

TD N° 1: signal et information - Corrigé

Rémy Grünblatt – remy@grunblatt.org

16 octobre 2019

1 Conversions

- Attention à ne pas confondre le préfixe kilo ($10^3 = 1000$) avec le préfixe kibi ($2^{10} = 1024$)!

Unité	Abbréviation	Exemple d'utilisation
bit	b	Unité élémentaire d'information
octet	o	1 caractère ASCII
byte	B	En général, $1o = 1B$, mais pas sur toutes les architectures.
hertz	Hz	1Hz : coeur qui bat lentement (60 pulsations / minute)
kilo-bit	kb / kbit	1.28 kb : taille maximum d'un SMS
méga-byte	MB	3MB : Une chanson standard au format MP3
giga-octet	Go	10Go : taille de wikipedia francophone sans images

- Avec une fréquence d'échantillonnage de $22\text{kHz} = 22 * 1000 \text{ Hz}$ et un codage de valeurs sur 8 bits., il faut $22 * 1000 * 8 * 60 = 10.56 \text{ Mbits}$ pour représenter 1 minute de son.
- Pour stocker une image, il faut $720 * 1280 * 24 \text{ bits}$. Comme il y a 24 images par seconde, pour représenter un film de 60 minutes, il faut $720 * 1280 * 24 * 24 * 60 * 60 = 1911.02976 \text{ Gb}$, soit 238.87872 Go . Le débit associé est de 530.8416 Mb/s . Les films qu'on télécharge sont bien plus petits, et c'est grâce à la compression.
- Entre 2.4 GHz et 2.4835 GHz , on a une largeur de bande de 83.5 Mhz . On peut donc y mettre $\lfloor 83.5 / (20 + 2) \rfloor = 3$ canaux WiFi qui ne vont pas interférer entre eux. C'est pour ça que les canaux utilisés dans les déploiements WiFi d'entreprises sont souvent le canal 1, 6 et 11 qui sont les canaux qui n'interfèrent pas entre eux.

2 Bande passante, bruit et SNR

- Si $X = \log_{10}(\frac{Y}{Z})$ alors $\frac{Y}{Z} = 10^X$.
- On a $\log_a(x) = \frac{\log_b(x)}{\log_b(a)}$.
- $C = W \log_2(1 + \frac{P_s}{P_b})$ avec P_s la puissance du signal, P_b la puissance du bruit, et W la bande passante. Par ailleurs, on a : $SNR = \frac{P_s}{P_b}$ et $SNR_{dB} = 10 * \log_{10}(\frac{P_s}{P_b})$. Ainsi, $C = W \log_2(1 + 10^{\frac{SNR_{dB}}{10}}) = W \log_2(1 + SNR)$.
- On a donc :
 - $C = 4.5 * 10^6 * \log_2(1 + 10^{\frac{35}{10}}) \approx 52.322 \text{ Mbit/s}$;
 - Ce câble convient donc à la transmission.
- On préfixe par '0b' une suite de '0' et de '1' pour préciser qu'il s'agit d'une suite binaire.
 - Les différents signaux transmis sont représentés sur la Figure 1.

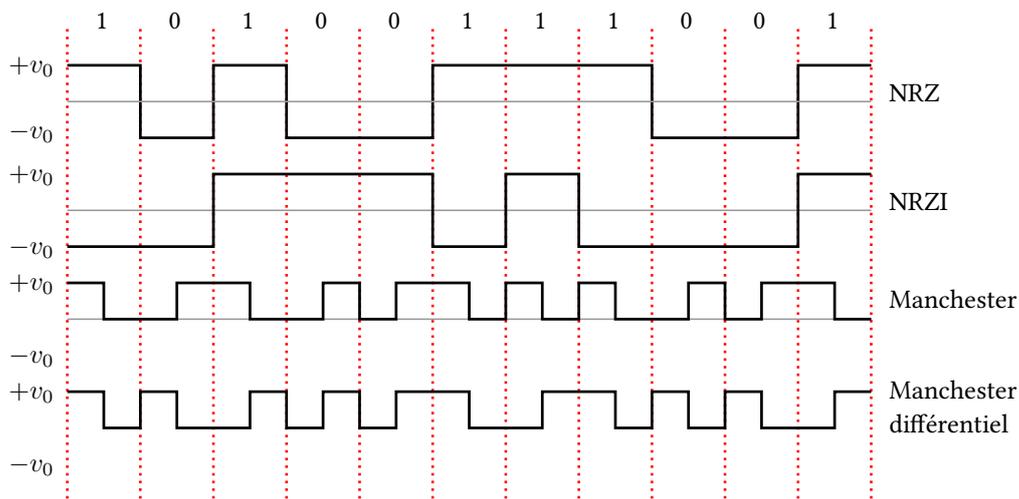


FIGURE 1 – Représentation d'un signal analogique à numériser

- (b) On a $T_0 = 1/9600$ s ;
- (c) La rapidité de modulation est l'inverse de la plus courte durée théorique de l'élément de signal. Elle dépend donc de chaque code. Pour NRZ et NRZI, on a une valeur par bit, donc $R_m = 9600$ bauds. Pour Manchester et Manchester différentiel, on a deux valeurs ($-v_0$ et $+v_0$) par bits, donc $R_m = 2 * 9600 = 19200$ bauds.
- (d) On envoie la suite de bits 0b01001110 au débit D_1 :
- La forme du signal transmis est $v_1 v_0 v_3 v_2$;
 - Chaque niveau code pour deux bits, et on a un débit de 9600b/s ; il y a donc $9600/2 = 4800$ codes envoyés par seconde, donc $R_m = 4800$ bauds.

3 Numérisation et reconstitution

1. Soit le signal audio suivant, représenté sous la forme d'un voltage entre 0V (minimum) et 32V (maximum) dont le codage est effectué sur 8 niveaux et l'intervalle d'échantillonnage correspond à $0.5ms$:

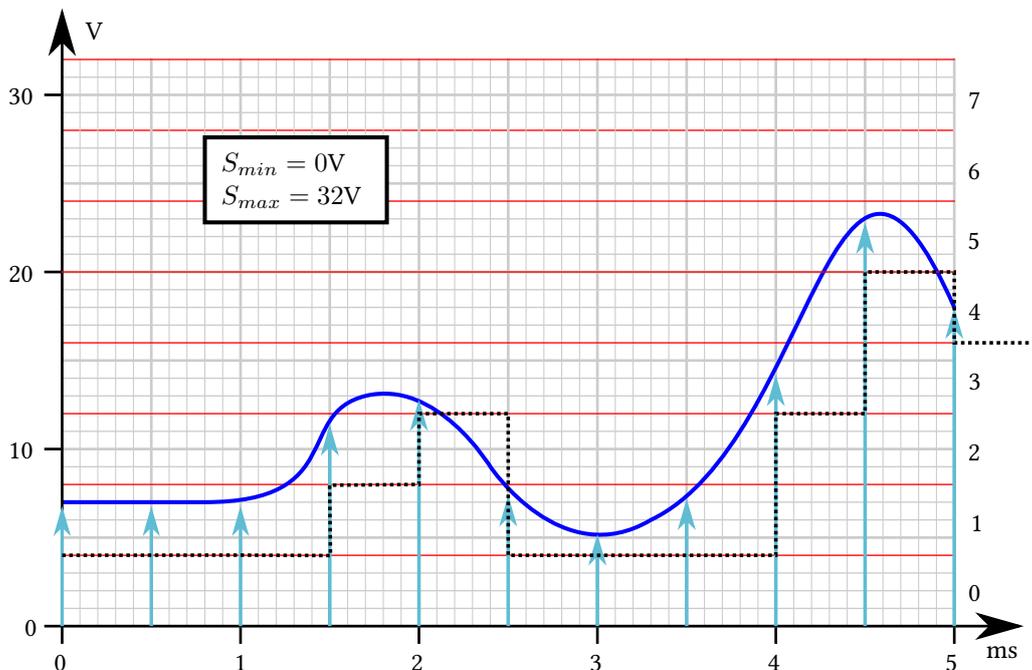


FIGURE 2 – Représentation d'un signal analogique à numériser

- (a) On divise l'intervalle de 0V à 32V en 8 parties égales (en rouge). Chaque niveau est donc représenté par 3 bits ($2^3 = 8$), c'est-à-dire par un nombre entre 0 et 7. On regarde ensuite dans quelle partie se trouve le signal

toutes les 0.5 ms (fréquence d'échantillonnage), ce qui nous donne le mot binaire à envoyer. Ainsi, on a :
 $S = 11123111354 = 0b001\ 0b001\ 0b001\ 0b010\ 0b011\ 0b001\ 0b001\ 0b001\ 0b011\ 0b101\ 0b100$

- (b) Le destinataire doit posséder la même horloge (fréquence d'échantillonnage) et le même pas de quantification (ici, 4V).
 - (c) Reconstituez le signal sur la Figure 2.
2. On reçoit la séquence suivante qui correspond à la numérisation d'un signal analogique :
- ```
00000101 00000111 00000011 00000110 00000111
00000111 00000110 00000100 00000110 00000110
```

Chaque échantillon de signal est codé sur 8 bits, et le pas de quantification correspond à 2V.

- (a) Des échantillons du signal analogique ont été prélevés tous les  $1/8000 = 0.125\text{ms}$ . On produit 8000 échantillons par seconde.
- (b) Reconstituer le signal analogique à partir de la séquence reçue, sur un graphe à la manière de la Figure 2. On n'oubliera pas les échelles, les unités, et un titre. **Non Corrigé**
- (c) On a reçu 10 échantillons à une fréquence de 8000 Hz, il a donc fallu  $10 * 1/8000 = 1,25\text{ ms}$  pour recevoir ces échantillons. 8000 échantillons sont produits par seconde, chacun codé sur 8 bits, donc il faut que la liaison supporte au minimum  $8 * 8000 = 64\text{ kbits/s}$ .