

Chapitre 6

La couche Physique

1. Les fonctions de la couche Physique

1.1 Le signal

La télécommunication, c'est-à-dire la communication à distance, s'opère au travers d'un média. C'est un milieu physique facilitant la transmission de l'information appelée « signal » (souvent concrétisée par une onde de nature électromagnétique ou un signal lumineux).

Aux deux extrémités d'une télécommunication, peuvent se manifester des organes permettant l'inscription de l'information dans le signal, ou l'extraction de l'information à partir du signal. Ces organes sont appelés transducteurs. Quelques exemples de transducteurs : microphone, haut-parleur, caméra, écran, capteur, actionneur...

On pourrait conclure hâtivement que c'est la présence d'information qui fait la distinction entre le signal et le bruit. Ce n'est pas toujours le cas car un signal porteur d'information incompréhensible par celui qui l'écoute sera perçu comme un bruit. Et même lorsqu'il est compréhensible, il peut être perçu comme un bruit par ceux qui l'entendent sans en être les destinataires.

Un câble réseau qui ordinairement comporte quatre paires est susceptible de transporter quatre flux d'informations distincts dans un sens ou dans l'autre. Chaque paire transporte son signal, entaché de bruit provoqué par la proximité des trois autres paires pour peu que celles-ci transportent également un flux d'informations.

1.2 La nature des signaux

La couche Physique est responsable de la définition des médias qui ont pour fonction de servir de support au transport des informations. Ces médias peuvent se manifester sous trois principales formes :

- La forme électrique dans un câble Ethernet classique par exemple.
- La forme optique, que l'on trouve dans les fibres optiques.
- La forme radio. On parle ici bien sûr d'accès sans fil comme le Wi-Fi.

C'est sur cette couche que les méthodes qui permettent de transmettre les données sur l'un de ces supports sont définies.

1.3 Les types de signaux

1.3.1 Analogique

Le monde qui nous entoure est rempli de différents signaux et qu'ils soient électriques, optiques ou climatiques, tous ont un point commun : ils varient de manière continue dans le temps.

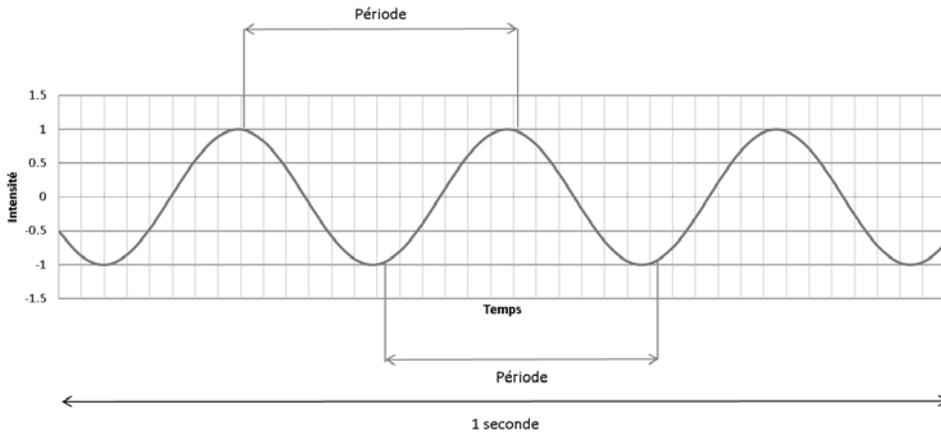
Un système analogique est un système qui est capable de passer d'une valeur à une autre sans discontinuité, il se représente sous la forme d'une courbe de valeurs.

Prenons par exemple un thermomètre (à mercure ou à alcool coloré). Pour passer de la valeur 37° à la valeur 40° il doit nécessairement passer par les valeurs intermédiaires.

Autre exemple : la courbe d'un son. Un son peut être caractérisé par deux critères :

- La fréquence du son. Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu.
- L'intensité du son. Plus l'intensité est importante, plus le son est fort.

La représentation sous forme d'une courbe analogique est la suivante :



Courbe analogique

La fréquence est le nombre d'oscillations périodiques par seconde et elle se mesure en hertz (Hz).

Une note de musique, par exemple la note la de référence jouée par un diapason, est nommée "la 440" car sa fréquence est de 440 Hz ou encore 440 périodes par seconde. Dans le cas de notre courbe d'exemple, la fréquence est de 3 Hz.

En Europe, la fréquence du courant électrique est de 50 Hz tandis qu'elle est de 60 Hz en Amérique du Nord.

La période est l'intervalle de temps entre deux points identiques sur la courbe.

L'intensité ou l'amplitude mesure la grandeur physique du signal, l'unité utilisée pour l'exprimer dépend de la nature du signal (pression acoustique, rayonnement électromagnétique, signal électrique, signal lumineux, etc.).

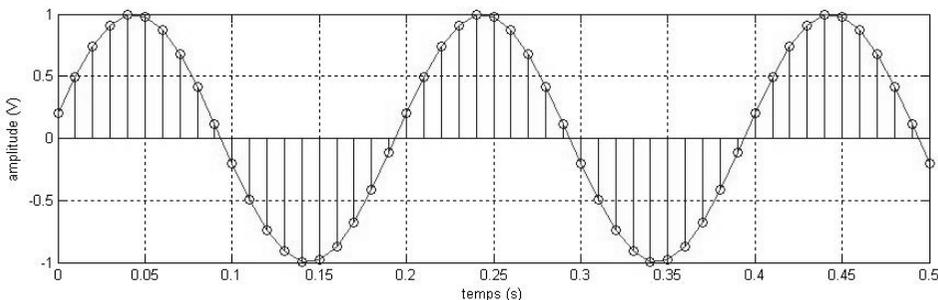
1.3.2 Numérique

Il s'agit de trouver un moyen de représenter cela sous une forme numérique. Un signal numérique doit s'adapter à ce qu'un système informatique est en mesure de supporter, c'est-à-dire deux valeurs, 0 et 1.

L'information sous forme numérique tente de représenter les mêmes valeurs qu'un signal analogique et doit utiliser une méthode d'échantillonnage pour y parvenir.

Qu'est-ce que l'échantillonnage ? La définition de l'échantillonnage est "la sélection d'une partie dans un tout".

L'échantillonnage consiste à prélever des morceaux de signal analogique à des points définis. L'intervalle régulier entre les points définis est ce que l'on appelle la fréquence d'échantillonnage. Par exemple dans un échantillonnage musical, une fréquence d'échantillonnage de 48 kHz signifie que l'on relève 48 000 échantillons par seconde.

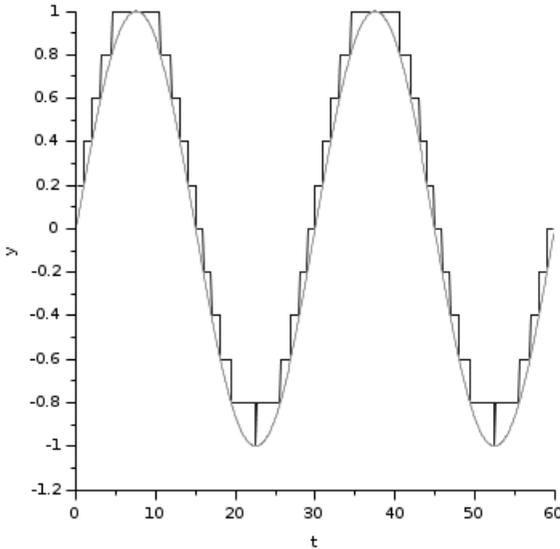


Échantillonnage

Finalement on perd forcément un peu d'informations dans le processus. Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée, plus les échantillons sont rapprochés et plus la quantification se rapproche du signal analogique initial. Malheureusement cela signifie aussi plus de données à représenter.

Ainsi, le principal avantage d'un échantillonnage musical à 96 kHz est sa qualité et la réduction des parasites lors d'un traitement ultérieur mais son principal désavantage est la taille du fichier puisqu'il contient deux fois plus de valeurs échantillonnées que son homologue à 48 kHz.

Une fois ces valeurs relevées, l'étape suivante est la quantification. La quantification consiste à attribuer des valeurs numériques aux échantillons afin de pouvoir les représenter les uns par rapport aux autres. Le résultat apporte une courbe numérique (en bleu), ici superposée à une courbe analogique (en vert) :



Quantification

Le nombre de bits utilisés pour représenter les valeurs numériques est appelé la résolution. Plus le nombre de valeurs est grand, plus il est possible d'obtenir de la finesse dans le calcul. Pour s'en rendre compte, il suffit de comparer le son des anciennes consoles de jeux 8 bits à celui des consoles d'aujourd'hui.

Il existe un certain nombre de théorèmes sur ces conversions, comme le théorème de Nyquist qui affirme que pour représenter convenablement un signal analogique avec des échantillons réguliers, il est nécessaire d'utiliser une fréquence d'échantillonnage doublement supérieure à la fréquence maximale du signal original.

Voilà ce que signifient les termes analogique et numérique. Ce principe s'applique concrètement dans tous les domaines de l'informatique, la création d'un fichier MP3 ou la transmission de la voix sur un réseau.

1.4 Les organismes de standardisation

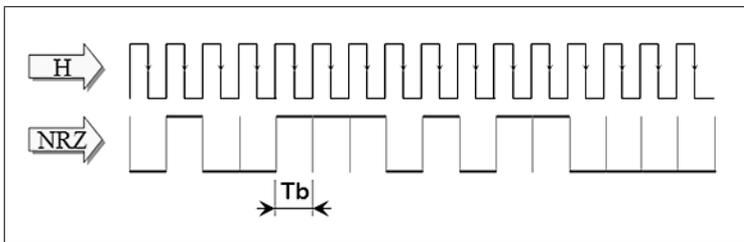
L'objectif d'un modèle de communication comme le modèle OSI est aussi de simplifier l'interopérabilité entre les différents constructeurs. C'est ce processus qui permet d'assurer à l'utilisateur final que le câble qu'il vient d'acheter pour relier son PC d'une marque X à un switch de marque Y fonctionnera, et cela quel que soit le constructeur du câble. Ce processus s'appelle la standardisation.

Plusieurs organisations participent à ce processus :

- ISO (*International Organization for Standardization*)
- EIA/TIA (*Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association*)
- ITU-T (*International Telecom Union*)
- ANSI (*American National Standard Institute*)
- IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*)

1.5 Le débit numérique

Le signal numérique qui intéresse l'expert réseau est un signal synchrone, c'est-à-dire que les intervalles de temps alloués à chaque symbole sont égaux (au moins du côté de l'émetteur) et correspondent aux périodes successives d'un signal périodique fourni par l'« horloge » ou la « base de temps » :



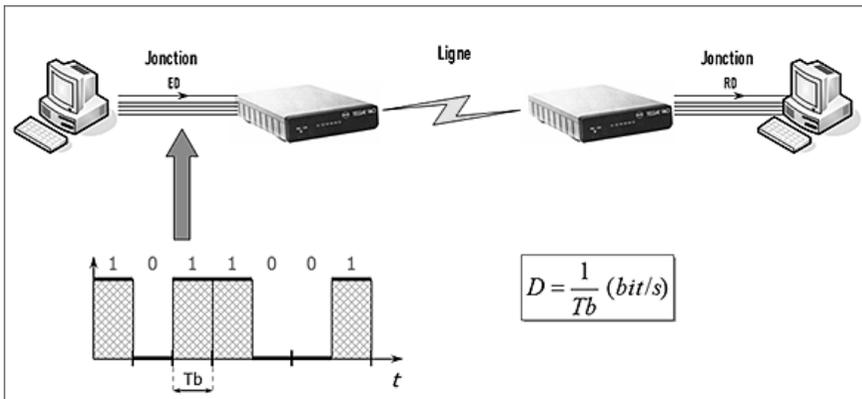
Débit numérique (*H pour horloge, NRZ pour Non Return Zero, Tb pour base de temps*)

Ceci revient à dire que la suite numérique a été composée du côté émetteur en séquençant les symboles à l'aide de l'horloge. Le signal numérique ainsi créé est composite : certes il contient l'information mais il contient également l'horloge dans ses transitions. L'espace qui sépare deux transitions est toujours multiple de la période de cette horloge. Du côté du récepteur, le flux numérique arrive sans être accompagné du signal "horloge". Et pourtant, ce flux n'est compréhensible qu'à condition de disposer de cette base de temps afin de "lire" l'état du symbole au moment le plus favorable c'est-à-dire au milieu d'une période.

La première tâche du récepteur n'est donc pas de lire le flux mais bien de reconstituer la base de temps qui a servi à l'émetteur pour cadencer ce flux. On parle d'extraction d'horloge et il va de soi que le circuit d'extraction ne fonctionne convenablement que si le flux de symboles comporte suffisamment de transitions. Du côté émetteur, le souci doit donc être de composer un flux numérique présentant des transitions réparties de façon régulière.

À ce stade, il devient possible d'introduire le concept de valence du signal.

La valence d'un signal est le nombre d'états possibles que peut prendre ce signal.



Valence