

## Transmission de l'information

### Compétences

- Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations
- Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente

### Plan

#### 1- La chaîne de transmission de l'information

- 1.1- Exemple de chaîne de transmission
- 1.2- propagation libre et guidée

#### 2- Qualité de la transmission

- 2.1- Atténuation d'un signal
- 2.2- Le débit binaire D

#### 3- Les types de transmission

- 3.1- Transmission guidée par fibre optique
- 3.2- les différents types de fibre optique
- 3.3- Transmission guidée par câble
- 3.4- Transmission libre hertzienne

## 1- La chaîne de transmission de l'information

La chaîne de transmission de l'information correspond à l'ensemble des éléments permettant de transférer des informations d'un point à un autre. Cette chaîne contient:

- **un encodeur** qui code l'information à transmettre
- **un canal de transmission** composé d'un émetteur qui envoie l'information codée et d'un récepteur qui reçoit l'information
- **un décodeur** qui décode l'information.

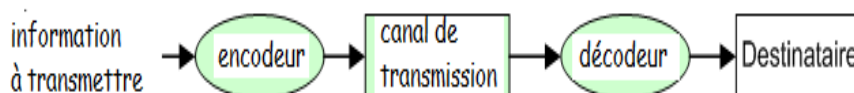
### 1.1- Exemple de chaîne de transmission

Prenons le cas du téléphone mobile (cellulaire)

- **l'information** à transmettre est la voix
- **l'encodeur** transforme les ondes sonores en signal analogique (tension électrique) par l'intermédiaire du microphone du téléphone. Le signal analogique est numérisé.

-**le canal de transmission** est composé de l'émetteur (antenne du téléphone émetteur) et du récepteur (antenne du téléphone récepteur). L'émetteur transforme le signal numérisé en ondes électromagnétiques qui sont envoyées vers des antennes-relais. Les OEM sont ensuite envoyées vers l'antenne du téléphone récepteur.

-**le décodeur** transforme les OEM en signal numérisé puis analogique qui est convertit en onde sonore.



chaîne de transmission de l'information

## 1.2- propagation libre et guidée

La propagation du signal peut se faire de 2 manières:

**1) propagation guidée:** les signaux utilisent une ligne de transmission entre l'émetteur et le récepteur.

**Les câbles électriques** sont utilisés pour transmettre des informations. Ce type de ligne est utilisé pour les courtes distances car l'amortissement du signal est important et les champs électromagnétiques déforment le signal transmis.

On utilise également des **fibres optiques**. Les informations sont transmises sous forme d'OEM visibles ou proche du visible.

**2) propagation libre:** les OEM (ondes hertziennes) peuvent se déplacer dans toutes les directions (cas des OEM émises puis reçues par une antenne). On les utilise, par exemple, dans la téléphonie mobile.

C'est pas sorcier : la télévision TNT

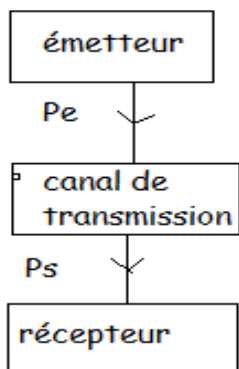
## 2- Qualité de la transmission

### 2.1- Atténuation d'un signal

Soit  $P_e$  la puissance du signal émis, et  $P_r$  la puissance du signal reçu.

Au cours de sa propagation, le signal émis perd de sa puissance et subit une décroissance exponentielle dépendant d'un coefficient caractéristique du milieu ( $k$ ), du signal émis et de la distance parcourue ( $d$ ).

Si bien que  $P_r = P_e \times e^{-kd}$ .



On définit l'atténuation  $A$ , en décibel, d'un signal dans un câble ou une fibre optique égale à :

$$A = 10 \cdot \log \frac{P_e}{P_s}$$

$P_e$ : puissance fournie par l'émetteur en watt (W)

$P_s$ : puissance reçue par le récepteur en watt (W)

$A$ : atténuation en décibel (dB)

Le coefficient  $\alpha$  d'atténuation linéique est égale au rapport de l'atténuation  $A$  sur la longueur du fil:

$$\alpha = \frac{A}{L}$$

$\alpha$  : coefficient d'atténuation linéique en décibel par mètre ( $\text{dB} \cdot \text{m}^{-1}$ )

$A$ : atténuation en décibel (dB)

$L$ : longueur du fil (m)

**Exemple:** fibre optique  $\alpha = 2 \times 10^{-4} \text{ dB} \cdot \text{m}^{-1}$ ; câble coaxial utilisé pour les antennes satellites  $\alpha = 0,2 \text{ dB} \cdot \text{m}^{-1}$ .

**Exercice :** un canal de transmission a un coefficient d'atténuation de  $\alpha = 8,0 \text{ dB.km}^{-1}$  ; la puissance mesurée en entrée est  $P_e = 100 \text{ mW}$  ; le récepteur pour fonctionner impose que la puissance de sortie  $P_s = 3,8 \text{ }\mu\text{W}$ . Quelle est la longueur  $L_{\text{max}}$  maximale de la ligne permettant de transmettre l'information.

## 2.2- Le débit binaire D

Le débit binaire caractérise la vitesse de transmission d'un signal. Plus le débit est important plus la transmission est rapide (important qu'on on télécharge des films ou de la musique).

Un débit binaire D est le nombre de bits N transférés par la durée  $\Delta t$  de la transmission, entre une source et son destinataire:

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

Unités: D ( $\text{bit.s}^{-1}$ ), N(bit);  $\Delta t$  (s)

**Exemple:** on télécharge (légalement) un CD contenant 640 Mo de données avec une transmission de débit  $D = 4,0 \text{ Mo.s}^{-1}$ . Quelle est la durée mise pour télécharger le CD?  $1 \text{ Mo} = 1 \times 10^6 \text{ octets}$ ,  $1 \text{ octet} = 8 \text{ bits}$ ;

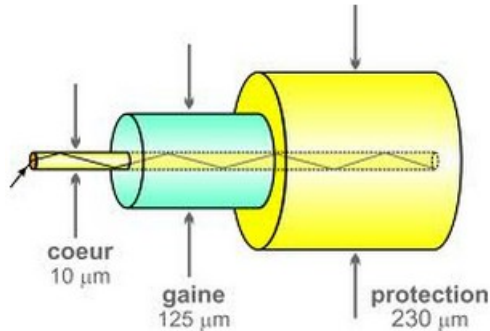
# 3- Les types de transmission

## 3.1- Transmission guidée par fibre optique

La fibre optique est composée de 3 parties:

- la protection en plastique
- la gaine
- le cœur

Exemple de taille des 3 parties (article wikipédia)



Intérêt:

- le rayonnement visible est **peu atténué** à l'intérieur du cœur de la fibre optique
- le rayonnement n'est pas altéré par le rayonnement électromagnétique.

Les rayonnements se réfléchissent en se propageant à l'intérieur de la fibre optique. Très peu de rayons s'échappent de la fibre.

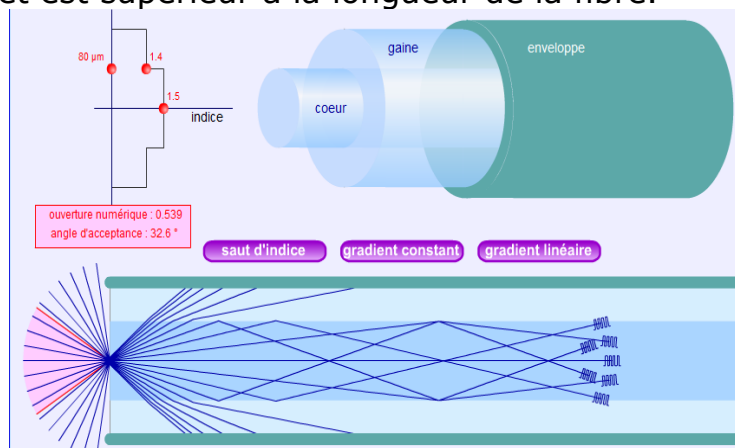
L'indice de réfraction du cœur est plus important que celui de la gaine.

Clique sur l'animation [propagation de la lumière dans la fibre optique \(université de Nantes\)](#). Quelles sont les 3 types de fibres?

## 3.2- les différents types de fibre optique

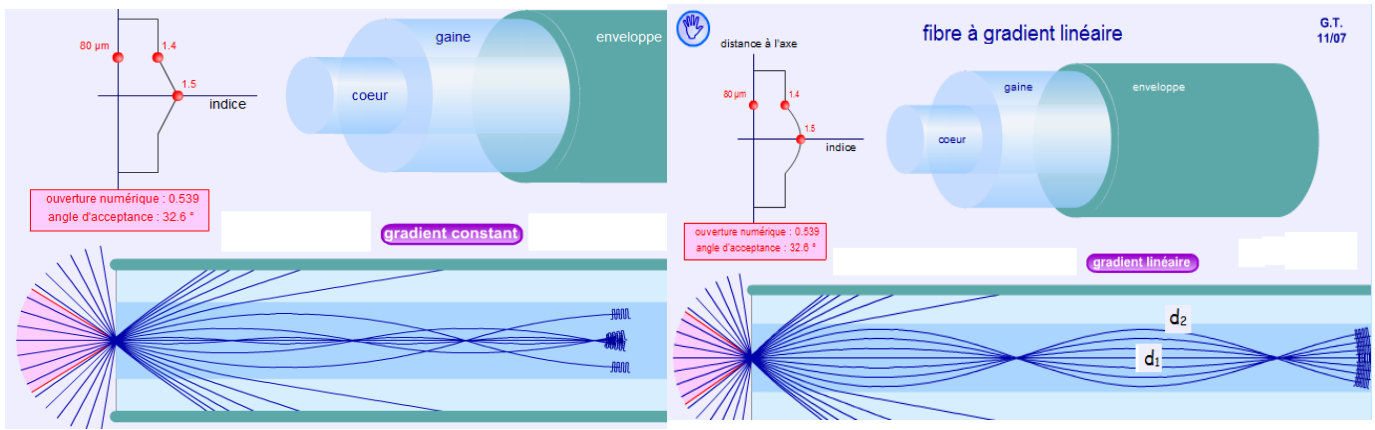
On distingue 3 types de fibre:

- **les fibres multimodales à saut d'indice**, les rayons subissent des réflexions successives, leur trajet est supérieur à la longueur de la fibre.



Des radiations émises simultanément peuvent avoir des durées de trajet différentes. Le signal de sortie est dégradé par rapport au signal d'entrée. On n'utilise plus ce type de fibre aujourd'hui.

- **les fibres multimodales à gradient d'indice constant ou linéaire**



L'indice de réfraction varie continument entre le cœur et l'extérieur. L'indice de réfraction  $n = c/v$  est de plus en plus faible au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'axe. La vitesse est donc plus grande qu'on on s'éloigne de l'axe alors que la distance parcourue est plus élevé.

$d_2 > d_1$  et on désire que  $t_2$  (durée mise par l'onde lumineuse la plus éloignée de l'axe du cœur pour se propager dans la fibre) soit égale à la durée  $t_1$  mise par l'onde lumineuse la plus proche de l'axe du cœur

$$v_2 = d_2/t_2 \text{ donc } t_2 = d_2/v_2 \text{ et } t_1 = d_1/v_1 ; t_2 = t_1 \text{ donc } d_2/v_2 = d_1/v_1$$

si  $d_2 > d_1$   $v_2$  doit être supérieur à  $d_1$  ; pour réaliser cette condition l'indice de réfraction  $n_2$  doit être de plus grand que  $n_1$  car

$$n_2 = c/v_2 < n_1 = c/v_1$$

Par conséquent ces 2 paramètres font que des rayons émis au même instant arrivent à peu près au même moment en sortie de la fibre.

**-les fibres monomodales,** (non représentées dans l'animation) transmettent un signal sur un seul mode, elles ne peuvent être utilisées qu'en ligne droite. Elles sont utilisées sur des longues distances (réseaux sous marins)

type de fibre	atténuation en dB.km <sup>-1</sup> pour $\lambda = 1550$ nm	débit maximal
monomode	0,2	10 Gbit.s <sup>-1</sup>
multimode à saut d'indice	4	50 Mbit.s <sup>-1</sup>
multimode à gradient d'indice	1	1 Gbit.s <sup>-1</sup>

### 3.3- Transmission guidée par câble

Un câble est constitué d'au moins 2 fils électriques réunis dans une enveloppe. La grandeur physique transportée est une tension ou un courant électrique. Il existe 2 types de câble:

- **le câble torsadé** utilisé pour les liaisons Ethernet, téléphoniques ... Ils sont sensibles au bruit et l'atténuation 'A' y est importante et le débit numérique est faible.

- **le câble coaxial**, utilisé pour relier une antenne satellite ou hertzienne à un téléviseur. Ils ne produisent pas de rayonnement électromagnétique et sont peu sensibles au bruit.

**Exemple:** un câble coaxial a un coefficient d'atténuation de  $0,17 \text{ dB.m}^{-1}$  à 100 MHz; son débit est de  $10 \text{ Mbit.s}^{-1}$ , sa portée est de 100 m.

### 3.4- Transmission libre hertzienne

Les ondes hertziennes sont des ondes électromagnétiques dont les longueurs d'onde sont comprises entre  $10^{-3} \text{ m}$  et  $10^4 \text{ m}$ . On les classe en 2 catégories, les micro-ondes et les ondes radio.

plage de longueur d'onde	micro-ondes	
$10^{-3} \text{ m} < \lambda < 10^{-2} \text{ m}$		communication par satellites
$10^{-2} \text{ m} < \lambda < 10^{-1} \text{ m}$		radar
$10^{-1} \text{ m} < \lambda < 10^0 \text{ m}$		télévision, téléphones portables Wifi
$10^0 \text{ m} < \lambda < 10^1 \text{ m}$	ondes radio	radio FM
$10^1 \text{ m} < \lambda < 10^2 \text{ m}$		radio ondes courtes
$10^2 \text{ m} < \lambda < 10^3 \text{ m}$		radio ondes moyennes
$10^3 \text{ m} < \lambda < 10^4 \text{ m}$		radio grandes ondes

La transmission hertzienne est une transmission libre entre une antenne émettrice d'OEM et une antenne réceptrice.

**Intérêt:** Les ondes hertziennes peuvent être reçues par des récepteurs mobiles