Codage de canal en bloc

a)

mots de code	P_H	$d_H(r, c)$
000 000	0	4
001 101	3	2
010 110	3	4
011 011	4	5
100 011	3	2
101 010	3	4
110 101	4	1
111 000	3	4

La distance minimale est le plus petit poids de Hamming non nul. D'après la colonne P_H du tableau, $d_{min} = 3$

b) On indique dans le tableau ci-dessus la distance de Hamming $d_H(r, c)$ entre r et chaque mot de code c

Le mot le plus proche est $110101 = \hat{c}$

Le code a un pouvoir de correction $\left\lfloor \frac{d_{min} - 1}{2} \right\rfloor = 1$, qui est $\geq d_H(r, \hat{c})$. Donc le décodage est fiable.

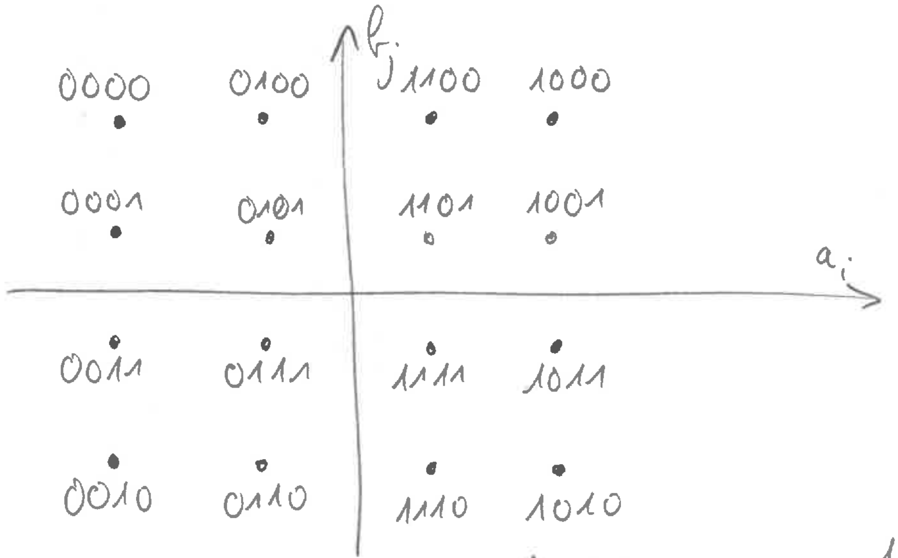
Modulation et adaptation au canal

a) La démodulation consiste à :

1) multiplier le signal par $\cos(2\pi f_0 t)$ sur une voie, par $\sin(2\pi f_0 t)$ sur l'autre voie

2) appliquer un filtrage passe-bas sur chaque voie, de fréquence de coupure la fréquence max du modulant

b)



c)

d) Pas d'IES : $\frac{1+\alpha}{T} \leq B$ avec $T = 4T_e = \frac{4}{D}$

Donc $\frac{D(1+\alpha)}{4} \leq B$

Donc $D_{max} = \frac{4B}{1+\alpha} = \frac{4 \times 1{,}5 . 10^6}{1{,}5}$ bit/s $= 4$ Mbit/s

Comme le codeur a un rendement de 1/2,

$D_u = \frac{D}{2} = 2$ Mbit/s

Effet du bruit sur la probabilité d'erreur

a) Evénement erreur $= \bigcup_{i,j} \{(S_{ij}, \overline{R_{ij}})\}$

Donc $P_{eS} = \sum_{i,j} P(\overline{R_{ij}} \cap S_{ij})$

$$= \sum_{i,j} P(\overline{R_{ij}} | S_{ij}) P(S_{ij})$$

$$= \frac{1}{16} Q\left(\frac{E_b}{N_0}\right) \sum_{i,j} K_{ij}$$

Comme $K_{ij} = \begin{cases} 2 & \text{pour les symboles des 4 coins} \\ 4 & \text{pour les 4 symboles centraux} \\ 3 & \text{pour les 8 autres symboles} \end{cases}$,

$\sum_{i,j} K_{ij} = 48$

Donc $P_{eS} = 3\, Q\left(\frac{E_b}{N_0}\right)$

Grâce au codage de Gray, une erreur sur 1 symbole se traduit par une erreur sur 1 seul de ses 4 bits

Donc $P_e = \frac{P_{eS}}{4} = \frac{3}{4} Q\left(\frac{E_b}{N_0}\right)$

b) D'après la fig. 5, $P_e < 10^{-4} \Leftrightarrow \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{dB} \geq 12$

D'après la fig. 4, cela signifie $D \leq 6.10^5$ bit/s

La limitation de la bande passante impose $D \leq 4$ Mbit/s

Donc $D_{max} = 0{,}6$ Mbit/s