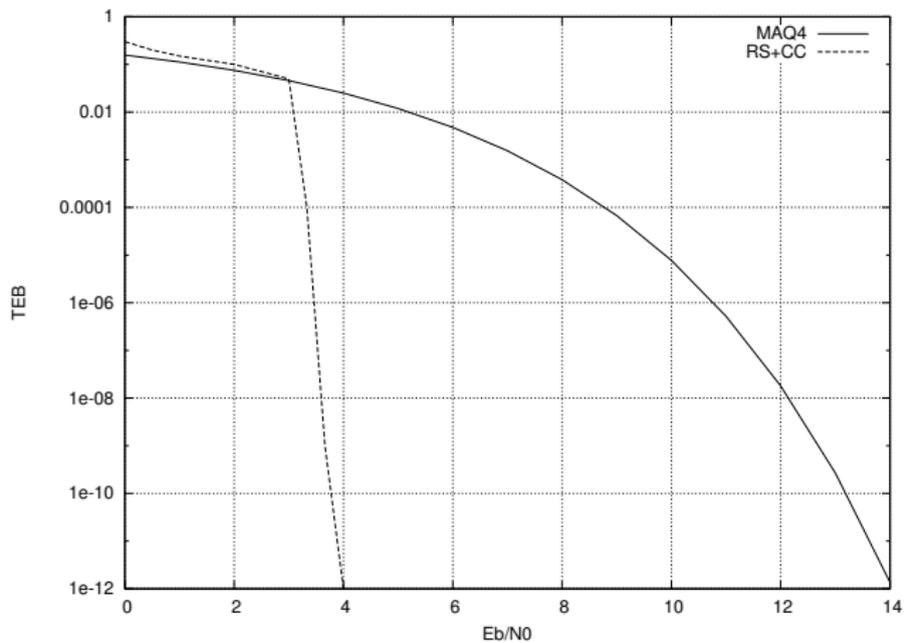
Qualité de service :

- $P_e < 2 \cdot 10^{-4}$ avant Reed-Solomon
- $P_e < 10^{-11}$ après Reed-Solomon
⇒ une heure de transmission sans erreur

Débit symbole (Mbaud)	Rend. du CC	Rend. du RS	Débit utile (Mbit/s)	E_b/N_0 dB
26.6	1/2	188/204	24.5	4.5
26.6	2/3	188/204	32.7	5.0
26.6	7/8	188/204	42.9	6.4

Plusieurs voies possibles sur même canal

DVB-S : performances



Différences avec le DVB-S

- Largeur de bande 8MHz
- Pas de code convolutif
 - Reed-Solomon + Entrelaceur
 - Lutte contre les erreurs paquets (bruit impulsif)
- Modulation MAQ-64 au mieux
- Filtre en racine de Nyquist de facteur $\rho = 0.15$

Débit maximal : 6Mbaud \Rightarrow 38.5Mbit/s

- Etallement temporel du filtre :
 - ★ de $5\mu s$ à $200\mu s$ (si réseau mono-fréquence)
 - ★ Rappel GSM urbain : autour de $5\mu s$
- Bande de cohérence de 4kHz à 200 kHz
- Canal variant dans le temps \Rightarrow pilotes réguliers

\Rightarrow Système mono-porteuse inopérant
(écho long + variabilité du canal)

Modulation C-OFDM pour faciliter l'égalisation

Mode	8K	2K
Période d'échantillonnage T_e	0.11 μs	
Bande théorique B	9.15 MHz	
Intervalle de garde Δ	224 μs	56 μs
Symbole OFDM $T = 4 * \Delta$	896 μs	224 μs
Nbre de porteuse T/B	8192	2048
Nbre de porteuse utiles	6817	1705
Bande effective	7.7 MHz	7.6 MHz

Modularité du système :

- Echo plus court \Rightarrow intervalle de garde raccourci
($T/4$, $T/8$, $T/16$, $T/32$)
- Bonne qualité de la transmission
 - ★ Augmentation de l'efficacité spectrale
(MAQ-4, -16, -64)
 - ★ Rendement du code CC
($1/2$, $1/3$, $3/4$, $4/5$, $5/6$, $6/7$, $7/8$)

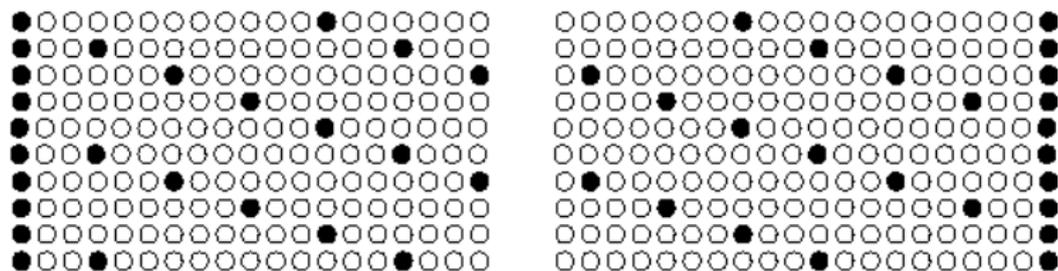
Utilisation en mode fixe, portable, ou mobile

- **Constellation :**

- ★ MAQ car haute efficacité exigée
⇒ démodulation cohérente
- ★ Rappel : DAB = MDP différentielle

- **Codage correcteur d'erreur :**

- ★ Même codage que pour le DVB-S



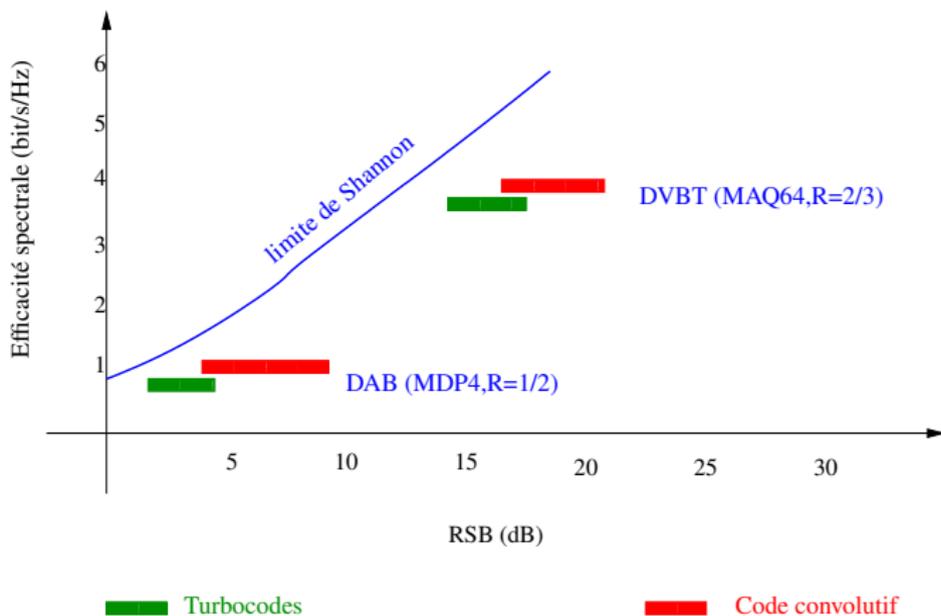
No du symbole en fonction du No de porteuse

- Nbre de porteuses pilotes : 45 (2K) et 177 (8K)
- Filtrage d'interpolation

DVB-T : performances (I)

MAQ	Code	E_b/N_0 requis		Débit (Mbit/s)	
		Rice	Rayleigh	$\Delta = T/4$	$\Delta = T/32$
4	1/2	3.6	5.4	5.0	6.0
16	3/4	13.0	16.7	14.9	18.1
64	7/8	21.0	27.9	26	31.6

DVB-T : performances (II)



Chaque émetteur hertzien émet sur la même fréquence.

- Interférence constructive
 - ★ insensible aux échos (COFDM) jusqu'à 70km
 - ★ gain en macro-diversité.

- Synchronisation
 - ★ Temporel (GPS)
 - ★ Fréquentiel (OL)

- Qualité de réception constante (contrôlée à l'émission)
- 5 à 6 programmes numériques / canal analogique
- Récepteurs numériques avec mise à jour logicielle
- Possibilité de réception hertzienne mobile de qualité
- Introduction de réseaux mono-fréquence

- Moins de canaux disponibles qu'avec le satellite
- Si mauvaise réception, pas d'image
- Nouveau standard à évolution très rapide
- Coût de l'infrastructure des émetteurs terrestres
- Coût et complexité des circuits de démodulation

- Turbocodes envisageable
- Turbo-synchronisation à faible E_b/N_0