Chapitre I

Systèmes de transmission numériques

Sommaire

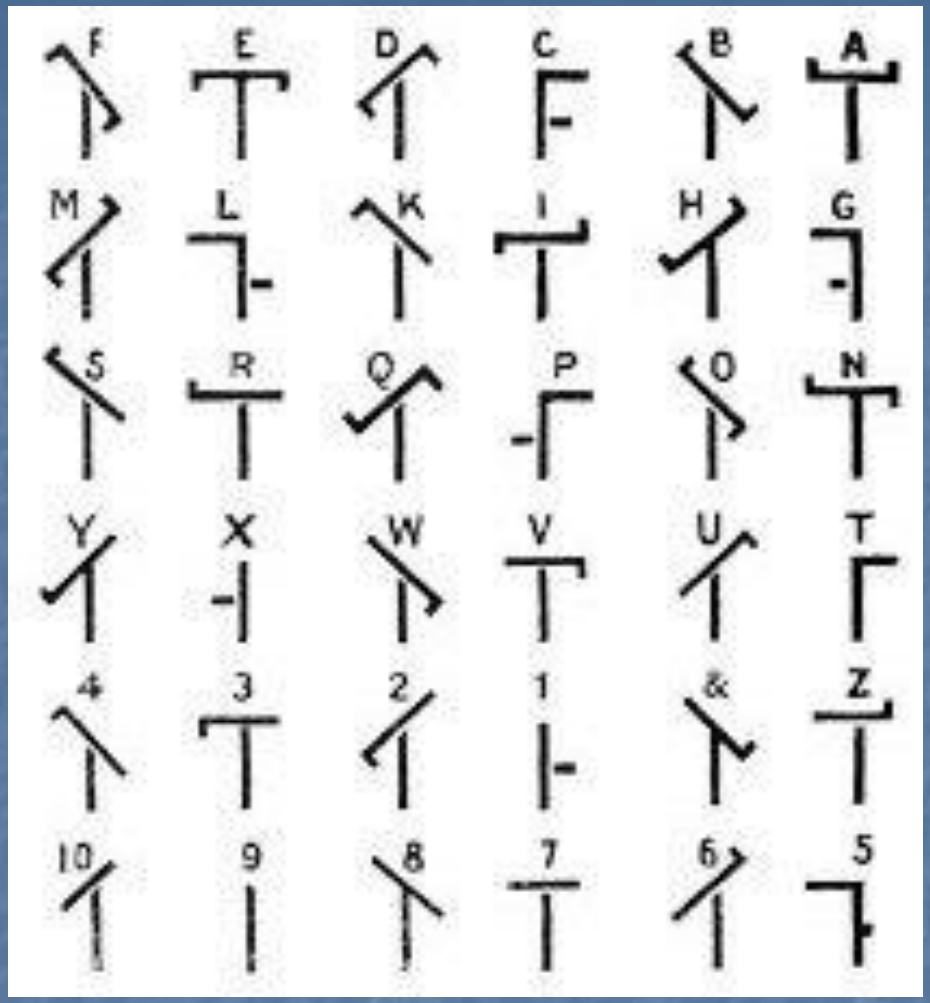
1. Introduction et Historique
2. Organisme de Normalisation
3. Système de Transmission Numérique
4. Principe d'une Liaison de Donnée
5. Support de Transmission

Définition historique de la télécommunication :

La télécommunication est le traitement et la transmission de données à distance via un système électronique et informatique.

Télégraphe optique de Claude Chappe : 1793




F E D C B A
M L K I H G
S R Q P O N
Y X W V U T
4 3 2 1 & Z
10 9 8 7 6 5

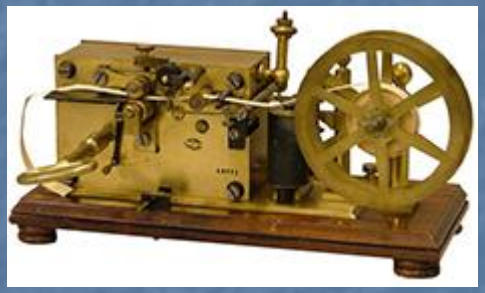
1. Introduction et Historique

En 1844 (le télégraphe): Samuel Morse artiste et inventeur américain teste une ligne entre Washington et Baltimore avec un code de traits et de points qui porte son nom.

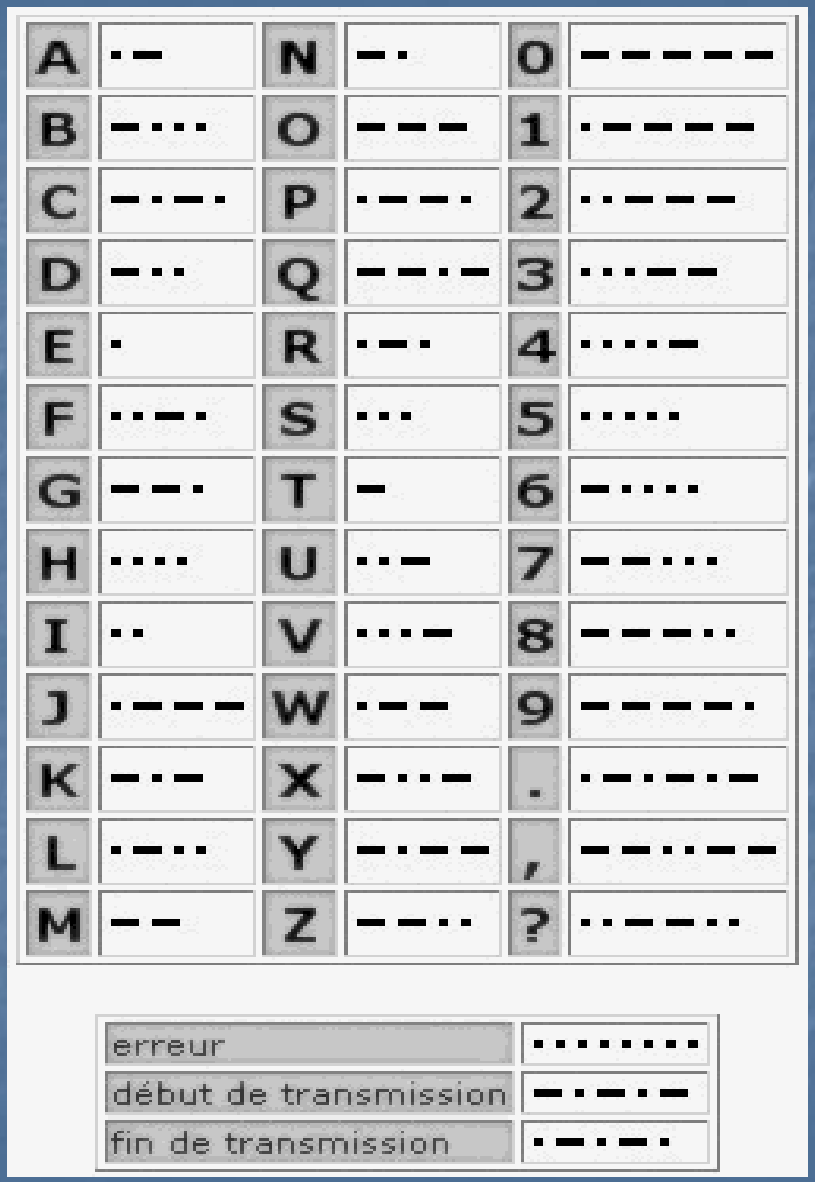
- Émetteur



Récepteur



Code de Morse



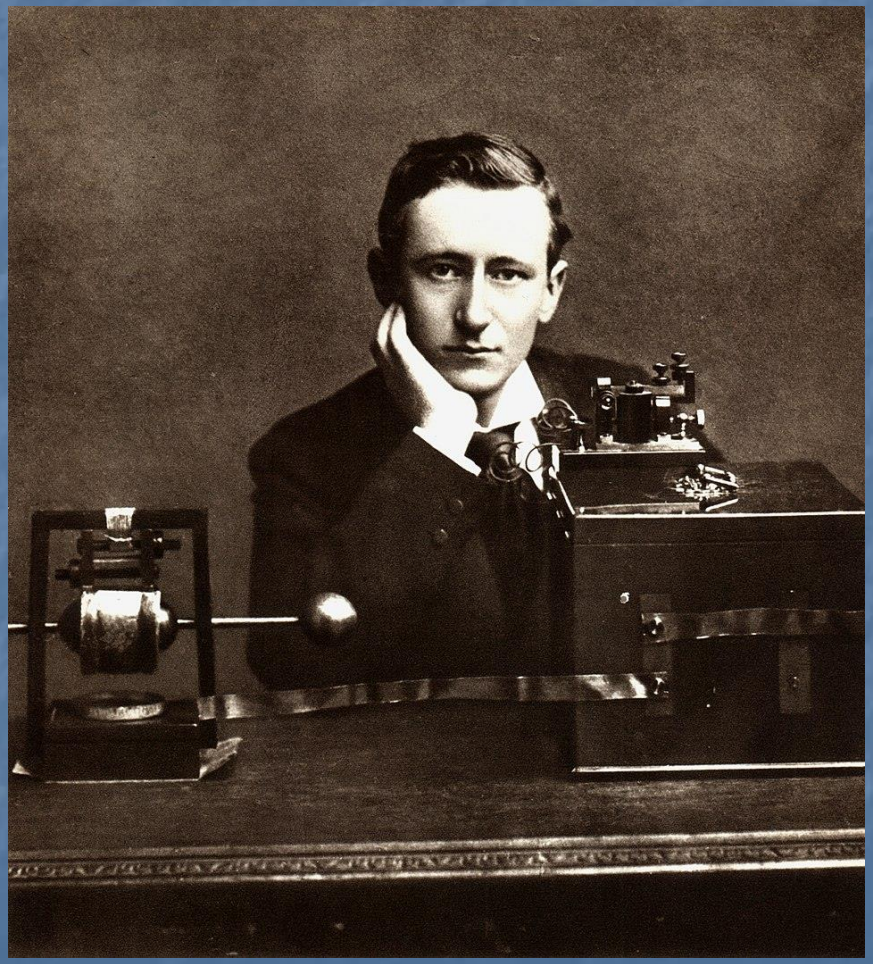
A	·−	N	−·	0	−−−−−
B	−···	O	−−−	1	·−−−−
C	−·−·	P	·−−·	2	··−−−
D	−··	Q	−−·−	3	···−−
E	·	R	·−·	4	····−
F	··−·	S	···	5	·····
G	−−·	T	−	6	−····
H	····	U	··−	7	−−···
I	··	V	···−	8	−−−··
J	·−−−	W	·−−	9	−−−−·
K	−·−	X	−··−	.	·−·−·−
L	·−··	Y	−·−−	,	−−·−−−
M	−−	Z	−−··	?	··−−··

erreur	·····
début de transmission	−·−·−
fin de transmission	·−·−·

- **1876 (le téléphone) : Alexander Graham Bell (Boston) fait breveter un appareil qui reproduit la voix humaine, ce dernier résolu le problème de la transmission de la voix en changeant complètement le principe : au lieu d'utiliser des courants intermittents, Bell découvrit une manière de produire un courant électrique qui variait continûment avec les variations de la voix humaine et d'autres sons.**



1899 : Marconi réalisa une première liaison télégraphique par Ondes hertiziennes



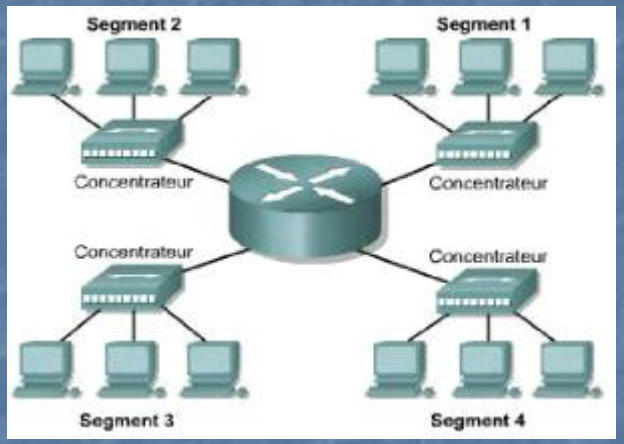
- **1930 et 1940 : plusieurs procédés furent développés pour permettre la transmission de signaux télétype par l'intermédiaire de système radio employant les ondes courtes.**
- **1970 apparition des premiers ordinateurs personnels avec une taille moyenne grande. Ces ordinateurs ont d'abord été utilisés en tant que machines autonomes.**



- **En 1980 : apparition du fax, ou télécopieur, et les télétypes radio qui ont été supplanté par les liaisons par satellite .**



- **Les années 80 : Informatique personnelle et mise en œuvre des réseaux locaux**



Les années 90 : Applications de l'INTERNET… Mobiles
À partir du 2000 -2015 les nouvelles systèmes à base de la fibre et 4 G & 5G
À partir du 2015 de nouvelles approches l'électronique quantique



2. Organisme de Normalisation

Définition : La normalisation est nécessaire dans tout processus de fabrication à caractère répétitif. Elle fixe un cadre réglementaire indispensable à l'industrie, à la sécurité de la fabrication, aux utilisateurs ainsi qu'à la chaîne économique du produit.

Principaux organismes

✓ **L'ISO (date de 1947, 1, rue de Varembé Case postale 56CH-1211 Genève 20): pour International Standard Organization en anglais, et Organisme de Normalisation International en français, se situe à un niveau international et s'occupe de normalisation dans à peu près tous les domaines.**



✓ **UIT (date de 1932, Place des Nations CH-1211 Genève): Union Internationale des Télécommunication anciennement CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique)**



✓**L'ANSI (American National Standard Institute) est l'institut américaine (USA) de normalisation, et possède un rôle semblable à celui de l'ISO, mais au niveau national**

✓ **Il existe l'équivalent de l'ANSI en France, c'est l'AFNOR (Association Française de Normalisation). De même, en Allemagne on trouve DIN (Deutsches Institut Für Normung) bien connu pour sa normalisation des connecteurs (prises DIN), et en Angleterre le BSI (British Standards Institute).**

✓**IEEE (Istitute of Electrical and Electronics Engineers), c'est–à-dire l'Institut des ingénieurs en Électricité et Électronique, est une entité américaine qui gère différents projets de recherche, avec cependant une vocation internationale.**

✓**IETF / IRTF (Internet Engineering/Research Task Force)**

Systèmes de communication

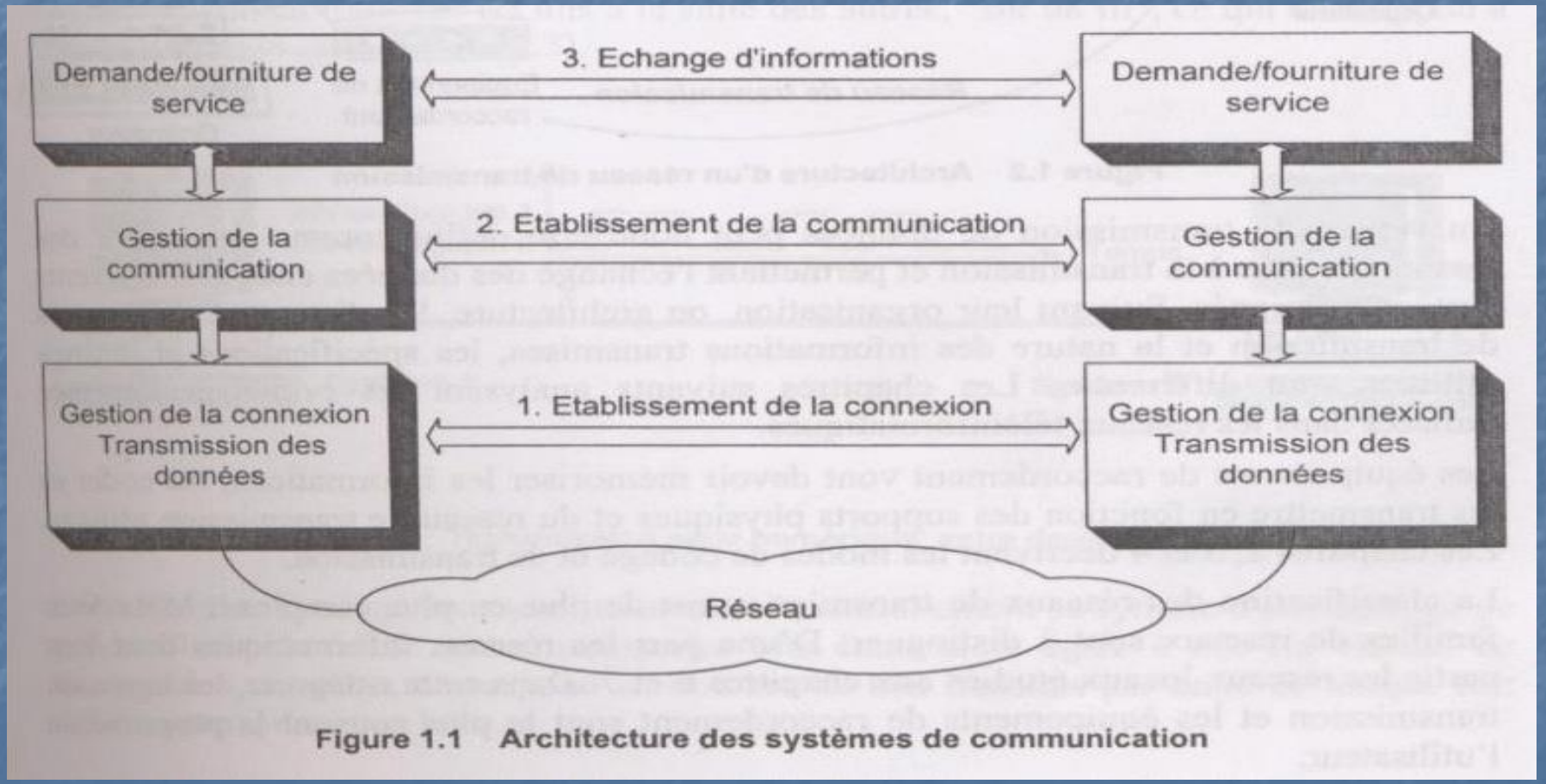


Figure 1.1 Architecture des systèmes de communication

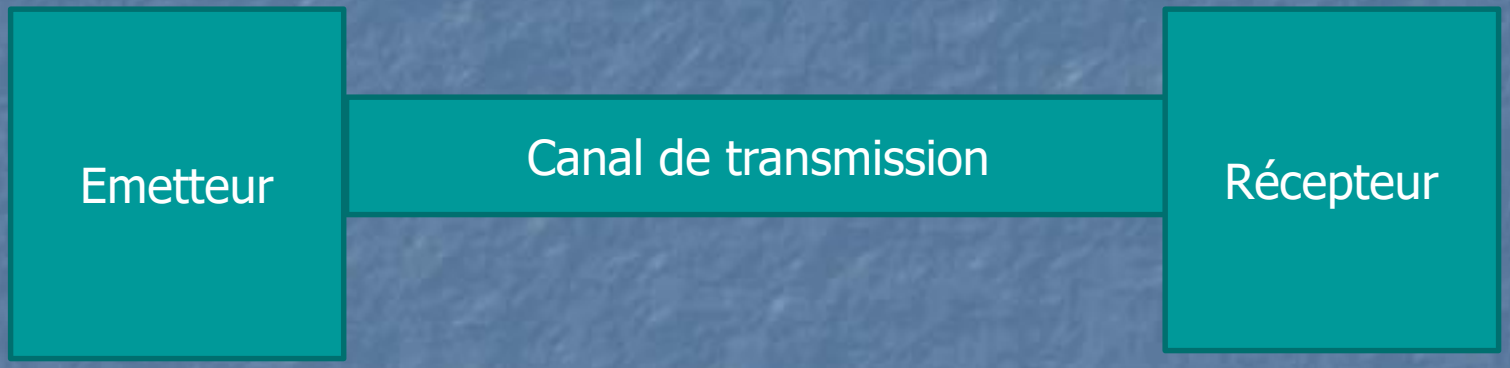
Il existe deux types de modèles de réseau de base :
Les modèles de protocole (Le modèle TCP/IP)
Les modèles de référence :Le modèle OSI (Open Systems Interconnection)

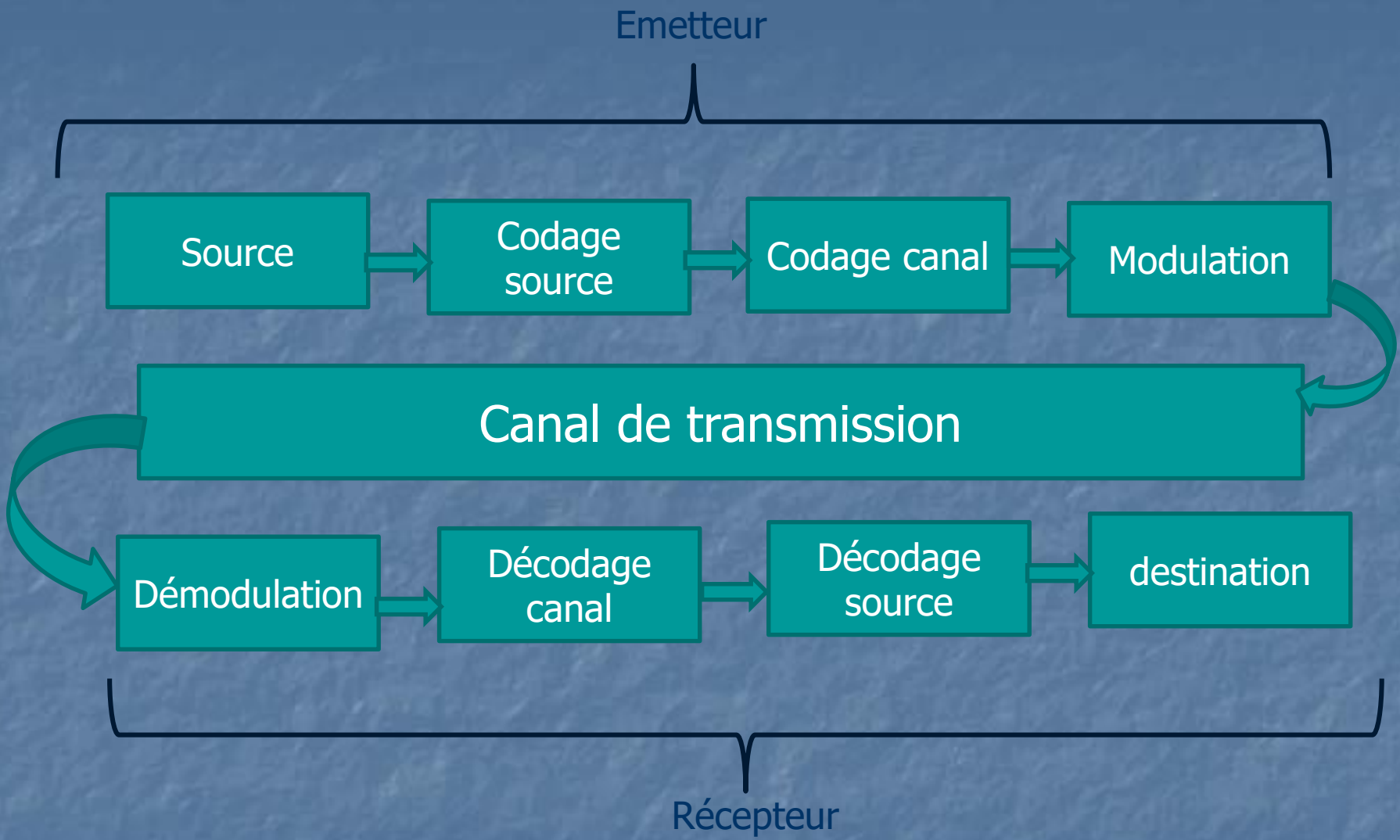


3-Système de Transmission Numérique

Une liaison de transmission numérique véhiculent de l'information entre une source et un destinataire en utilisant un support physique comme le câble, la fibre optique le faisceau hertzien.

Les signaux transportés peuvent être d'origine numérique, comme dans les réseaux de données, ou d'origine analogique (voix, image...) mais convertis en une forme numérique. La tâche du système de transmission est d'acheminer l'information de la source vers le destinataire avec le plus de fiabilité possible.


Emetteur
Canal de transmission
Récepteur



Liaison de transmission numérique

4- Principe d'une Liaison de Donnée

On appelle ETTD (Equipement Terminal de Traitement de Données) comme par exemple les ordinateurs, les terminaux ou tout autres sources (Emetteur) de données numériques.

les ETTD communiquent entre eux au travers d'un circuit de données qui se compose d'Equipements de terminaison de Circuit de Données (ou ETCD). les exemples des ETCD sont les modems et les lignes spécialisées. L'ensemble des fonctions nécessaires à la gestion du circuit de données par chaque ETTD constitue la couche physique de l'ETTD. Cette gestion s'effectue au travers des jonctions ou interfaces ETTD/ETCD.

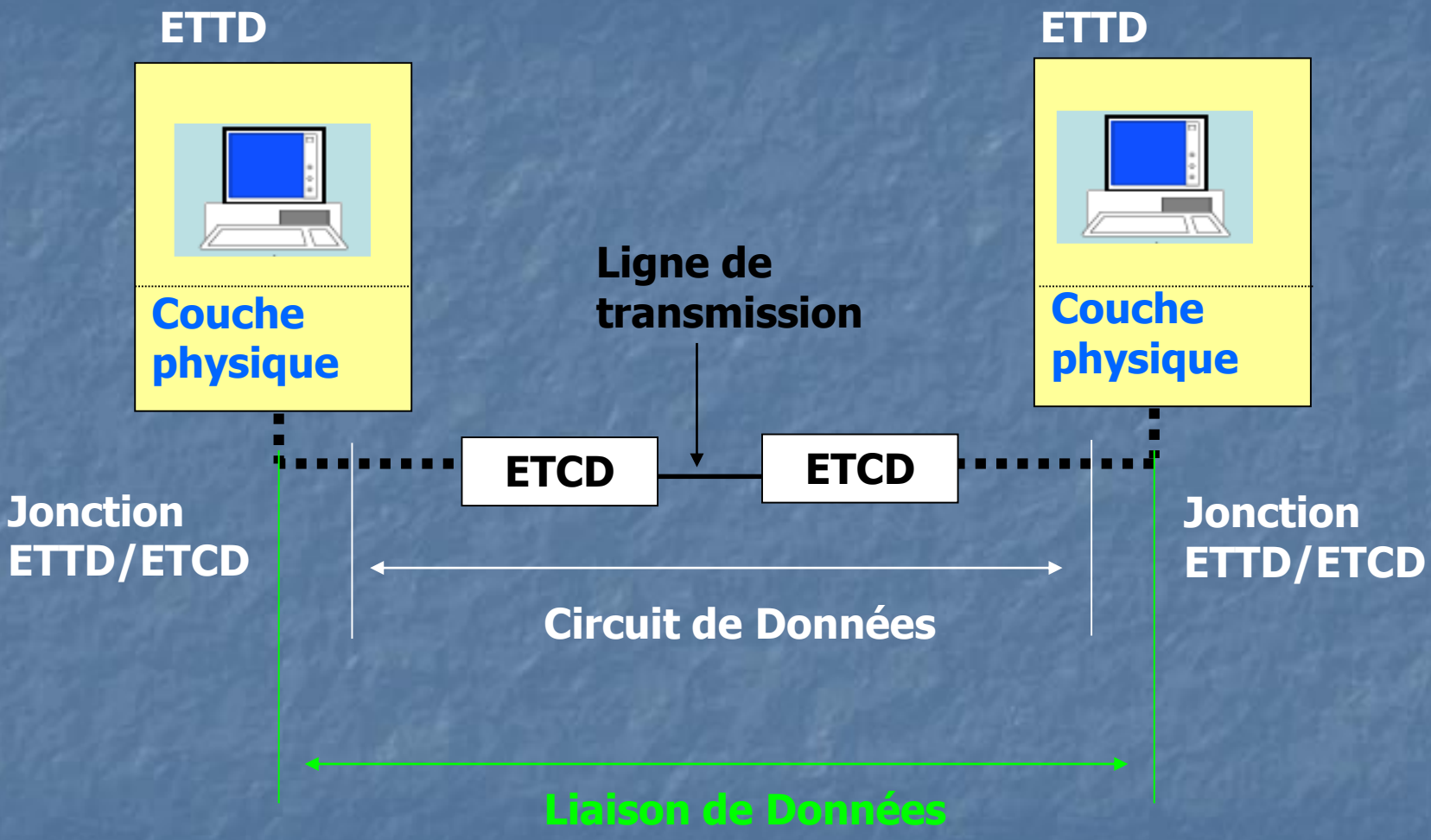
Un ETCD est caractérisé par son débit (nombre de bits/secondes), le mode de transmission (synchrone ou asynchrone), le type de ligne de transmission , le mode d'exploitation du circuit (simplex, duplex…etc), le procédé de codage, la rapidité de modulation (en bauds) et le type d'interface avec l'ETTD.

Vocabulaire

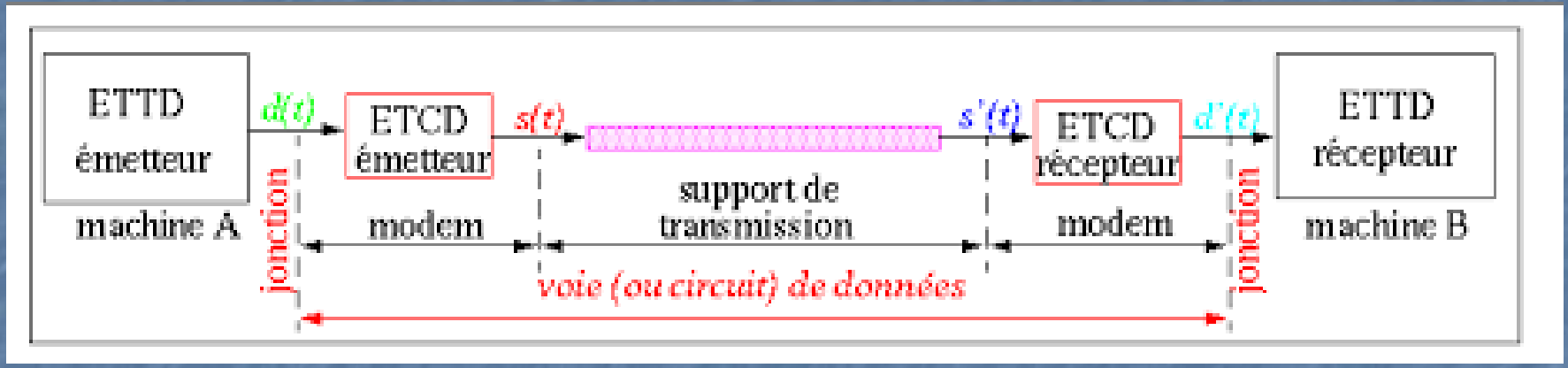
ETTD: Équipement Terminal de Traitement de Données, appelés aussi DTE (Data Terminal Equipement)

ETCD: Équipement Terminal de Circuit de Données, ou DCE (Data Communication Equipement)

4-Principe d'une Liaison de Donnée



Constituant de base d'une liaison de données


ETTD
émetteur
machine A
d(t)
ETCD
émetteur
s(t)
s'(t)
ETCD
récepteur
d'(t)
ETTD
récepteur
machine B
jonction
modem
support de
transmission
modem
jonction
voie (ou circuit) de données

4-Principe d'une Liaison de Donnée

Si nous voulons utiliser deux ETTD (exemple deux ordinateurs, liaison en bande de base) respectivement comme un émetteur et un récepteur afin d'assurer un système de transmission de données. Ainsi, ces deux ETTD doivent être relié entre eux par un canal.



Le canal n'est entre qu'un support (conducteurs électriques, fibres optiques, espace hertizien ...etc) ou l'information sous divers formes (électrique, lumineuse, électromagnétique ....etc) pourra se transmettre entre l'émetteur et le récepteur.

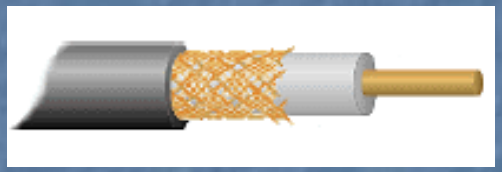
5. Support de Transmission

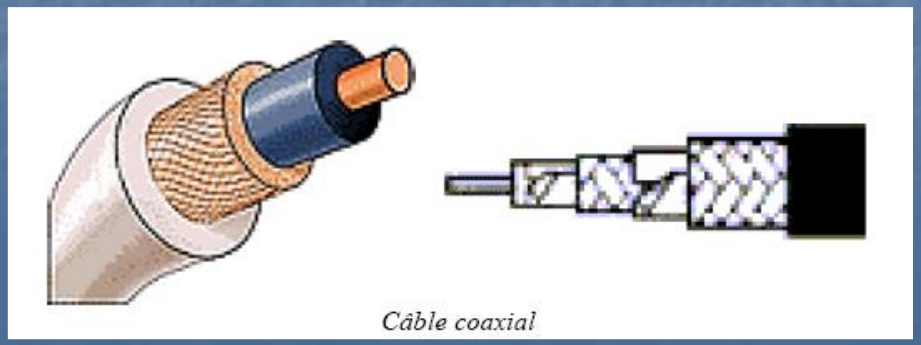
Les supports de transmission peuvent être matériels (fils, câbles, ...) ou immatériels (ondes).

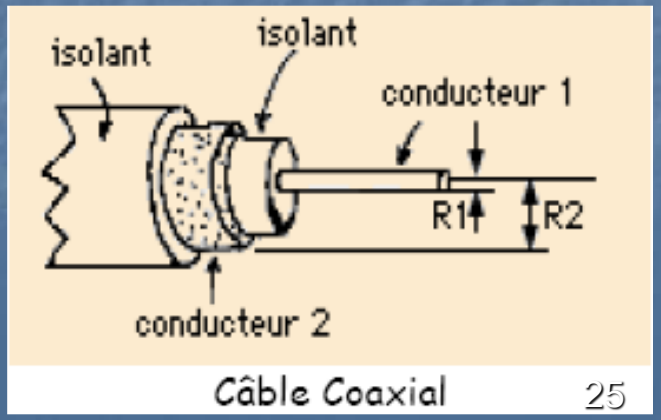
I. Câble Coaxial

Câble utilisé en réseau et en télévision

- **– Constitué d'un coeur (fil de cuivre), dans une gaine isolante entourée par une tresse de cuivre, le tout est recouvert d'une gaine isolante.**
- **– Certains coaxiaux peuvent atteindre un débit maximal de 150 Mhz**



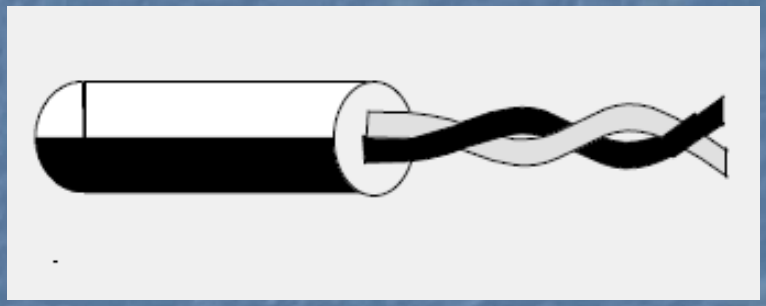




5. Support de Transmission

II. La paire torsadée

Une ligne de transmission est constituée de 2 fils au minimum ce qu'on appelle une "paire". Les paires métalliques sont généralement constituées de cuivre, Les deux fils de la paire sont torsadés l'un sur l'autre afin de présenter une meilleure immunité aux perturbations électromagnétiques intérieures (la diaphonie).





Paire torsadé



5. Support de Transmission

- **Câble téléphonique constitué de deux fils de cuivre isolés et enroulés l'un sur l'autre.**

– Très répandue
– Connexion facile
– Faible coût
– Faible immunité aux bruits.

- Paire torsadée non blindée (UTP Unshielded Twisted pair en anglais): dénomination officielle (U/UTP); elle n'est pas entourée d'un blindage protecteur. Ce type de câble est souvent utilisé pour le téléphone et les réseaux informatiques domestiques.

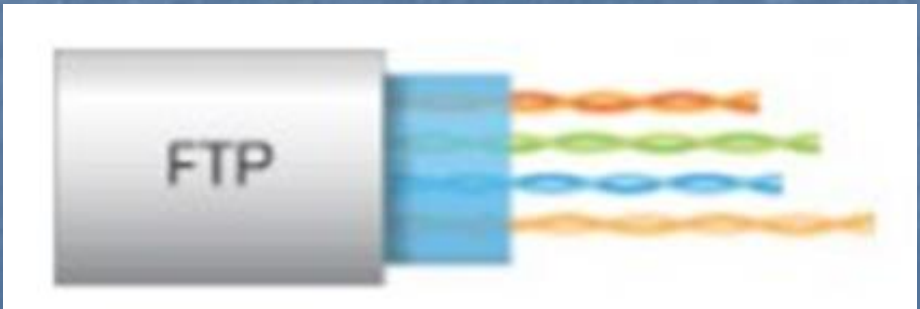


Paire torsadée blindée (STP **shielded Twisted pair** en anglais): dénomination officielle U/FTP. Chaque paire torsadée est entourée d'une couche conductrice de blindage, ce qui permet une meilleure protection contre les interférences. Elle est fréquemment utilisée dans les réseaux token ring.



- Paire torsadée écrantée: officiellement connu sous la dénomination F/UTP. L'ensemble des paires torsadées ont un blindage commun assuré par une feuille d'aluminium, elle est placée entre la gaine extérieure et les quatre paires torsadées. On en fait usage pour le téléphone et les réseaux informatiques.

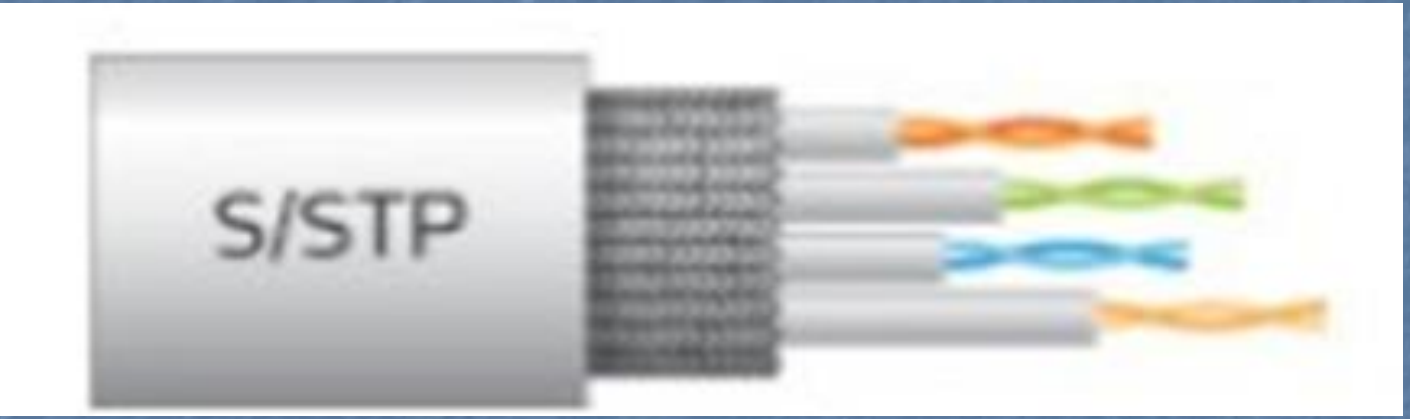
-

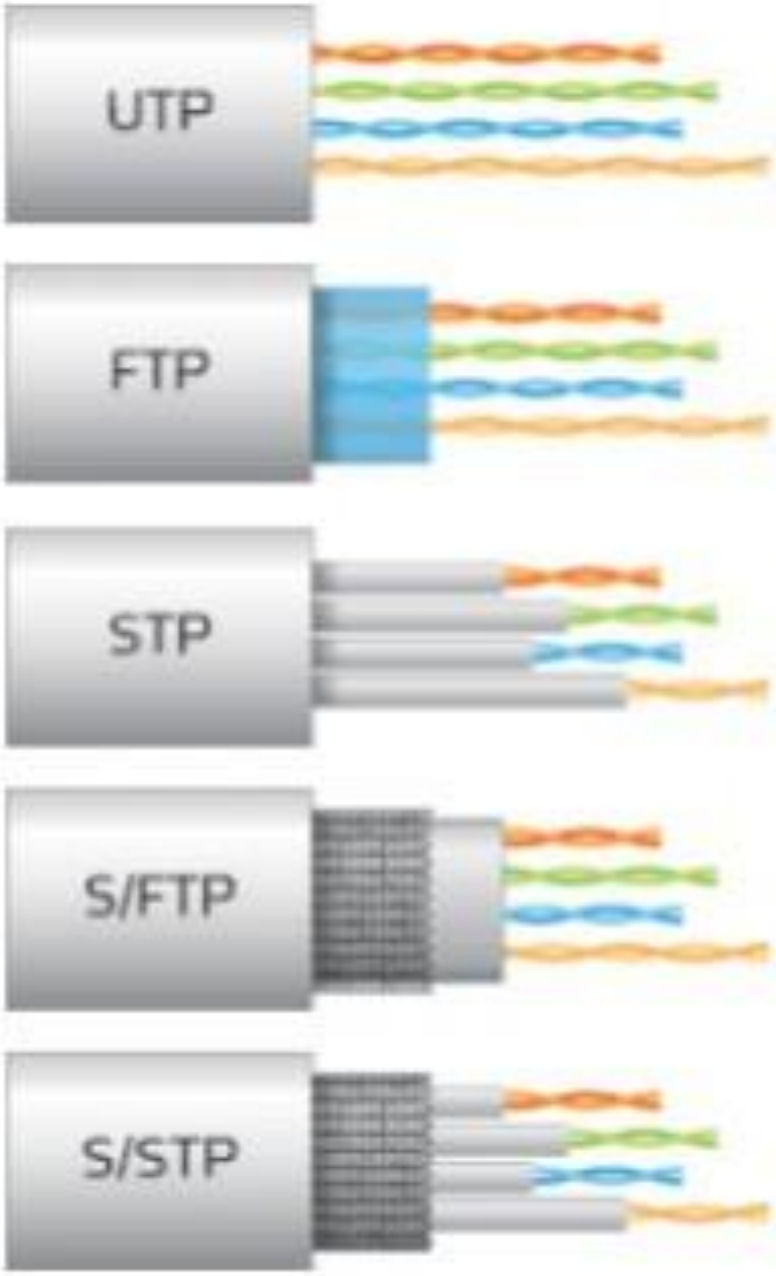


- Paire torsadée écrantée et blindée. Ce câble est doté d'un double écran commun à toutes les paires.



- Paire torsadée super blindée. C'est un câble STP doté en plus d'un écran commun entre la gaine extérieur et les quatre paires.

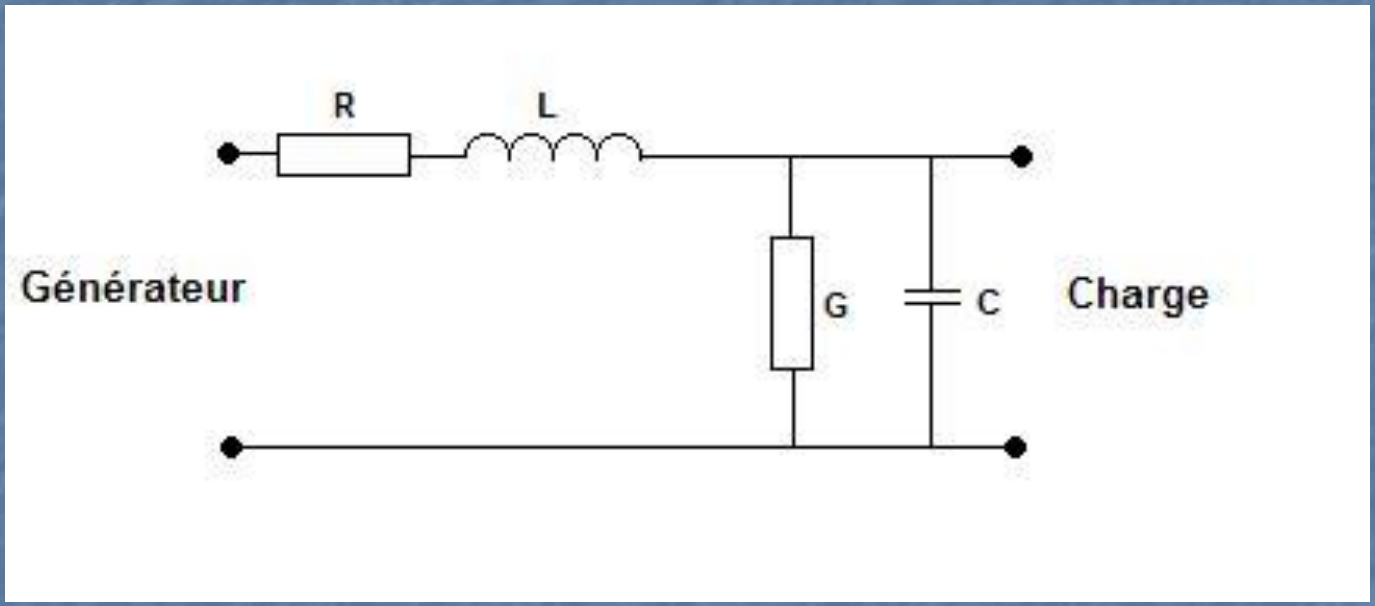



UTP
FTP
STP
S/FTP
S/STP

- Catégorie 1 : câblage abonné, destinée aux communications téléphoniques ; elle n'est plus d'actualité.
- Catégorie 2 : câblage abonné, offrant une transmission des données à 4 Mbit/s avec une bande passante de 2Mhz ; utilisé pour les réseaux token ring.
- Catégorie 3 : offre une bande passante de 16Mhz, elle est reconnue sous la norme ANSI/TIA/EIA-568B. utilisée pour la téléphonie analogique que numérique et aussi pour les réseaux Fast Ethernet (100Mbps), il est aujourd'hui à l'abandon au bénéfice de la catégorie 5e.
- Catégorie 4 : permettant une bande passante de 20 Mhz, elle fut utilisée dans les réseaux token ring à 16 Mbps.

- Catégorie 5 : permettant une bande passante de 100Mhz et un débit allant jusqu'à 100 Mbps.
- Catégorie 5e : elle peut permettre un débit allant jusqu'à 1000 Mbps avec une bande passante de 100Mhz, apparue dans la norme TIA/EIA-568B.
- Catégorie 6 : permettant une bande passante de 250 Mhz et plus.
- Catégorie 6a : une extension de la catégorie 6 avec une bande passante de 500Mhz, permettent le fonctionnement du 10 GBASE-T sur 90mètres.
- Catégorie 7 : elle offre une bande passante de 600MHz.
- Catégorie 7a : elle offre une bande passante de 1Ghz, avec un débit allant jusqu'à 10 Gbps.

Modélisation d'un tronçon de ligne par un **quadripôle** (***R, L, G, C***).

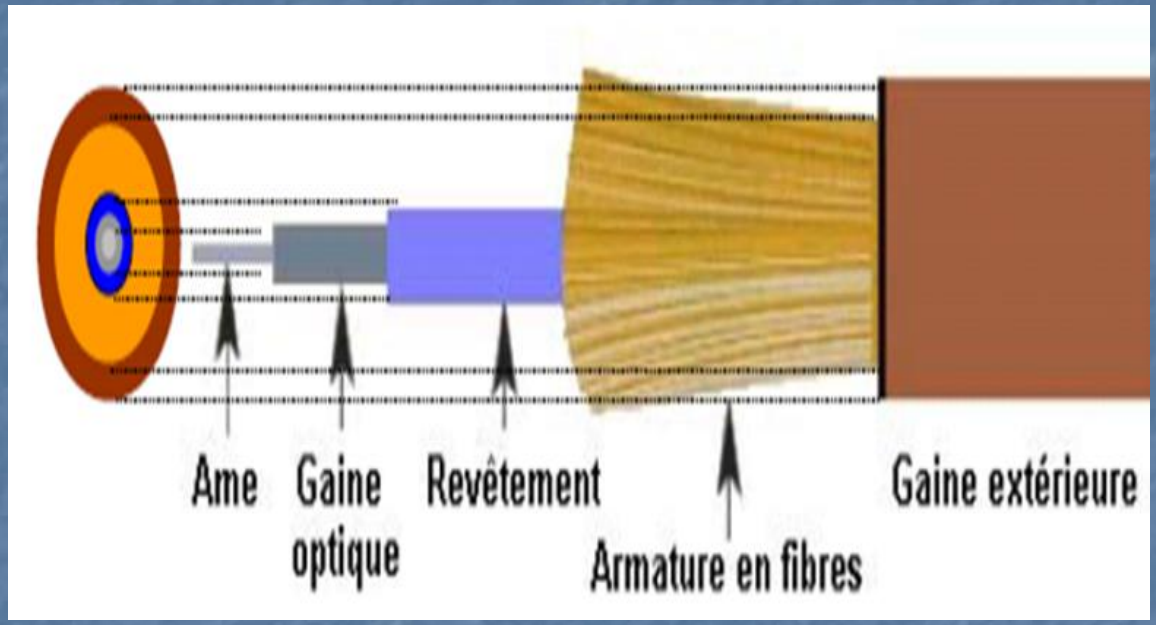


5. Support de Transmission

Fibre optique : un coeur et une gaine en silice recouvert d'un isolant.

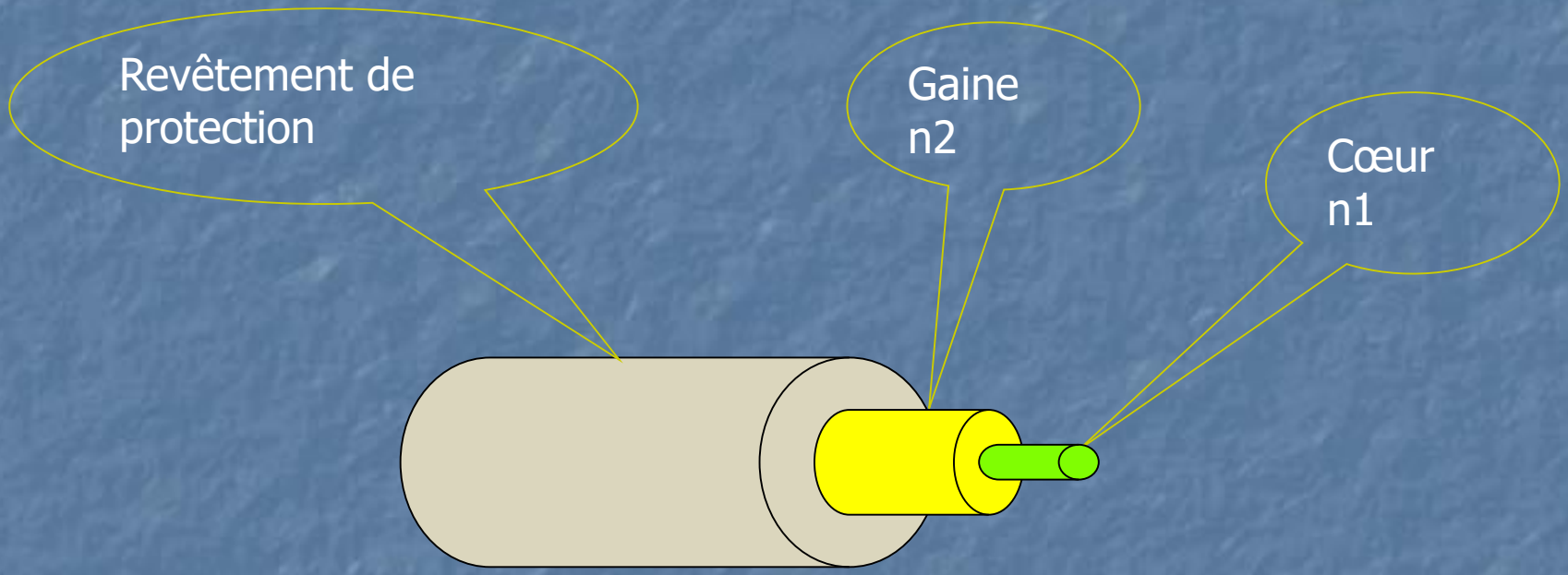
Les rayons lumineux sont guidés par le fil de verre en suivant un principe de réflexion interne.

- Débit de plusieurs Gbit/s sur de très longues distances.
- Immunité aux interférences électromagnétiques et sa plus grande difficulté d'écoute, contrairement aux supports électriques.
- Bande passante très large (plusieurs MHz).



fibre optique

constitution de la fibre optique



n1 > n2

structure d'une fibre optique

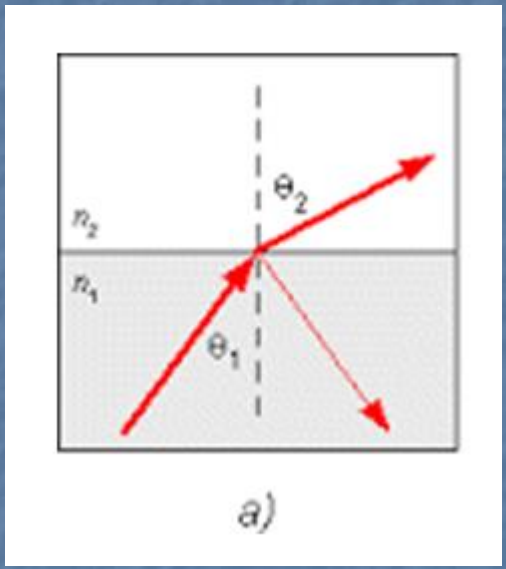
Indice de réfraction d’un milieu

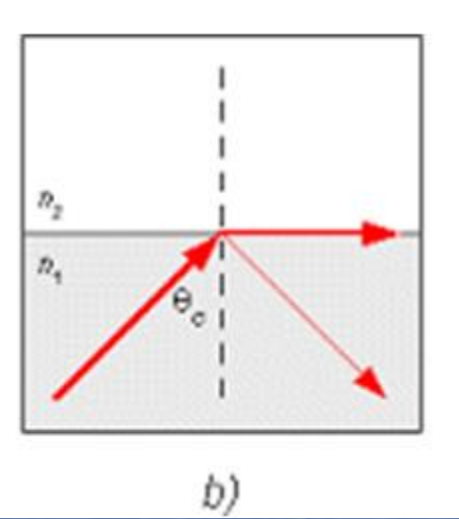
Il est obtenu par le rapport entre la célérité de la lumière dans le vide et la vitesse à laquelle elle se propage dans le milieu considéré :

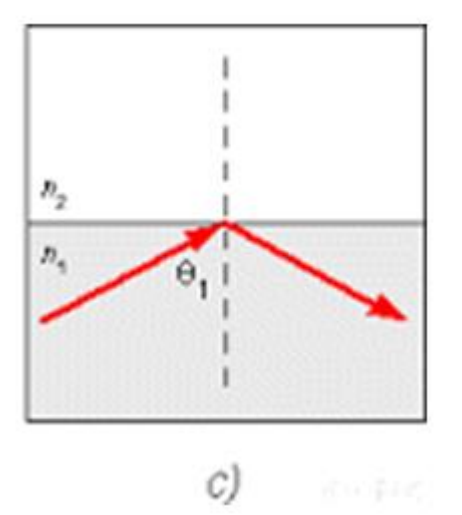
$n=c/v$

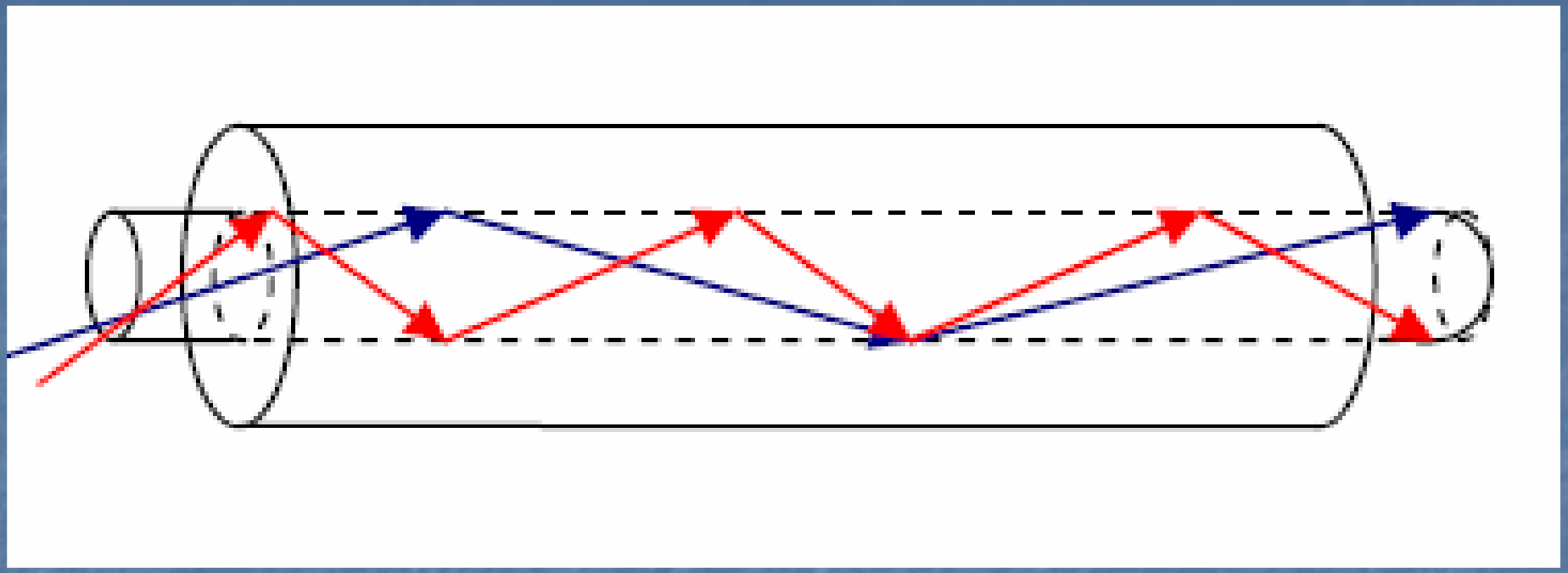
Principe de guidage de la lumière dans la fibre optique

$n1.\sin(\theta 1) = n2.\sin(\theta 2)$ loi de Snell Descartes

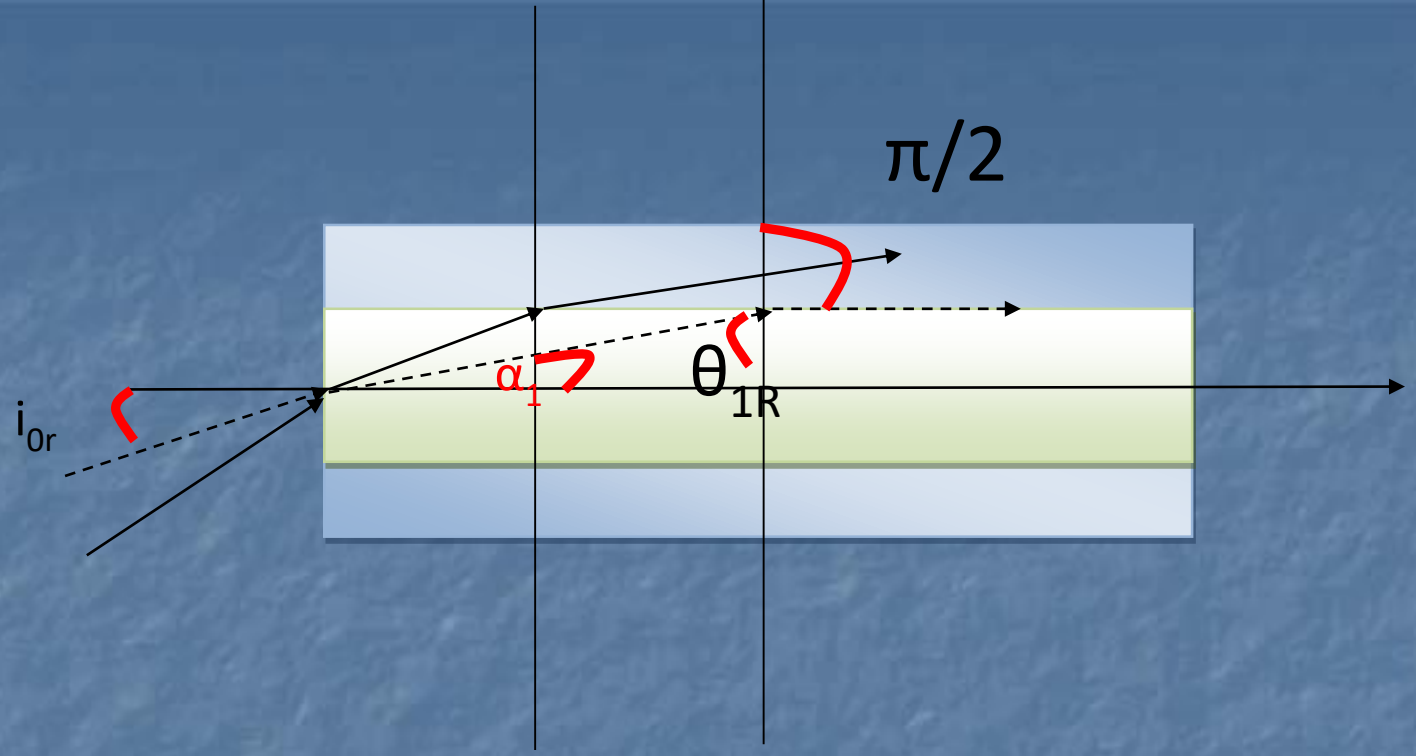








Uniquement les rayons issues sous un angle θ_0 à l'entrée de la fibre (ouverture numérique)seront guidés dans la fibre, Les autres seront perdus



à $\theta_1 = \theta_{1R}$, $n_1 \sin\theta_{1R} = n_2 . \sin \pi/2 = n_2$, donc :

$\sin\theta_{1R} = n_2/n_1$

D'autre part on a: $n_0 \sin i_{0R} = n_1 . \sin \alpha_1$

Sachant que : $\alpha_1 + \theta_{1R} = \pi/2$

Alors on aura $\text{Sin} i_{0R} = n_1 . \cos \theta_1$

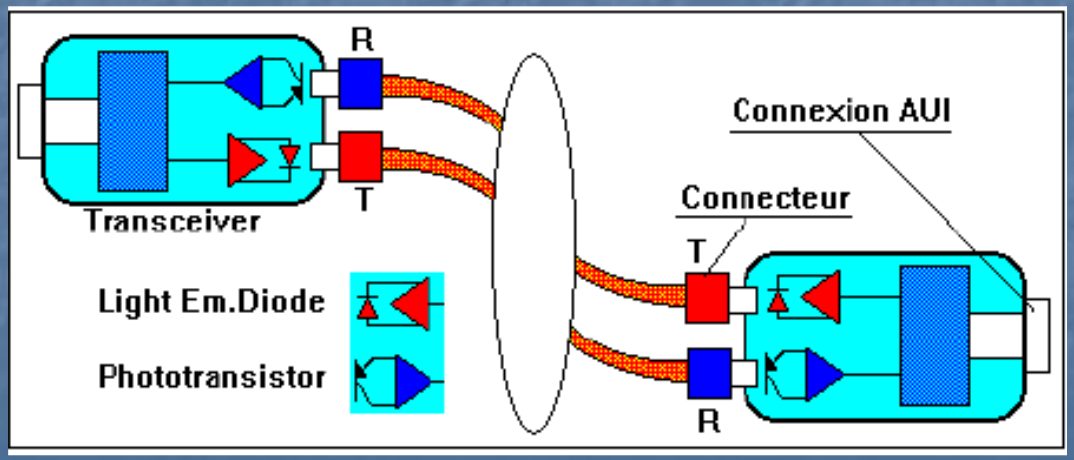
L’ouverture numérique (ON):

$$ON = \sin i_{0R} = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

5. Support de Transmission

III. Câble à fibre optique

Le câble à fibre optique est utilisé pour transporter des signaux de données numériques, sous forme d'impulsions lumineuses. Le signal numérique est transformé en un signal lumineux via une diode laser au niveau de l'émetteur. à la sortie de la fibre , une photodiode convertit le signal lumineux en un signal électrique. Ce type de système est caractérisé par un débit élevé et une meilleure sécurité





5. Support de Transmission

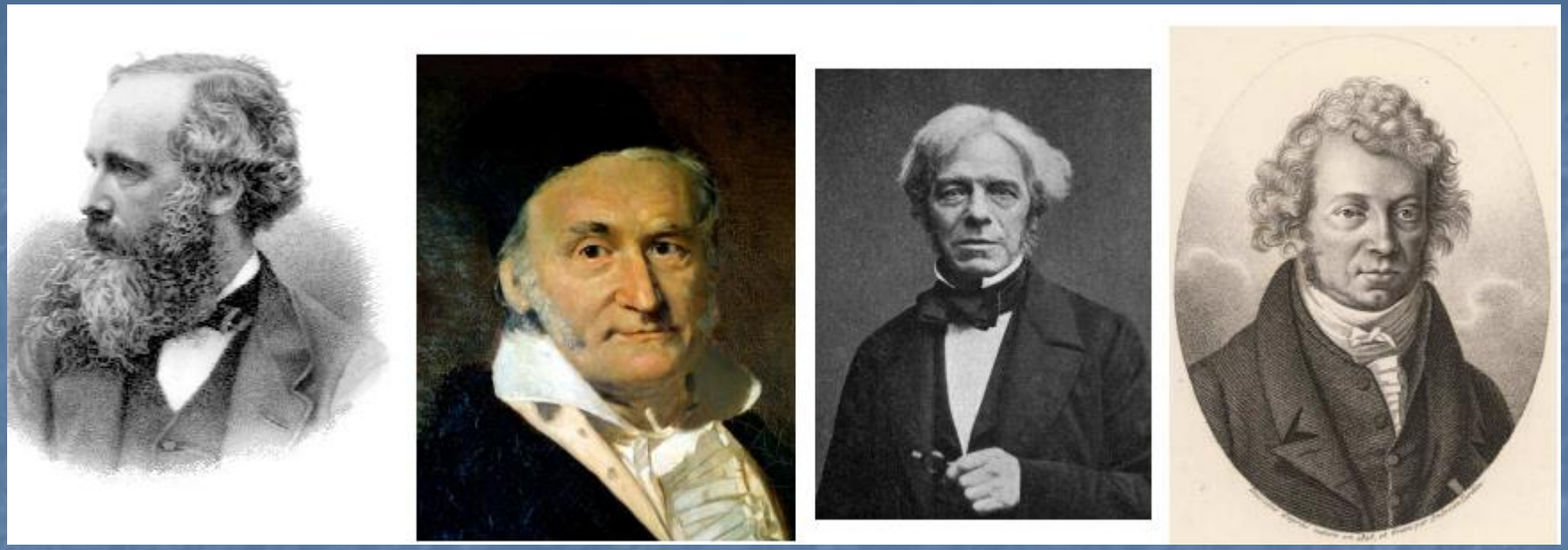
IV. faisceau Hertzien:

les ondes électromagnétiques ont été largement utilisées dans les systèmes sans fils, (communications satellitaires, le mobile, le wifi, radars….

elles se basent sur la propagation libre des champs électriques et magnétiques de l'onde électromagnétique qui obéissent aux équations de Maxwell.







Maxwell (1831-1879): Gauss (1777-1855), Faraday (1791-1867) et Ampère (1775-1836)

$$\text{div } \mathbf{E} = \rho/\varepsilon_0$$

Equation de Maxwell Gauss

$$\text{div } \mathbf{B} = 0$$

Equation de Maxwell Thomson ou flux

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

$$\overrightarrow{\text{rot}}\ \vec{E} = -\mu \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$$

Equation de Maxwell Faraday

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$\vec{\nabla} \wedge \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\overrightarrow{\text{rot}}\ \vec{H} = \vec{j} + \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Equation de Maxwell Ampère

$$\vec{\nabla} \wedge \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\text{div } \mathbf{E} = 0$$
$$\mathbf{rot\ E} = -\ \partial \mathbf{B}/\partial t$$
$$\text{div } \mathbf{B} = 0$$
$$\mathbf{rot\ B} = \mu_0\, \varepsilon_0\, \partial \mathbf{E}/\partial t$$

Equations de Maxwell dans le vide

5. Support de Transmission

CARACTERISTIQUES SUPPORTS

❖ **Propagation de signaux**
électriques, optiques, radio
❖ **Valeur de bande passante**
- **gamme de signaux transmissibles,**
- **limitation de la rapidité de modulation**
- **limitation du débit binaire**

❖ **Valeur d'affaiblissement**
conditionne l'éloignement maximum

L'atténuation en db: $A = 10 * \log Ps/Pe$

Dans le cas de la fibre optique: $A = (10/L) * \log Ps/Pe$ dB/Km