

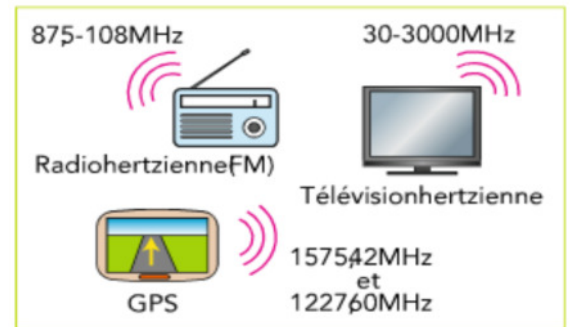
CHAPITRE 18 : TRANSMISSION ET STOCKAGE DE L'INFORMATION

I. Procédés physiques de transmission d'informations

1. La propagation libre

Les ondes électromagnétiques émises par des antennes se propagent dans toutes les directions de l'espace : on parle de propagation libre.

Ces ondes, appelées **ondes hertziennes**, peuvent être reçues par des récepteurs mobiles : c'est l'un des principaux avantages de ce mode de propagation. Une bande de fréquences spécifiques doit être allouée à chaque dispositif.

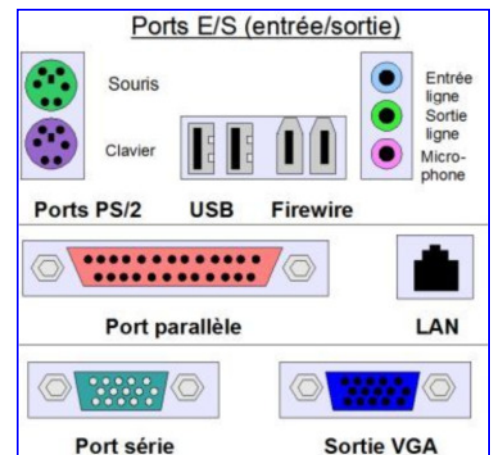


Remarque : Les possibilités d'utilisation des bandes de fréquences hertziennes arrivant à saturation, la France est passée en 2011 à la télévision numérique terrestre (TNT), qui utilise des bandes de fréquences plus étroites.

2. La propagation guidée

a. Transmission par câbles électriques

Les câbles électriques sont utilisés pour transmettre des informations sous forme de **signaux électriques**. Ils peuvent être torsadés ou coaxiaux. La transmission par câbles est privilégiée pour de **courtes distances** car **l'amortissement** des signaux augmente avec la longueur du câble et les champs électromagnétiques environnant les câbles déforment les signaux (**bruits**) qui se propagent dans ces mêmes câbles.



b. Transmission par fibre optique

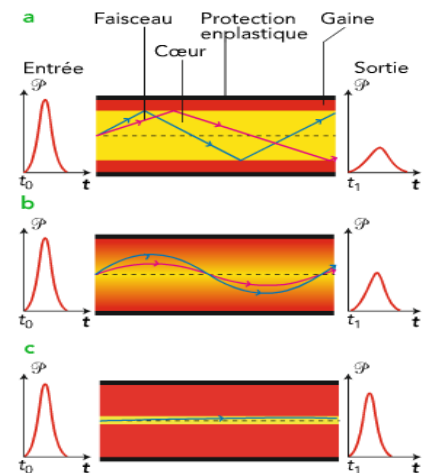
Les informations sont transmises dans les fibres optiques sous forme d'**OEM** (radiations) visibles ou proches du visible. Les radiations se propagent sur de **très longues distances** avec **très peu d'atténuation** ; elles sont **insensibles aux perturbations électromagnétiques**. L'inconvénient est le prix élevé et la difficulté de mise en service. On distingue plusieurs types de FO :

- Les fibres multimodales (à saut d'indice ou à gradient d'indice)

Les radiations subissent des réflexions successives dans la fibre : le trajet de la radiation est donc supérieur à la longueur de la fibre.

- Les fibres monomodales

Le signal subit peu de réflexions successives. L'étalement dans le temps du signal de sortie par rapport au signal d'entrée est plus faible que dans le cas d'une fibre multimodale.



3. Atténuation du signal

La **puissance lumineuse d'un signal à la sortie** d'une fibre optique ou la puissance électrique à la sortie d'un câble **est inférieure à la puissance du signal d'entrée**. Cette observation est généralisable à toute propagation de signal. Pourquoi ? Pensez au téléphone arabe !

L'atténuation ou l'affaiblissement A d'un signal est lié au rapport $\mathcal{P}_e/\mathcal{P}_s$ où \mathcal{P}_e est la puissance du signal à l'entrée, et \mathcal{P}_s sa puissance à la sortie.

$$A = 10 \cdot \log \left(\frac{\mathcal{P}_e}{\mathcal{P}_s} \right)$$

En pratique, l'atténuation A exprimée en décibel (dB) est :

L'atténuation A d'un signal se propageant dans un câble ou une fibre optique dépend notamment de la longueur L du câble ou de la fibre.

C'est pourquoi on définit un coefficient d'atténuation linéique α , exprimé en décibels par mètre (dB.m⁻¹) tel que :

$$\alpha = \frac{A}{L} = \frac{10}{L} \log \left(\frac{\mathcal{P}_e}{\mathcal{P}_s} \right)$$

4. Débit binaire de données numériques

Le débit binaire mesure la **quantité de données numériques transmises par unité de temps** ; il est caractéristique des transmissions numériques.

Si l'information comporte **n bits** émis pendant la **durée Δt** , le débit binaire est défini par la relation :

$$D = \frac{n}{\Delta t}$$

Le débit D s'exprime en bits par seconde (bit.s⁻¹ ou bps).

II. Stockage et lecture des données sur un disque optique

1. Disque gravé industriellement

Sur les CD ou DVD gravés industriellement, les données sont codées sous la forme d'une succession de creux (*pits*) et de plats (*lands*) disposés sur une spirale à partir du centre du disque.

Lorsque la lumière du laser arrive sur un **plat**, il se forme **des interférences constructives** entre les faisceaux réfléchis : **l'intensité de la lumière** reçue par le lecteur est alors **maximale**. Lorsque la lumière atteint un **creux**, une partie de la lumière est réfléchiée par le creux et une autre par la surface du disque. Il se forme des **interférences destructives** entre les faisceaux réfléchis : **l'intensité de la lumière** reçue par le capteur **diminue**. Et c'est La variation d'intensité lumineuse permet de décoder l'information numérique.

2. Disque gravé « à la maison »

Lors de l'écriture sur un disque acheté vierge, une couche de **colorant organique est brûlée** par le faisceau laser d'écriture ; graver un CD se dit d'ailleurs « to burn a CD » en anglais. La puissance du laser lors de l'écriture est plus importante que lors de la lecture.

A la lecture, les zones brûlées absorbent de la lumière ; au contraire, les zones non brûlées réfléchissent la lumière : la mesure des différentes intensités de lumières réfléchies permet de décoder l'information numérique.

3. Capacité de stockage

Allonger la piste permet d'augmenter la capacité de stockage. Sans modifier la taille du disque, cela revient à resserrer la spirale en **diminuant la largeur des creux et des plats**. Le faisceau laser (lecteur) doit donc être le plus étroit possible, afin de ne pas intercepter deux lignes.

Le diamètre d du faisceau laser dépend de la longueur d'onde de la radiation et de l'ouverture numérique (NA) qui dépend de l'émetteur laser.

Pour un spot circulaire, le diamètre d est donné par la relation :

$$d = 1,22 \times \frac{\lambda}{NA}$$

La diminution de la longueur d'onde de la radiation et l'augmentation de l'ouverture numérique de l'émetteur laser permettent de diminuer le diamètre du faisceau. Le phénomène de **diffraction** impose, pour une radiation de longueur d'onde donnée, un diamètre minimal au faisceau : la **capacité de stockage** des disques optiques est donc **limitée**.

La diminution de la longueur d'onde de la radiation du laser pour augmenter la capacité de stockage à la surface des disques optiques amènerait à l'utilisation de lasers ultraviolets ayant actuellement encore un coût élevé (**Blu-ray**).

