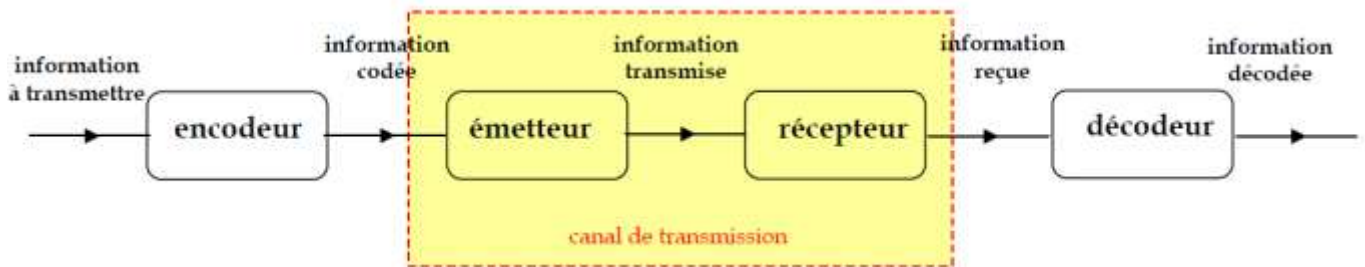


Chaîne de transmission d'information

Chaînes de transmission

La **chaîne de transmission** d'informations est l'ensemble des éléments permettant de transférer de l'information d'un lieu à un autre. On appelle **canal de transmission** le dispositif par lequel les informations sont transmises de l'émetteur au récepteur.



Suivant le milieu de transmission, les signaux sont de nature et/ou de fréquences différentes,

- dans l'atmosphère : son, ultrasons, ondes électromagnétiques
- dans les câbles électriques : signaux électriques
- dans les fibres « optiques » : onde électromagnétique (lumière visible, IR, etc.)

Procédés physiques de transmission d'informations

- 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.

Les ondes de haute fréquence sont généralement moins atténuées que celles à basse fréquence.

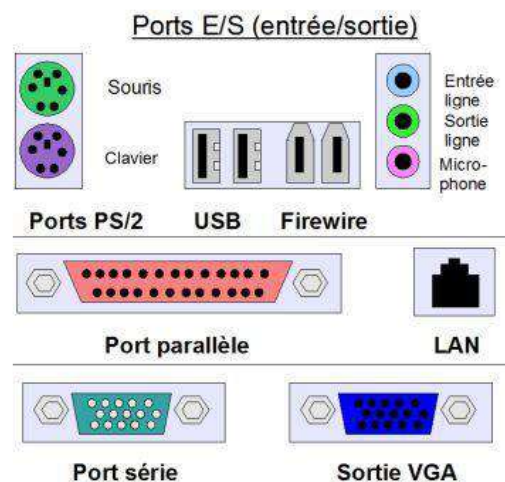
- La propagation guidée

o Transmission par câble électrique

La transmission par câbles est privilégiée pour de courtes distances car

- l'amortissement des signaux augmente avec la longueur du câble
- les champs électromagnétiques environnant les câbles déforment les signaux qui se propagent dans ces mêmes câbles.

La vitesse de propagation de l'information est de l'ordre de $2 \text{ à } 2,5 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

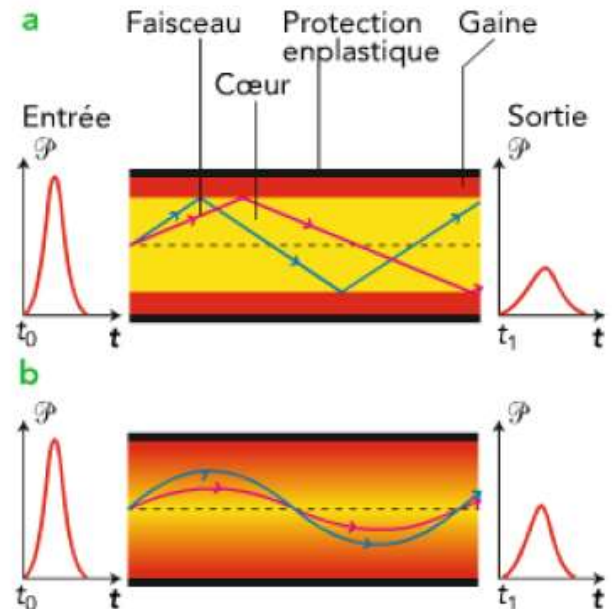


○ Transmission par fibre optique

Les informations sont transmises dans les fibres optiques sous forme d'ondes électromagnétiques (radiations) visibles ou proches du visible.

Les radiations se propagent à la vitesse de la lumière sur de très longues distances avec très peu d'atténuation ; elles sont insensibles aux perturbations électromagnétiques.

Une fibre optique se compose de trois parties : la protection en plastique, la gaine et le cœur. L'indice de réfraction du cœur est supérieur à celui de la gaine : le signal subit une réflexion totale à l'interface cœur / gaine.



▪ **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.

L'atténuation ou l'affaiblissement A d'un signal est lié au rapport où P_e est la puissance du signal à l'entrée, et P_s sa puissance à la sortie. En pratique, on utilise une échelle logarithmique pour le mesurer, l'atténuation A ,

$$A = 10 \cdot \text{Log} \frac{P_e}{P_s} \quad \text{exprimée en décibel (dB).}$$

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,

$$\alpha = \frac{A}{L} = \frac{10}{L} \cdot \text{Log} \frac{P_e}{P_s} \quad \text{exprimé en décibels par mètre (dB.m}^{-1}\text{).}$$

Pour les télécommunications à longue distance par fibre optique, le signal est une radiation de longueur d'onde égale à $1,55 \mu\text{m}$; le coefficient α est alors proche de $2 \times 10^{-4} \text{ dB.m}^{-1}$.

Un câble coaxial utilisé pour l'installation des antennes satellites peut avoir un coefficient d'atténuation α de l'ordre de $0,2 \text{ dB.m}^{-1}$.

Exemple :

Un canal de transmission a un coefficient d'atténuation de $7,9 \text{ dB.km}^{-1}$. La puissance mesurée à l'entrée est $P_e = 100 \text{ mW}$; le récepteur impose que la puissance de sortie ne soit pas inférieure à $P_s = 3,5 \mu\text{W}$. Quelle peut être la longueur maximale du canal ?

Réponse

L'atténuation maximale A de ce canal se calcule grâce à la relation $A = 10 \cdot \text{Log} \frac{P_e}{P_s}$

$$\text{soit } A = 10 \cdot \text{Log} \frac{100 \times 10^{-3}}{3,5 \times 10^{-6}} = 45 \text{ dB}$$

La relation $\alpha = \frac{A}{L}$ permet de connaître la longueur L correspondant à une atténuation de 45 dB,
L = A / α A.N. L = 5,7 km

▪ 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). Dans la chaîne de transmission, le débit est limité par la cadence avec laquelle les signaux sont émis par l'encodeur et lus par le décodeur.

Exemple : un fichier de 200 Mo est téléchargé sur Internet à 12,0 Mbit.s⁻¹. Comment déterminer la durée du téléchargement ?

Réponse

La taille du fichier est de 200 x 8 = 1,60x10³ Mbit : il faut donc 1,60x10³/12,0 = 133 secondes pour télécharger le fichier.

TRANSMISSION D'INFORMATION PAR FIBRE OPTIQUE

Les fibres optiques constituent un élément essentiel de la révolution des télécommunications : c'est par ce moyen que circulent plus de 80% des informations du trafic mondial longue distance.

Les documents nécessaires à la résolution sont regroupés en fin d'exercice.

1. Rappeler une propriété d'un faisceau laser en montrant que celle-ci justifie l'usage de ce type de rayonnement électromagnétique pour la transmission d'information par fibre optique.
2. En utilisant le document 3, choisir une longueur d'onde à privilégier pour une bonne transmission du signal.
3. Le débit disponible pour ce dispositif de transmission a une valeur moyenne de 100 Mbit.s⁻¹.
 - 3.1. Évaluer le temps de transfert d'un fichier de 50 Mo.
 - 3.2. On souhaite recevoir un film vidéo noir et blanc de 25 images par seconde. Ces images sont constituées de 600 x 450 pixels, le codage de l'image est de 24 bits par pixel. La transmission peut-elle être assurée dans de bonnes conditions ?
4. Un prestataire de service installe un réseau dans une petite ville. Il utilise de la fibre optique en silice. La longueur maximale de fibre qu'il doit utiliser pour desservir tous ses clients a pour valeur L = 10,0 km. La longueur d'onde du rayonnement émis par le laser utilisé est égale à 850 nm. On admet que le signal de sortie est exploitable tant que sa puissance P_{sortie} est supérieure à 1% de la puissance P_{entrée} du signal entrant.

À l'aide des documents fournis, dire en justifiant si tous les clients bénéficient de signaux satisfaisants sans amplification optique intermédiaire.

Document 1 : Quelques données :

- L'atténuation en décibel d'un signal de puissance P à travers une chaîne de transmission est :

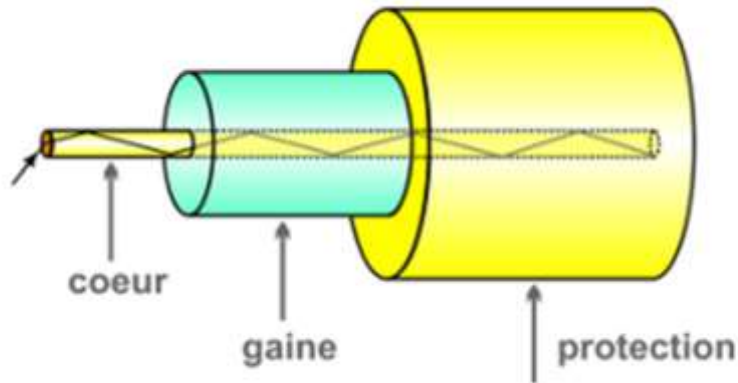
$$A_{dB} = 10 \log \left(\frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}} \right).$$

- Pour une fibre optique de longueur L , on définit le coefficient d'atténuation en dB/km par :

$$\alpha = \frac{A_{dB}}{L}.$$

- 1 Tbit (téraoctet) = 10^{12} bits
- 1 octet = 8 bits ; 1 Mo (mégaoctet) = 2^{20} octets.

Document 2 : Transmission de la lumière dans une fibre à saut d'indice.



Document 3 : Coefficient d'atténuation α (dB/km) des fibres en matériau de silice.

