

Telecom
semestre 1

$$\text{dictionnaire} \begin{cases} x_1 = 000 & P_1 = 1/2 \\ x_2 = 001 & P_2 = 1/4 \\ \vdots & \\ x_8 = [] & P \end{cases}$$

$$I_m = \sum_i^n P(x_i) \cdot I(x_i)$$

$$= \sum_i^n P(x_i) \cdot \underline{3}$$

$$= 3 \underbrace{\sum_i^n P(x_i)}_1 = 3$$

l'jr codé 3 bits

$$\text{Equiprobable : } H = - \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \cdot \log\left(\frac{1}{n}\right) = - \frac{1}{n} \log\left(\frac{1}{n}\right) \cdot \underbrace{\sum_{i=1}^n (1)}_{\substack{1+1+1 \\ n}} =$$

$$= - \frac{1}{1} \log\left(\frac{1}{n}\right) = -\log\left(\frac{1}{n}\right)$$

$$8 \text{ symbols} \Rightarrow n=8 \Rightarrow -\log\left(\frac{1}{2^3}\right) = -(-3) = 3$$

nb de bit
nécessaire pour
encoder

$$x_1, x_2 \rightarrow 000 \ 001$$

$$x_8 \rightarrow 111$$

Quantité d'information

$$I(x_i) = -\log_2(\text{Prob}(x_i))$$

$\text{prob}(x_i)$: fréquence d'apparition de x_i

Entropie : moyenne des quantités d'information

$$H(x) = \sum_{i=1}^n \text{Prob}(x_i) \cdot I(x_i)$$

Quantité de décision : max de l'entropie lorsque les symboles sont équiprobables

$$D = \log_2(m)$$

Redondance : différence entre entropie et quantité de décision

$$R = D - H$$

Capacité d'un canal

$$C = B \cdot \log_2(1 + \varepsilon)$$

↑
Bande passante

↳ SNR_{lin}

$$= \frac{\text{puissance signal}}{\text{puissance bruit}}$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10}(\text{SNR}_{\text{lin}})$$

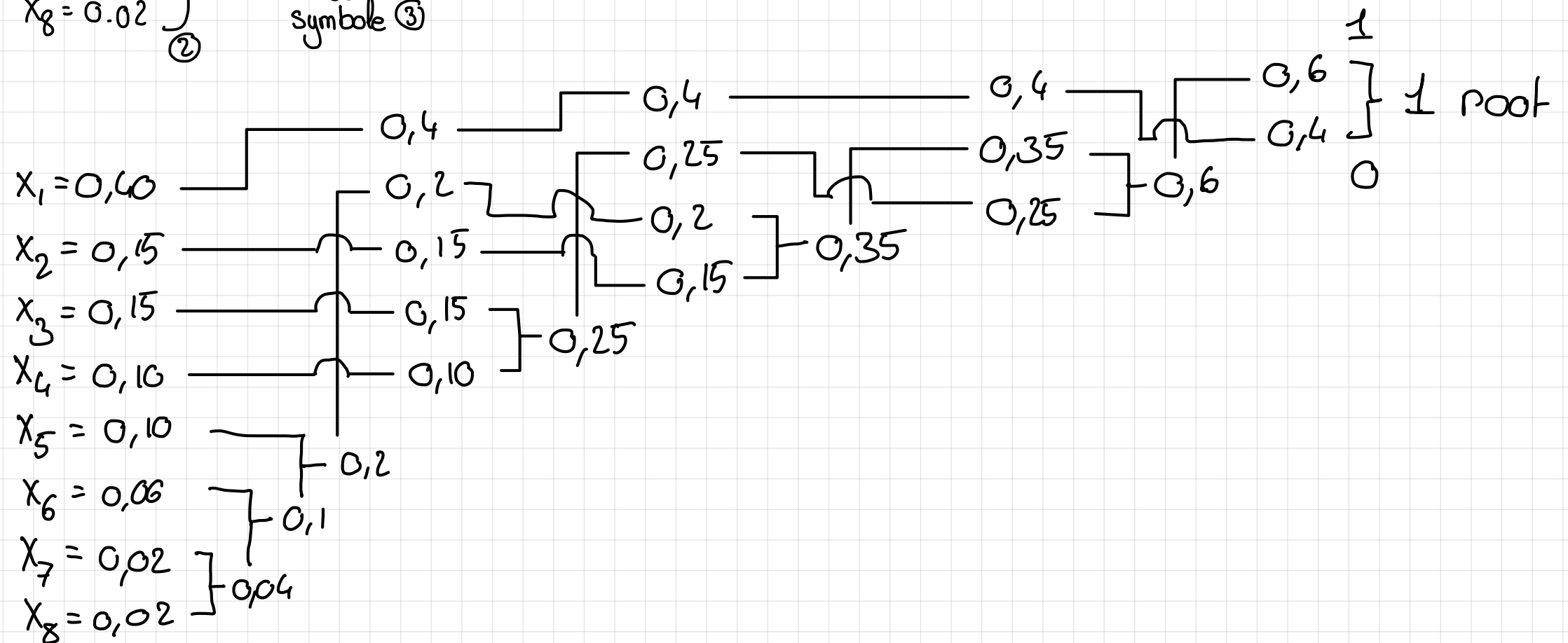
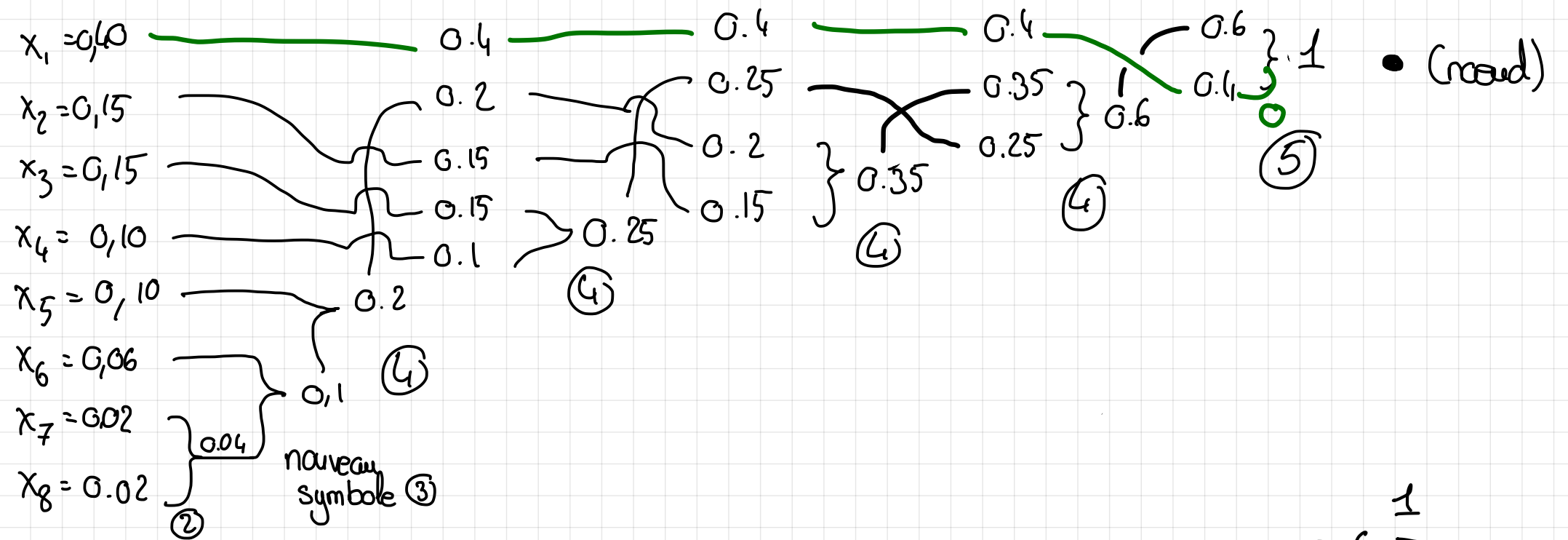
$$\text{SNR}_{\text{lin}} = 2^{(C/B)} - 1$$

Code de Huffman

1. Trier par proba decr.
2. Construire arbre en partant de la fin
3. Add et remplacer par un nouveau symbole
4. recommencer
5. Continuer jusqu'a prob = 1

Voie gauche : 0
Voie droite : 1

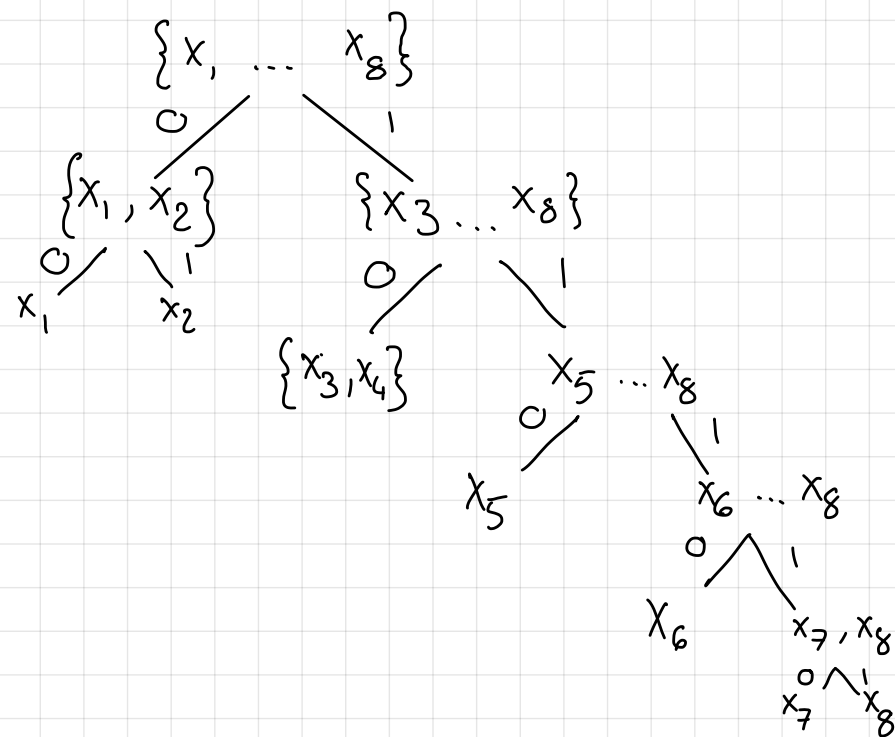
$x_1 = 0$
 $x_2 = 110$
 $x_3 = 100$
 $x_4 = 110$



Shannon - Fano

- 1 ordonner les caractères ↘ probabilité
- 2 Diviser l'ensemble en 2 sous-ensemble le plus equi probable
3. Attribuer un symbole binaire distinct aux sous-ensemble
4. Recommencer

				L_i	$Prob(x_i) \cdot L_i$
0	$x_1 = 0,4$	0	00	2	0,8
	$x_2 = 0,15$	1	01	2	0,3
	$x_3 = 0,15$	0	100	3	0,45
	$x_4 = 0,10$	1	101	3	0,3
1	$x_5 = 0,10$	0	110	3	0,3
	$x_6 = 0,06$	1	1110	4	0,24
	$x_7 = 0,02$	0	11110	5	0,1
	$x_8 = 0,02$	1	11111	5	0,1
				<u>5</u>	<u>2,59</u>



$$H = -\sum Prob(x_i) \cdot \log_2(Prob(x_i)) = 2,485$$

$$D = \log_2(8) = 3$$

8 symboles

$$R = D - H = 3 - 2,485 = 0,515$$

$$H \leq L_{\text{Huffman}} \leq L_{\text{Shannon-Fano}} \leq D$$

2,48 2,54 2,59 3

Capacité d'un canal :

Bande passante : B

bruit blanc gaussien

$$\Rightarrow C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

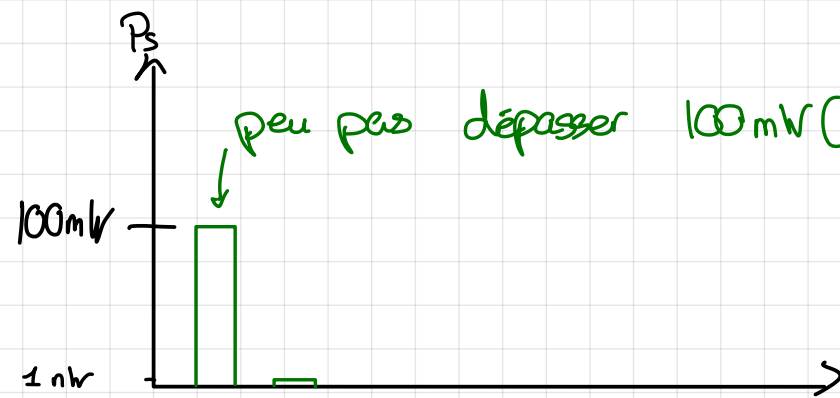
signal noise ratio

$$\xi = \frac{P_s}{P_B}$$

puissance db

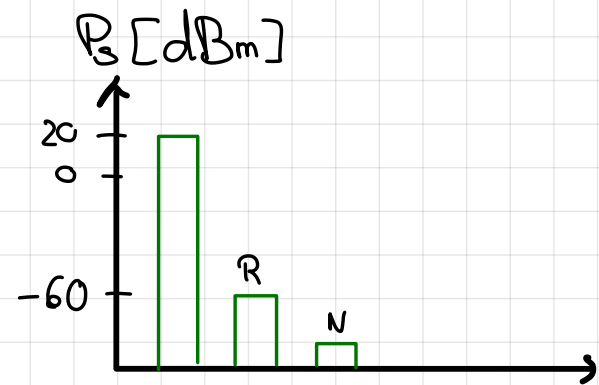
puissance du bruit

wifi : bande passante 2.4 GHz. standard : IEEE 802.11



$$100\text{mW} : P_s [\text{dBm}] = 10 \log\left(\frac{P_s}{1\text{mW}}\right) = 10 \times \log(100) = 20 \text{ dBm}$$

$$1\text{nW} : P_s [\text{dBm}] = 10 \log\left(\frac{10^{-9}\text{W}}{10^{-3}\text{W}}\right) = -60 \text{ dBm}$$



R: reçu

N: noise

B_p (ethernet) : 500 MHz Cat. 6

$$P_r = 1\text{nW}$$

$$P_B = 0.1\text{nW}$$

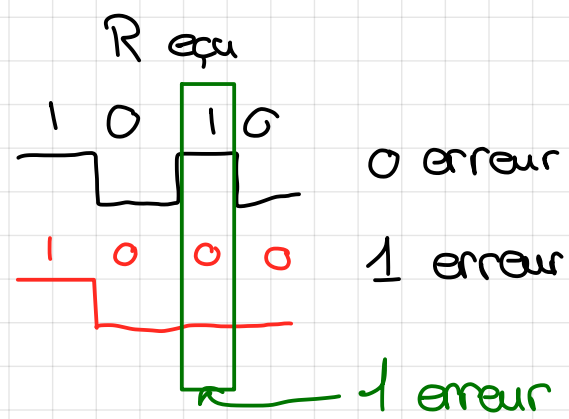
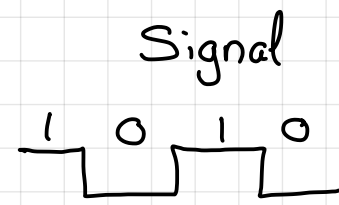
Capacité du canal :

$$\begin{aligned} C &= B_p \cdot \log_2\left(1 + \frac{P_s}{P_B}\right) \\ &= 500 \cdot \log_2\left(1 + \frac{1\text{nW}}{0.1\text{nW}}\right) \\ &= 500 \cdot 10^6 \cdot \log_2(1 + 10) \approx 1.7 \text{ Gb/s} \end{aligned}$$

$\underbrace{3 < ? < 4}_{\substack{2^2 \quad \uparrow \quad 2^4 \\ 3.46}}$

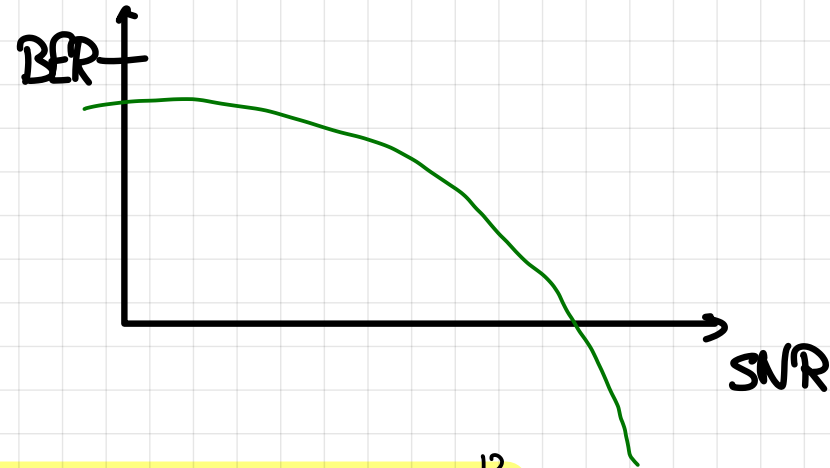
BER
 ↑
 bit error rate

$[data] < 10^{-6}$
 $[voix] < 10^{-3}$
 1 bit pour 1000 bit



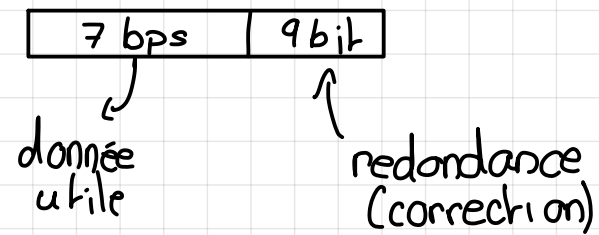
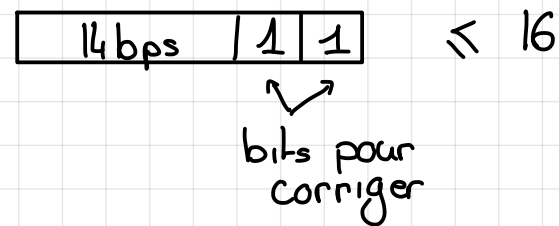
$$BER = f(SNR)$$

↑
 $\frac{P_s}{P_n}$



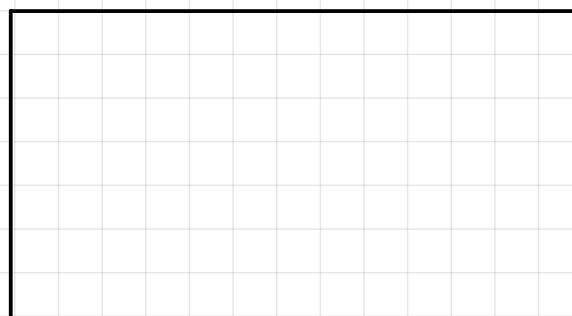
Situation quasi error free si $BER < 10^{-12}$

Débit < Capacité $\rightarrow BER = \epsilon \rightarrow 0$



UHD image

Couleur sur 8, 16, 24 bits
256, 65536, 16 M



2160 px

3456 px

$$\begin{aligned} \text{longueur image en bit} &= \text{Longueur} \times \text{Hauteur} \times \text{nb canal} \times \text{profondeur pixels} \\ 3456 \times 2160 \times 1 \times 16 &= 119\,439\,360 \text{ bits} \end{aligned}$$

RGB sur 16 bits $\begin{cases} L_{um} \\ C_R \\ C_B \end{cases}$

$$\text{video: } 25 \text{ fps} \cdot \text{Longueur image en bit} \times \text{fps} = 3 \text{ Gb/s}$$

Si on utilise VDSL 50 Mbps : peut pas regarder en temps réel car $D > C$: $3 \text{ Gb/s} > 50 \text{ Mb/s}$

MPEG-AVC : ITU H.264 compression