

TRANSMISSION DE DONNEES

La couche physique fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions physiques destinées à la transmission de bits entre deux entités de liaison de données.

La transmission de plusieurs bits peut s'effectuer en série ou en parallèle.

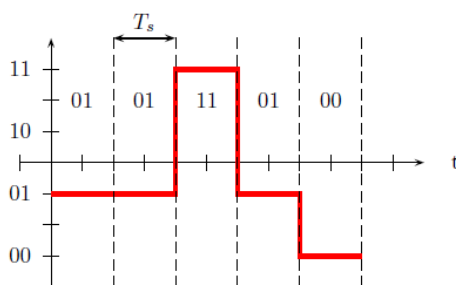
En série, les bits sont envoyés les uns derrière les autres de manière synchrone ou asynchrone. Dans le mode **synchrone** l'émetteur et le récepteur se mettent d'accord sur une base de temps (un top d'horloge) qui se répète régulièrement durant tout l'échange. À chaque top d'horloge (ou k tops d'horloge, k entier fixé définitivement) un bit est envoyé et le récepteur saura ainsi quand lui arrive les bits. Dans le mode **asynchrone**, il n'y a pas de négociation préalable mais chaque caractère envoyé est précédé d'un bit de start et immédiatement suivi d'un bit de stop. Ces deux bits spéciaux servent à caler l'horloge du récepteur pour qu'il échantillonne le signal qu'il reçoit afin d'y décoder les bits qu'il transmet.

En parallèle, les bits d'un même caractère sont envoyés en même temps chacun sur un fil distinct, mais cela pose des problèmes de synchronisation et n'est utilisé que sur de courtes distances (bus par exemple).

Quel que soit le mode de transmission retenu, l'émission est toujours cadencée par une **horloge** dont la vitesse donne le débit de la ligne **en bauds**, c'est-à-dire le nombre de tops d'horloge en une seconde.

Ex: une ligne d'un débit de 100 bauds autorise 100 émissions par seconde. Si à chaque top d'horloge, un signal représentant 0 ou 1 est émis, alors dans ce cas le débit en bit/s est équivalent au débit en baud.

Cependant, on peut imaginer que le signal émis puisse prendre 4 valeurs distinctes (0, 1, 2, 3)(00,01,10,11) dans ce cas le signal a une **valence** de 4 et le débit en bit/s est le double de celui en baud.

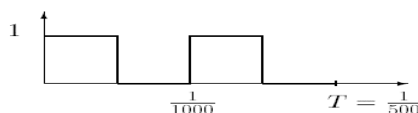


La **valence** est le nombre de niveaux utilisés pour coder la suite binaire.

Un codage sur V niveaux implique un regroupement des bits. Par exemple, pour réaliser un codage sur 4 niveaux (valence 4), les bits doivent être regroupés deux par deux ; dans ce cas un groupe de 2 bits est appelé un symbole.

1. Transmission en bande de base

La transmission en bande de base consiste à envoyer directement les suites de bits sur le support à l'aide de signaux carrés constitués par un courant électrique pouvant prendre 2 valeurs (5 Volts ou 0 par exemple). L'émetteur envoie sur la ligne un signal carré du type de celui de la figure suivante pour la séquence de bits 1010 par exemple.



En considérant ce signal $y(t)$ comme périodique, on peut le décomposer en une série de Fourier de la forme:

$$y(t) = a \cdot \sin(2\pi ft + \varphi)$$

où

- a : amplitude
- f : fréquence ($= 1/T$)
- φ : phase

Cependant, le câble sur lequel est émis le signal possède une bande passante qui est l'intervalle des fréquences possibles sur ce support, donc à la réception on ne retrouve pas toute la richesse du signal initial et dans la plupart des cas le signal carré sera très déformé.

Débit d'un signal numérique D : représente la quantité d'information émise par unité de temps par une source, exprimé en bit/s. Il dépend des caractéristiques du support de transmission et des techniques de transmission: $D = 1/T$

Capacité du canal: un canal de transmission n'est jamais parfait, le signal réellement transmis est la somme du signal à transmettre et d'un bruit additif. Le bruit additif d'un dispositif électronique est caractérisé par le rapport signal/ bruit (S/N):

$$S/N_{db} = 10 \log_{10}(S/N_{wt})$$

S: puissance du signal

N: puissance du bruit

On définit la capacité d'un canal comme le débit binaire théorique maximum que ce canal peut supporter.

La capacité C d'une ligne de transmission peut être définie à l'aide de la formule de Shannon par:

$$C = B \log_2(1 + S/N)$$

B: la largeur de bande passante

Remarque : $\log_2(x) = \log_{10}(x) / \log_{10}(2)$, $\log_{10}(2) = 0,3$

La rapidité de modulation : le débit de symboles est appelé rapidité de modulation et est noté R . R s'exprime en bauds (du nom de Baudot, inventeur du téléx).

On a donc

$$R = 1/T_s = 1/(\log_2(V) \times T_b) = D/\log_2(V)$$

On retiendra que :

$$D = R \times \log_2 V .$$

T_s : temps symbole

T_b : temps d'un bit

2. Transmission modulée

Sur les longues distances on émet un signal sinusoïdal qui sera facilement décodable par le récepteur. Ce signal sinusoïdal est obtenu grâce à un modem (modulateur-démodulateur) qui est un équipement électronique capable de prendre en entrée un signal en bande de base pour en faire un signal sinusoïdal (modulation) et l'inverse à savoir restituer un signal carré à partir d'un signal sinusoïdal (démodulation). Autrement dit, il permet de passer des signaux numériques discrets (0 ou 1) à des signaux analogiques continus.

Il existe trois types de modulation décrits dans la figure suivante:

- **la modulation d'amplitude:** envoie un signal d'amplitude différente suivant qu'il faut transmettre un 0 ou un 1. Cette technique est efficace si la bande passante et la fréquence sont bien ajustées. Par contre, il existe des possibilités de perturbation (orage, lignes électriques...), car si un signal de grande amplitude (représentant un 1) est momentanément affaibli le récepteur l'interprétera à tort en un 0.

- **la modulation de fréquence:** envoie un signal de fréquence plus élevée pour transmettre un 1. Comme l'amplitude importe peu, c'est un signal très résistant aux perturbations (la radio FM est de meilleure qualité que la radio AM) et c'est assez facile à détecter.

- **la modulation de phase** change la phase du signal (ici de 180°) suivant qu'il s'agit d'un 0 (phase montante) ou d'un 1 (phase descendante).

Dans les exemples donnés ci-dessus on a seulement 2 niveaux possibles à chaque fois, donc on a uniquement la possibilité de coder 2 valeurs différentes à chaque instant, dans ce cas 1baud=1bit/s.

De manière plus sophistiquée il existe des modems capables de moduler un signal suivant plusieurs niveaux, par exemple 4 fréquences différentes que le modem récepteur saura lui aussi distinguer. Dans ce cas, chaque signal envoyé code 2 bits donc 1 baud = 2bit/s.

3. La numérisation: l'intérêt de la numérisation est le traitement des données non informatiques telles que voix, images et sons.

Elle consiste à convertir un signal analogique en un signal numérique, il faut échantillonner le signal analogique avec une fréquence $f = 1/T$ où T représente un intervalle de temps. Elle se fait en trois étapes:

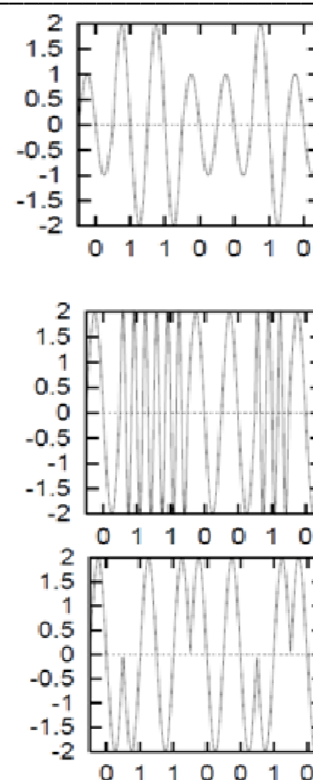
a) **Echantillonnage:** consiste à prélever les valeurs du signal continu (échantillon) à des instants régulièrement espacés. En d'autres termes: transformer une fonction continue en une fonction discrète.

Brièvement, c'est découper l'espace temporel sur des instants réguliers.

b) **La quantification :**

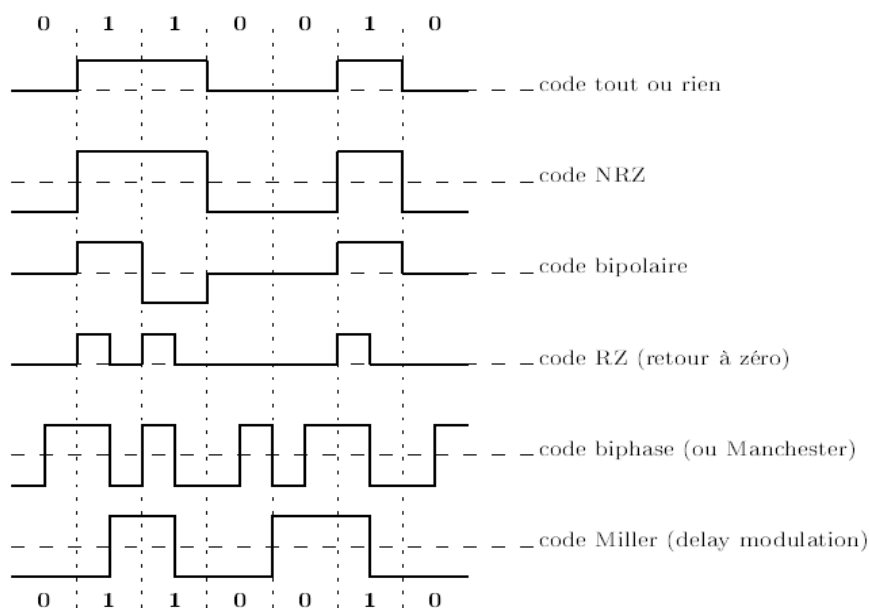
Détermine une valeur pour chaque échantillon sur une échelle numérique. La loi la plus simple consiste à diviser l'ordonnée en segments égaux. Le nombre de segments dépend du nombre de bits choisis pour la numérisation. Par exemple, un codage sur 8bits engendre 2^8 segments. La bande passante est divisée en 256 segments . Le choix de la valeur de l'échantillon s'effectue simplement en sélectionnant la valeur la plus proche.

c) **Le codage:** consiste à affecter une valeur numérique aux échantillons obtenus lors de la première phase. Ces valeurs sont ensuite transportées dans le signal numérique.



4. Codage de l'information

Dans la figure suivante nous trouvons quelques exemple de codage de l'information pour une transmission en bande de base.



- **le code tout ou rien** : c'est le plus simple, un courant nul code le 0 et un courant positif indique le 1
- **le code NRZ (non retour à zéro)**: pour éviter la difficulté à obtenir un courant nul, on code le 1 par un courant positif et le 0 par un courant négatif.
- **le code bipolaire** : c'est aussi un code tout ou rien dans lequel le 0 est représenté par un courant nul, mais ici le 1 est représenté par un courant alternativement positif ou négatif pour éviter de maintenir des courants continus.
- **le code RZ** : le 0 est codé par un courant nul et le 1 par un courant positif qui est annulé au milieu de l'intervalle de temps prévu pour la transmission d'un bit.
- **le code Manchester** : ici aussi le signal change au milieu de l'intervalle de temps associé à chaque bit. Pour coder un 0 le courant sera négatif sur la première moitié de l'intervalle et positif sur la deuxième moitié, pour coder un 1, c'est l'inverse. Autrement dit, au milieu de l'intervalle il y a une transition de bas en haut pour un 0 et de haut en bas pour un 1.
- **le code Miller** : on diminue le nombre de transitions en effectuant une transition (de haut en bas ou l'inverse) au milieu de l'intervalle pour coder un 1 et en n'effectuant pas de transition pour un 0 suivi d'un 1. Une transition est effectuée en fin d'intervalle pour un 0 suivi d'un autre 0.