

Chapitre 4

Les supports de transmission de l'information

Cours Systèmes et réseaux

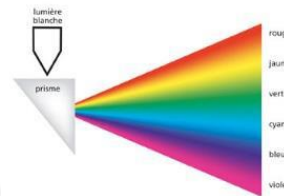
3 agents de communication de l'information

Les électrons



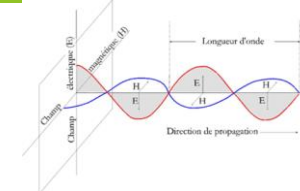
Transport d'un signal électrique

Les photons



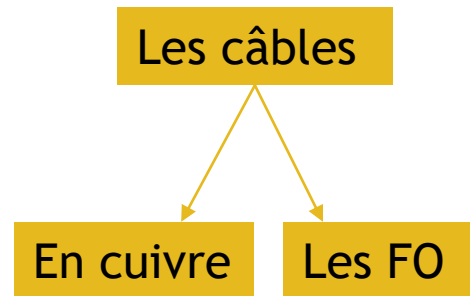
Transport d'un signal lumineux

Les ondes électromagnétiques



Transport d'un Signal électromagnétique

Agent de communication	Electrons	Photons	Ondes électromagnétiques
Support	Câbles coaxiaux Câbles à paires torsadées	Fibres optiques	/
Type de support	Supports à guide physique		Support sans guide physique
Avantage		Liaison à haut débit, sur de longues distances	Liaison sans fil



Les câbles

► Les câbles coaxiaux



CONDUCTEUR :

- acier revêtu de cuivre
- cuivre argenté
- alliage de cuivre argenté

DIELECTRIQUE* :

- PTFE plein
- CELLOFLON®
- FEP

TRESSE ou CONDUCTEUR EXTERIEUR :

cuivre argenté

GAINE EXTERIEURE* :

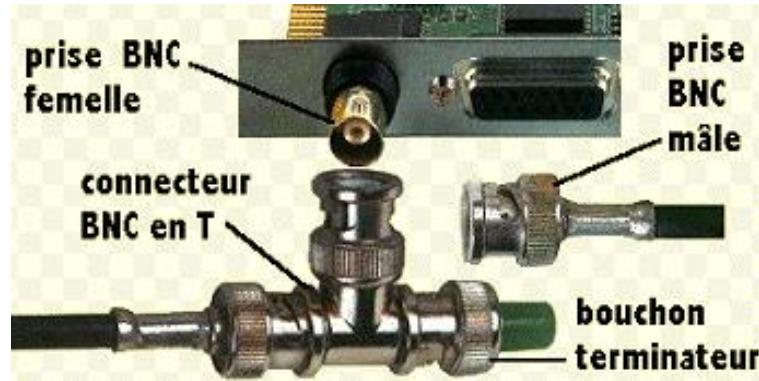
- PTFE
- ETFE
- FEP
- PFA

Avantages☒	Inconvénients☒
Très-bonne-protection-contre-les-bruits- électromagnétiques☒	Cette-technique-ne-peut-être-intégrée-dans-des- réseaux-haut-débit-à-cause-de-la-faible-bande- passante-de-ces-câbles☒

- Rapport entre les 2 diamètres = 3,6 → plusieurs géométries possibles

- RG58 = câble 10 base 2 = 10B2 = coaxial fin = thin ethernet = cheapernet

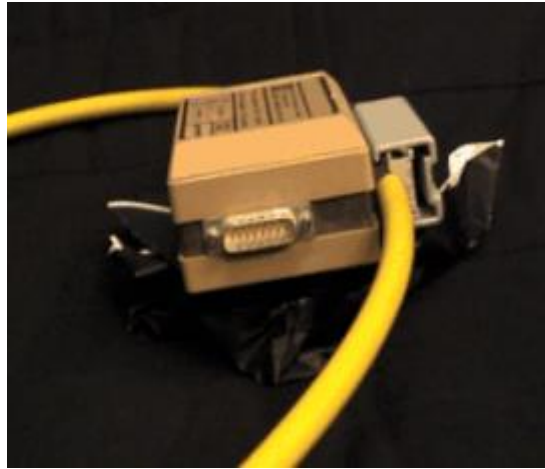
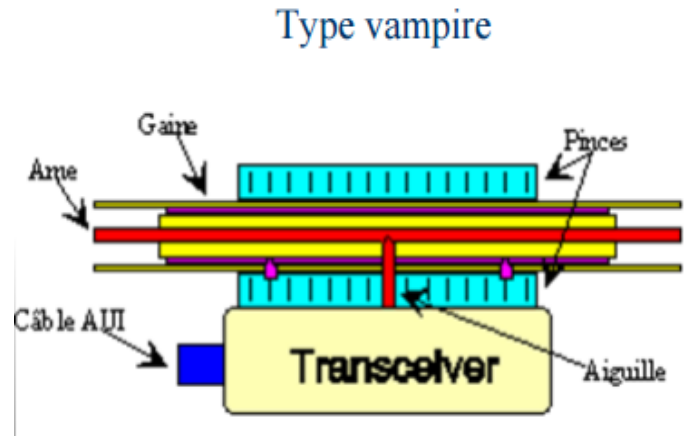
←
Débit en Mbps
↓
Mode de transmission
→ Taille max du réseau (x100m)



Pour topologie en BUS

Abandonné vu le faible débit et rupture du réseau si câble KO

- RG11 = câble 10 base 5 = 10B5 = gros coaxial= thick ethernet = câble jaune

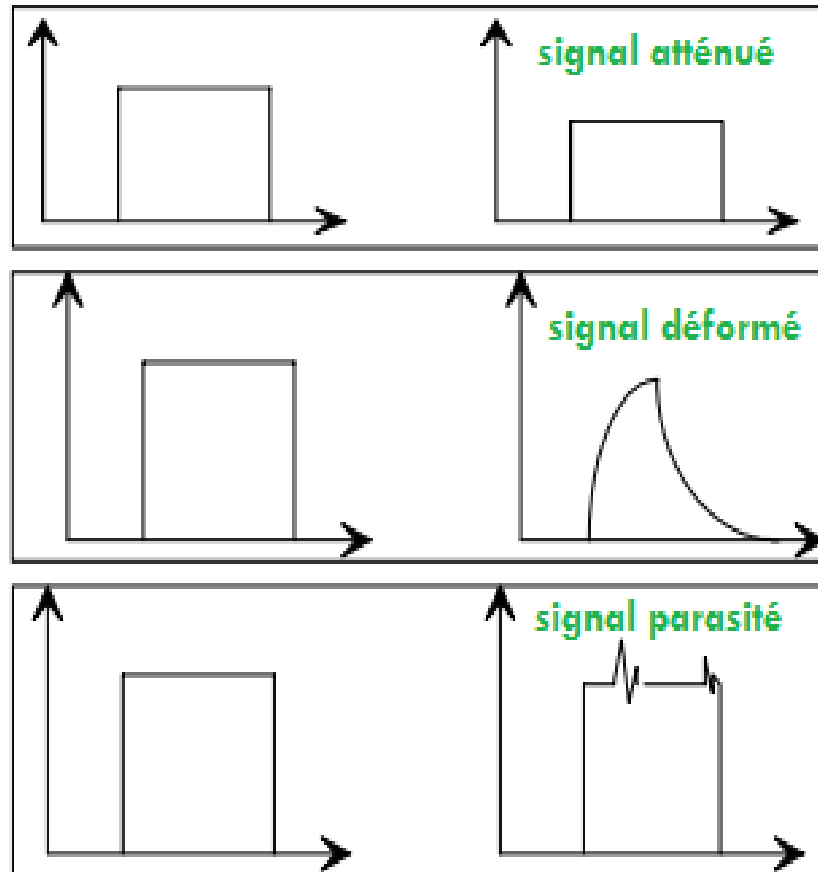


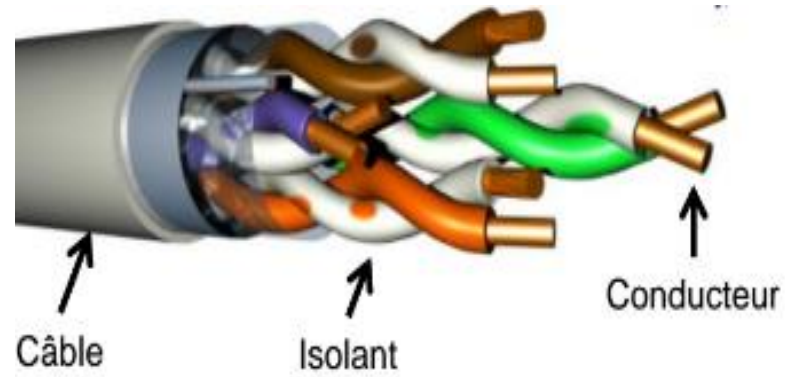
Pour topologie en BUS

Abandonné vu le diamètre et la rigidité du câble et rupture du réseau si câble KO

- Les câbles torsadés
 - Le plus répandu dans les réseaux locaux
 - Relie généralement un ordinateur à un routeur
 - Distance max 100m → au-delà ; atténuation trop importante

LES DIFFERENTS TYPES DE DEFORMATION





- ▶ Composés de 4 paires de fils conducteurs en cuivre torsadées par paire et torsadées entre elles
- ▶ Pour limitation des perturbations électromagnétiques (diaphonie)
- ▶ Câbles terminés par connecteurs RJ45 (=câbles RJ45 ou câbles Ethernet)
- ▶ Connecteurs RJ45 == en fait connecteurs 8P8C

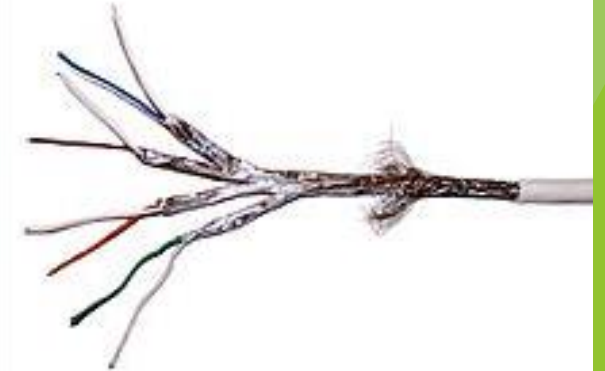
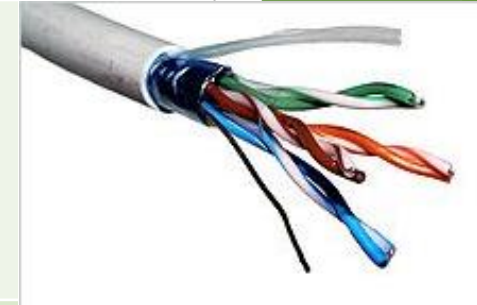


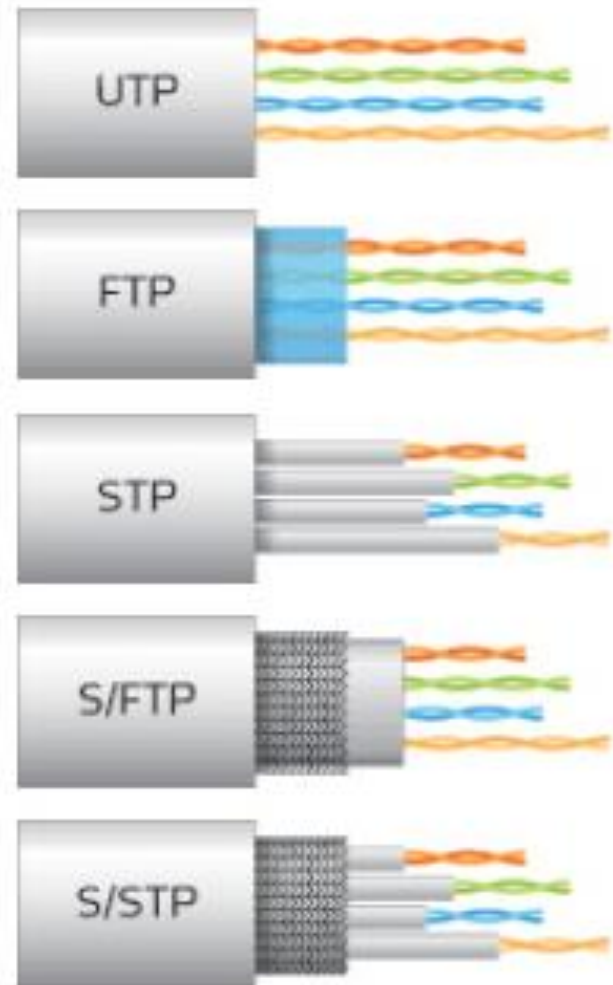
CATEGORIES DE CABLES TORSADES

Catégorie	Nombre de paires	Remarques	Connecteurs
CAT1	1 paire torsadée	1Mbps Utilisé en téléphonie Abandonné à l'heure actuelle	Connecteurs RJ11
CAT3	4 paires torsadées	Débit faible de 10Mbps En cours d'abandon	Connecteurs RJ45
CAT5	4 paires torsadées	Téléphonie et réseau 100Mbps	
CAT5E	4 paires torsadées	Téléphonie et réseau 1Gbps non certifié	
CAT6	4 paires torsadées	Téléphonie et réseau 1Gbps certifié	
CAT6A	4 paires torsadées	Téléphonie et réseau 10Gbps certifié	
CAT7	4 paires torsadées	10Gbps certifié	Connecteurs différents

BLINDAGES DES CABLES TORSADES

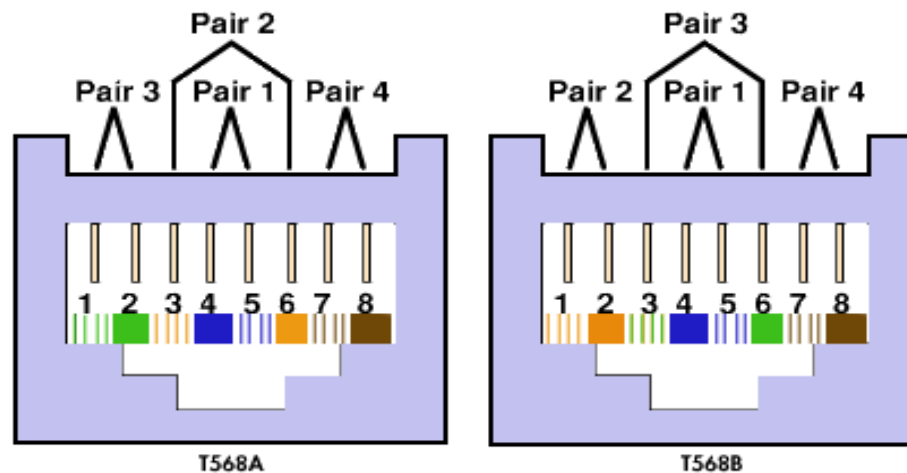
Type de blindage	Signification	Explication	Remarques
UTP	Unshielded Twisted Pairs	Aucun blindage	Le moins coûteux
FTP	Foilded Twisted Pairs	Blindage du câble complet avec une feuille d'aluminium	Ce blindage permet de protéger sommairement des interférences extérieures
SFTP	Shielded Foilded Twisted Pairs	Blindage avec une feuille d'aluminium et une tresse en cuivre, pas de blindage des paires	
STP	Shielded Twisted Pairs	Blindage avec une feuille d'aluminium par paire de câbles, pas de blindage du câble complet	
FFTP/SSTP	Foilded Foilded Twisted Pairs	Blindage avec une feuille d'aluminium par paire de câbles et blindage du câble par une tresse en cuivre	Câble plus rigide donc à réserver aux connections permanentes Idéal pour passer près de systèmes perturbateurs (ascenseur, climatisation, ...)





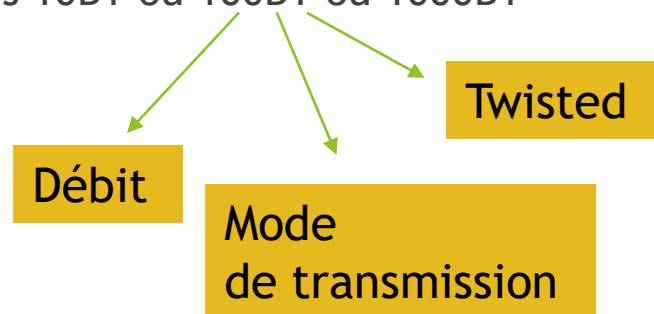


- Le **câble droit** → relier ensemble 2 éléments différents avec 2 extrémités 568B
- Le **câble croisé** → relier 2 appareils identiques (pour éviter collisions) avec une extrémité de type 568A et l'autre de type 568B



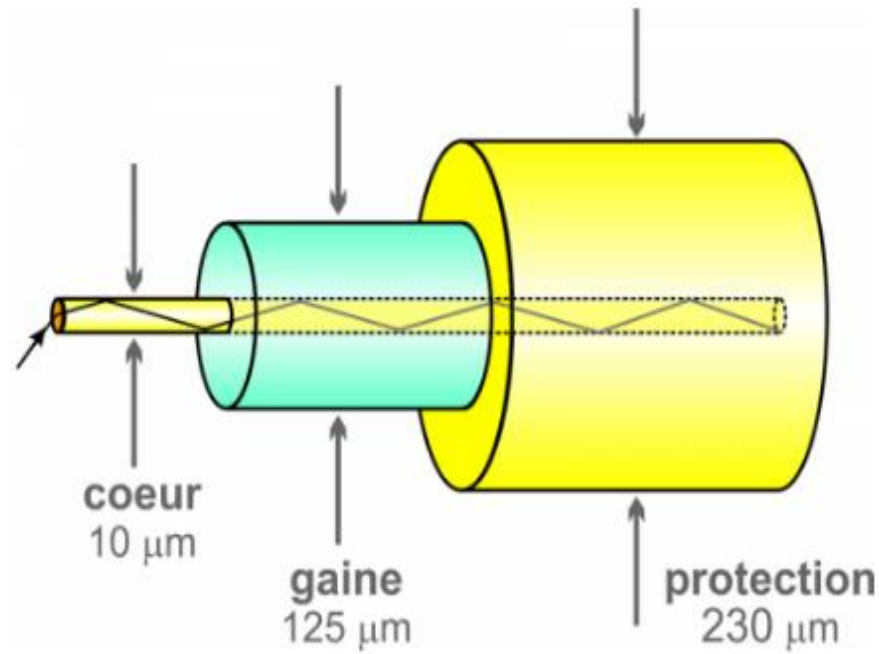
Avantages☒	Inconvénients☒
L'encombrement de ces câbles est plus faible que d'autres types (câbles coaxiaux)☒	Distances faibles (100m pour un réseau Ethernet)☒
Prix de revient faible☒	☒
Débits obtenus sur des réseaux locaux élevés (jusqu'à 10Gbps)☒	☒

- Câbles appelés 10BT ou 100BT ou 1000BT

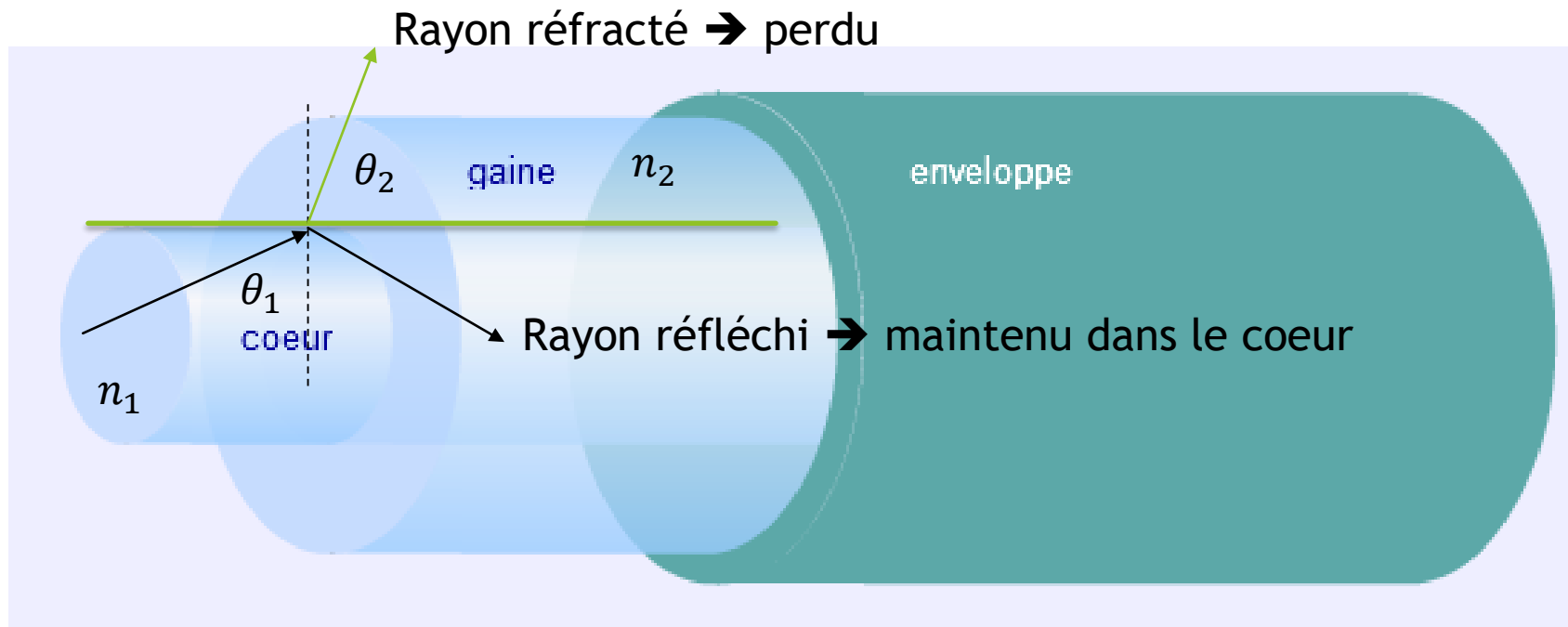


► Les fibres optiques

- 2 matériaux (verre ou plastique) d'indice de réfraction différents
- Protection opaque
- Guide de lumière
- pour représenter les 2 états propres au binaire :
 - une impulsion lumineuse représentera l'information binaire 1
 - l'absence de lumière représentera l'information binaire 0.



Mode de transmission
Fibre
1000BF
débit



$n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2$ n_1 et n_2 sont les indices de réfraction du cœur et de la gaine
 (= rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et celle dans le matériau)

$$\sin\theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin\theta_1$$

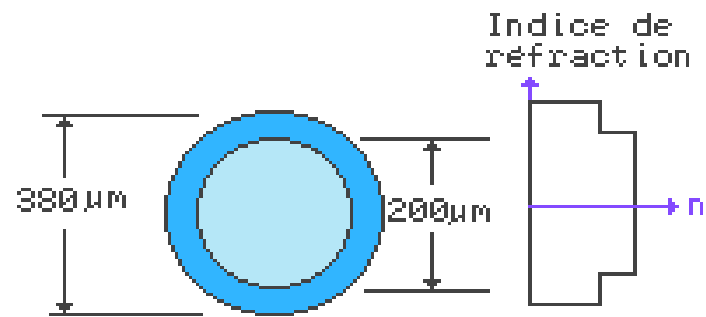
n_1 est choisi $>$ à $n_2 \rightarrow \frac{n_1}{n_2} > 1$

Si θ_1 est bien choisi $\rightarrow \sin\theta_2 > 1$ et donc θ_2 inexistant! \rightarrow voir exemple numérique

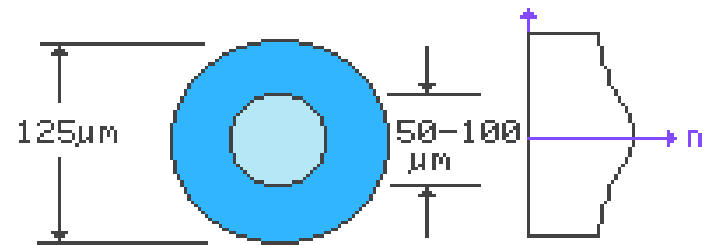
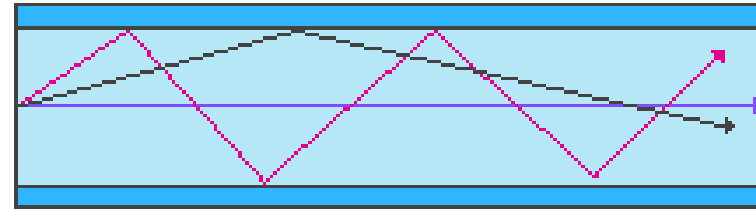
Animation :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre_optique.php

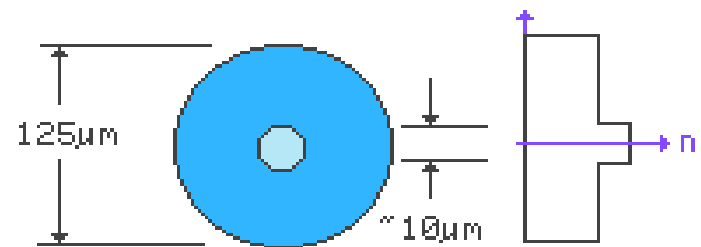
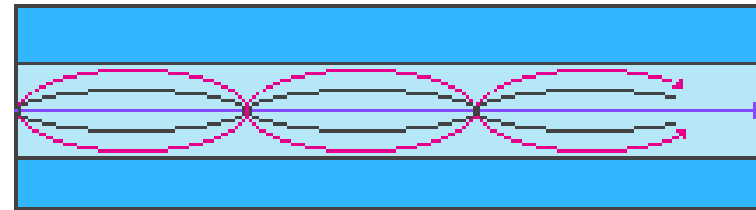
Avantages☒	Inconvénients☒
Peu sensibles aux perturbations électromagnétiques donc supportent sans difficulté la proximité d'émetteurs radioélectriques☒	Les équipements en bout de ligne (convertisseurs optiques) ont un coût très élevé ce qui limite la généralisation des fibres optiques dans le cadre des réseaux locaux d'entreprise.☒
Faible atténuation du signal sur de longues distances (espacement plus important entre 2 <u>régénérations</u> des signaux transmis)☒	☒
Débit permis plus élevé que pour des câbles en Cuivre☒	☒
Faible encombrement (diamètre extérieur 0,1 mm) et faible poids (quelques grammes au kilomètre)☒	☒
Débit permis plus élevé que pour des câbles en Cuivre☒	☒
Faible encombrement (diamètre extérieur 0,1 mm) et faible poids (quelques grammes au kilomètre)☒	☒
La bande passante très large (qui permet le multiplexage sur un même support de très nombreux canaux de télévision, de hi-fi, de <u>téléphone</u>)☒	☒
Plus fiable niveau sécurité car la lecture sur fibre optique est particulièrement difficile☒	☒



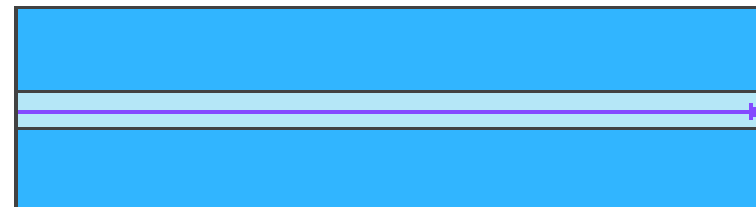
Fibre à saut d'indice



Fibre à gradient d'indice



Fibre monomode

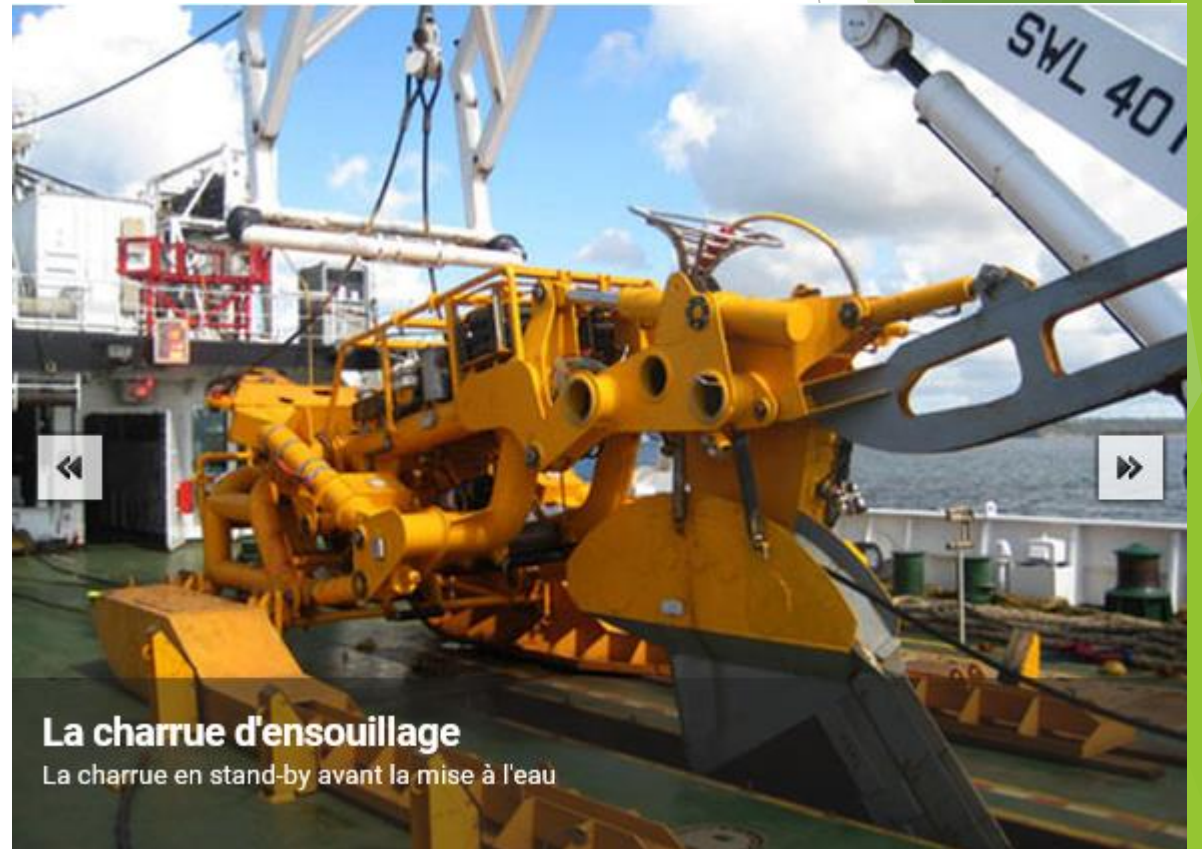


Fibre monomode à la base des liaisons réseau sous-marines, notamment entre les Etats-Unis et l'Europe avec des fibres au fond des rivières, mers et océans et des répéteurs de signaux lumineux tous les 60km.



Cuve de câbles

Une des trois cuves de stockage des câbles (1500km de câbles par cuve)



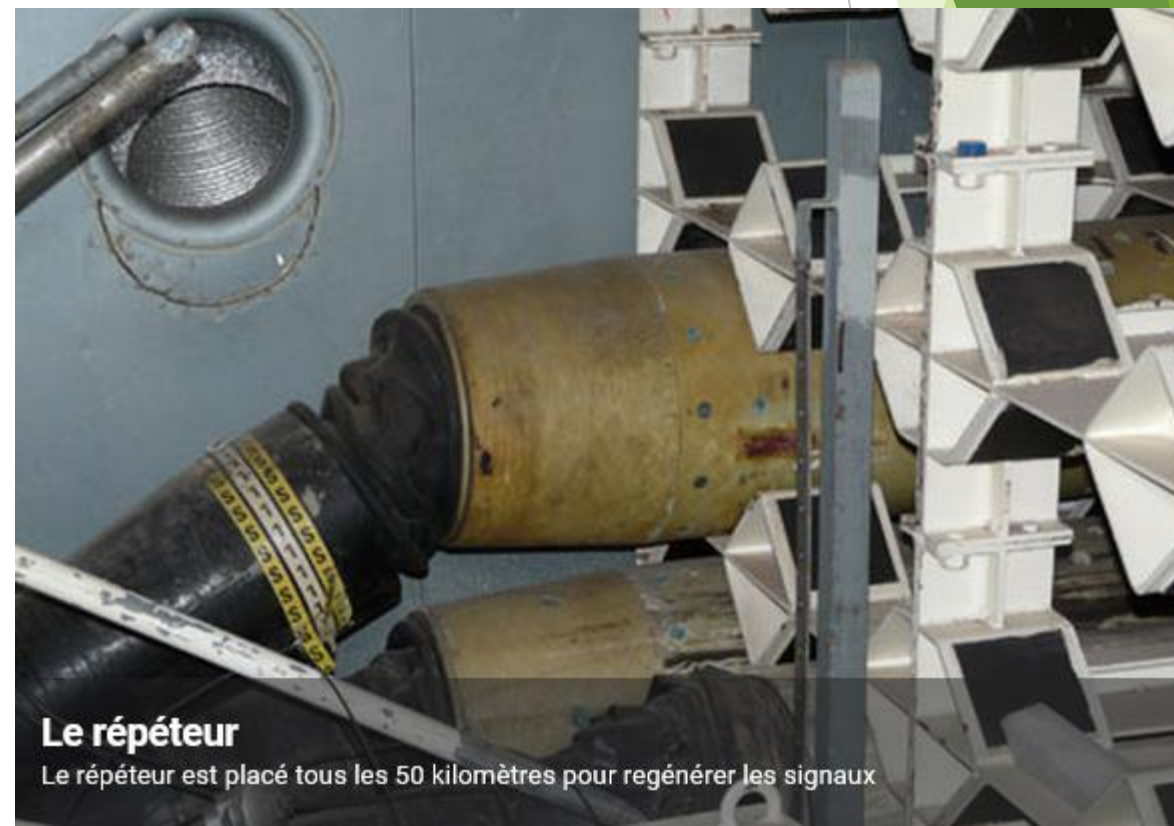
La charrue d'ensouillage

La charrue en stand-by avant la mise à l'eau



Le ROV Hector VI

Le robot sous marin Hector 6 pour récupérer/poser les câbles



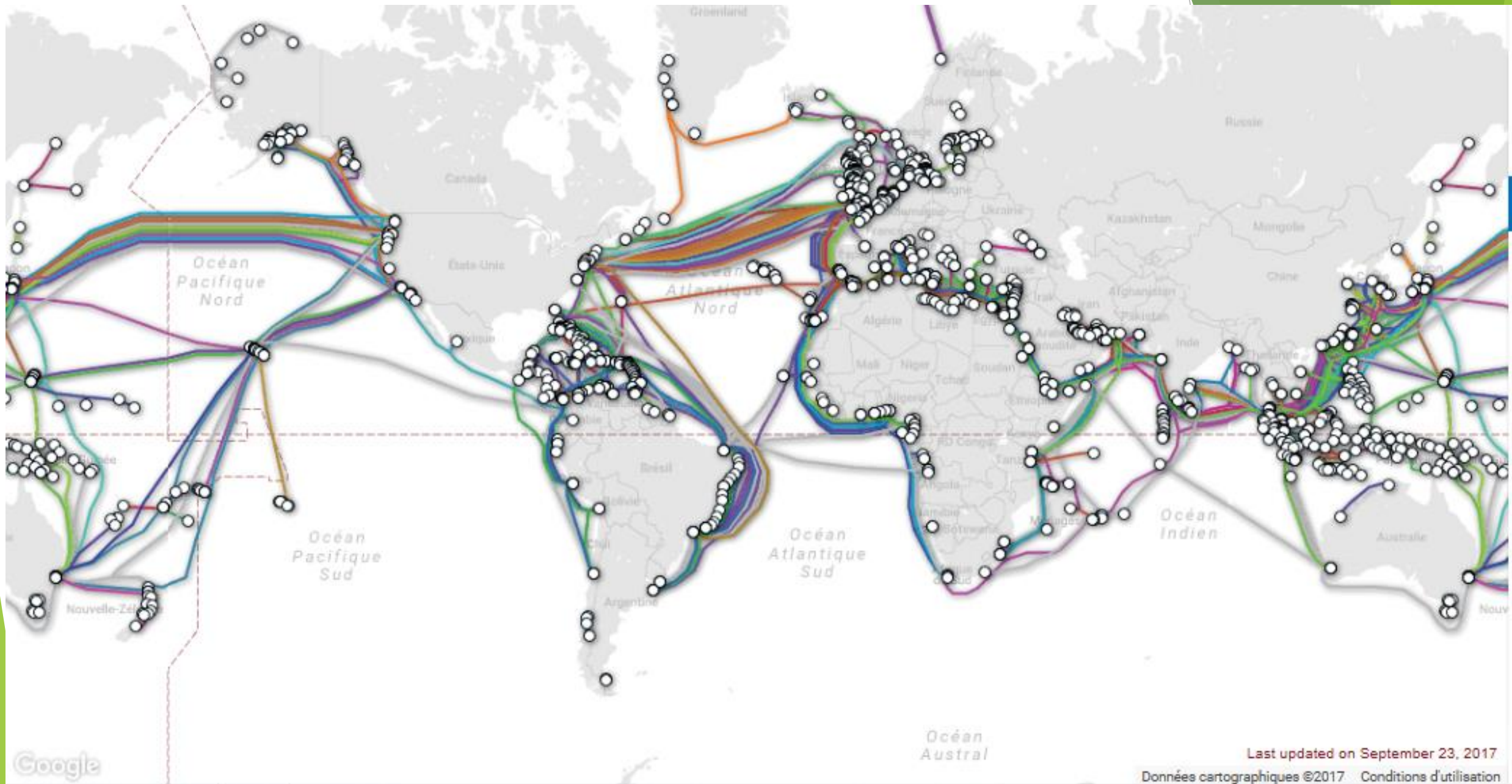
Le répéteur

Le répéteur est placé tous les 50 kilomètres pour régénérer les signaux



Crédit photo : site Ariase.com





<https://www.submarinecablemap.com>

► Les fibres optiques sont utilisées :

- chez les opérateurs internet qui ont besoin d'une large bande passante
- dans les grandes sociétés pour ce qu'on appelle le backbone (colonne vertébrale du réseau)
- dans certaines entreprises où se trouvent de gros moteurs créant de fortes perturbations électromagnétiques

On classe les fibres optiques en différentes catégories selon leurs performances :

- En multimode, elles sont classées par débit maximum ou par bande passante à 1km :
 - OM1 : la moins performante (1Gbps à 275m, 10Gbps à 33m ou 200MHz/km)
 - OM2
 - OM3
 - OM4 : la plus performante (1Gbps à 1100m, 10Gbps à 500m ou 3,5GHz/km)
- En monomode, elles sont classées selon leur atténuation maximum :
 - OS1 : 1,0dB/km pour OS1
 - OS2 : 0,4dB/km pour OS2

Type de réseau Ethernet	Caractéristiques	Type de fibre				
		62.5/125 µm (200/500)	62.5/125 µm 50/125 µm (500/500)	50/125 µm (500/800) (500/1200)	50/125 µm (1500/500)	Fibre monomode
		OM1	OM2	Supérieur OM2	OM3	OS1
10 Base FL	10 Mbit/s 850 nm	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	N.A
100 Base FX	100 Mbit/s 1300nm	5 000 m	5 000 m	5 000 m	5 000 m	N.A
1000 Base SX	1 Gbit/s 850 nm	275 m	550 m	550 m	550 m	N.A
1000 Base LX	1 Gbit/s 1300 nm	550 m	550 m	> à 550 m	550 m	5 000 m
10 Gbase S	10 Gbit/s 850 nm	33 m	82 m	82 m	300 m	N.A
10 Gbase L	10 Gbit/s 1300 nm	N.A	N.A	N.A	N.A	10 000 m
10 Gbase LX4	10 Gbit/s - 4 λ 1300 nm	300 m	300 m	> à 300 m	300 m	10 000 m
10 Gbase E	10 Gbit/s 1550 nm	N.A	N.A	N.A	N.A	40 000 m

- Un support n'est jamais parfait ➔ choix consciencieux de la technique la plus adaptée à notre cas de figure et adaptation aux inconvénients inhérents à cette technique.
- Au fil de la transmission, un signal circulant sur support peut être :
 - Atténué
 - Déformé
 - Parasité

EXERCICES

1. Combien de paires torsadées contient le câble ci-dessous ?

Quel débit peut-il soutenir ?

Comment est blindé ce type de câble ?

S'agit-il d'un câble croisé ou droit ?



2. Quel est le temps de transmission de 1Kb sur un réseau dont le débit est : 10 Mb/s, 100 Mb/s ou 1Gb/s ?

3. Un coursier parisien doit transporter un paquet de dix disquettes d'une société A à une société B distante de 20 kms. Chaque disquette contient 1,4 Mo. L'homme se déplace en scooter à travers la ville avec une vitesse moyenne estimée à 30 km/h. Sur cette distance, utiliser un coursier n'est-il pas une solution obsolète par rapport à l'utilisation d'une ligne téléphonique dont la vitesse de transmission est de 56Kbit/s ?

Même question en remplaçant les dix disquettes par un CD-ROM dont la capacité est de 700Mo. Que peut-on retenir de cette petite anecdote ?

4. Qu'est-ce qu'un câble 100BTx ?

5. Les câbles dont voici les embouts sont-ils droits ou croisés ?



6. Même question avec le câble qui circule en classe

LES SUPPORTS DE TRANSMISSION SANS FIL

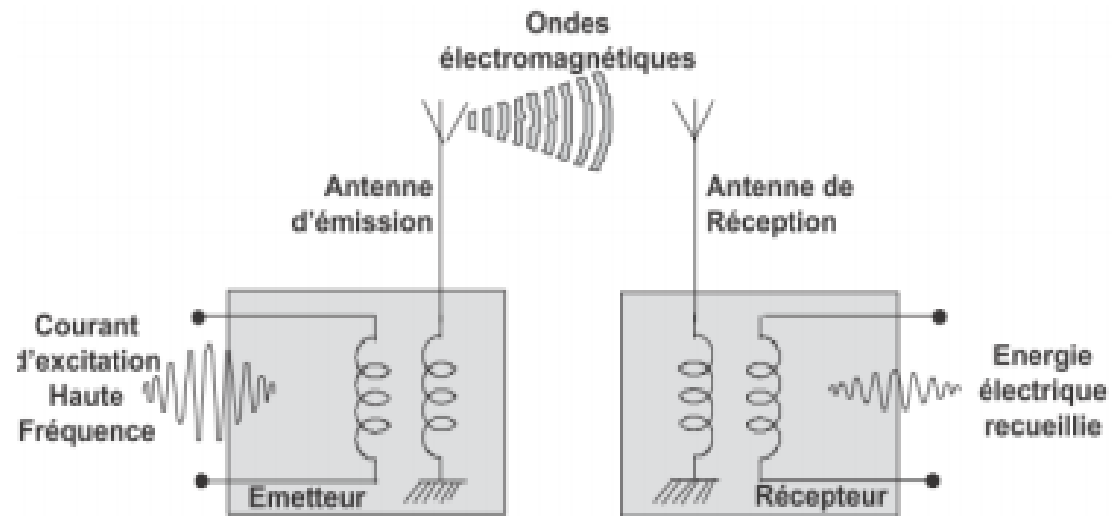
Intérêts :

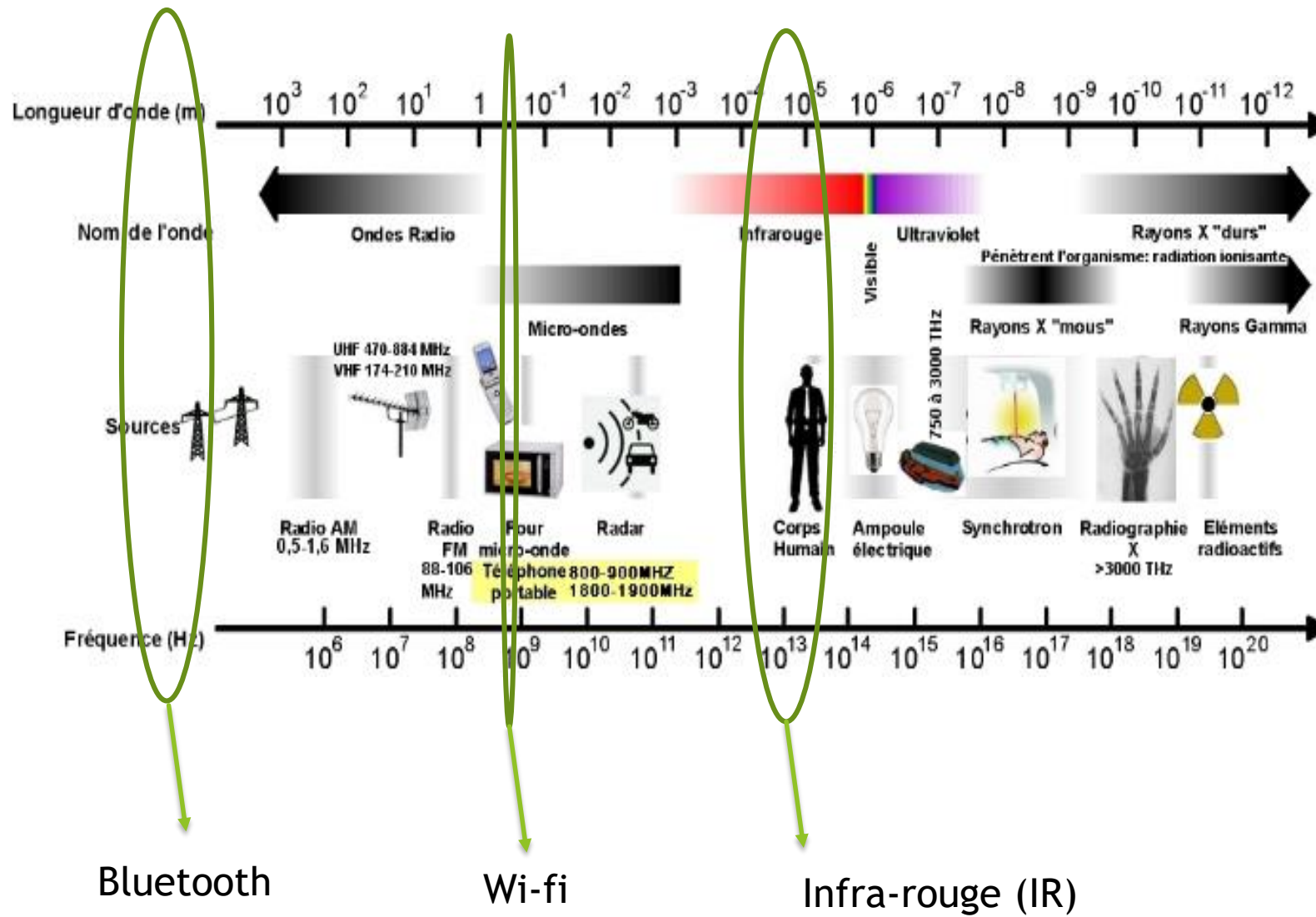
- Faciliter l'accès aux itinérants
- Connecter des locaux impossibles à câbler
- Offrir de nouveaux services (hotspot, ...)
- Réaliser un réseau en un temps très court (expo, salon, ...)

Attention : ne remplacera jamais les réseaux filaires :

- Portée moindre
- Pas de possibilité de connecter 2 serveurs avec du sans-fil

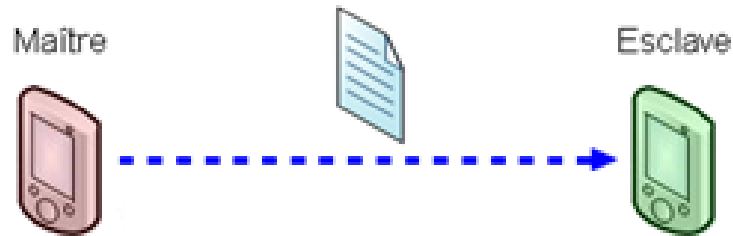
Quel que soit le type d'onde, le principe est le même :



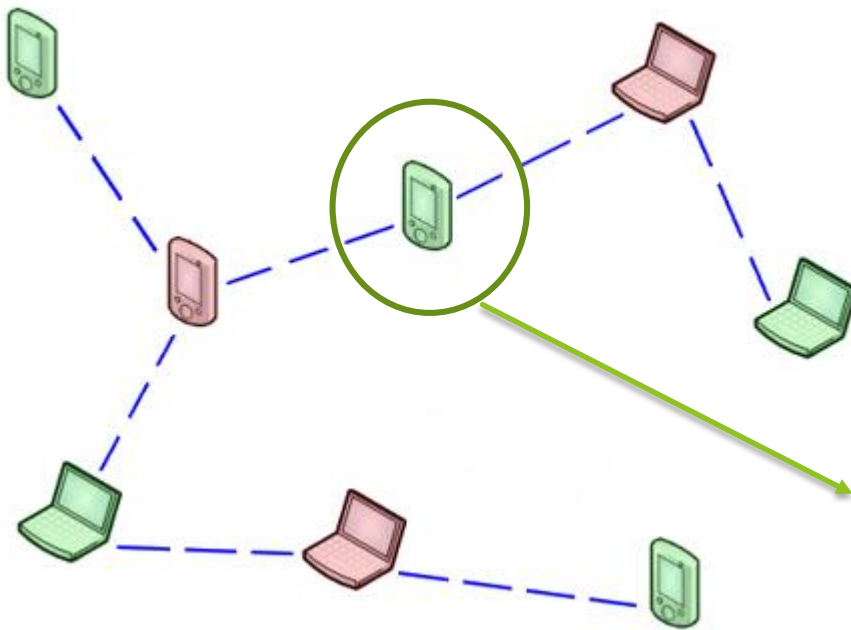


- IR :
- point à point uniquement
 - les 2 éléments doivent être face à face
 - portée : 1-2m (but : PAN)
 - ne traverse pas les parois

- Bluetooth :
- point à point ou diffusion
 - 10-100m (but : PAN)
 - Organisation en pico-réseaux (piconet) : relation maître-esclave



- 1 maître → max 7 esclaves (car adresses : 3 bits)
- pas de connexion simultanée avec tous les esclaves (illusion de connexion simultanée)
- Si on relie plusieurs pico-réseaux, on parle de scatternet ou inter-réseau :



1 esclave :
plusieurs maîtres

Wi-Fi :

- Portée > 200 mètres en espace ouvert
- Débit théorique de quelques Gbps
- Très utilisé dans les PAN et dans une partie des LAN
- « Wi-Fi » = nom commercial de la norme IEEE 802.11
norme qui régit cette technologie.

Norme	Nom	Description
802.11a	Wi-Fi 5	La norme 802.11a (baptisée Wi-Fi 5) permet d'obtenir un haut débit (dans un rayon d'environ 10 mètres : 54 Mbit/s théoriques, 27 Mbit/s réels)
802.11b	Wi-Fi	La norme 802.11b était la norme Wi-Fi la plus répandue en base installée au début des années 2000. Elle propose un débit théorique crête de 11 Mbit/s (6 Mbit/s réels) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres (en théorie) dans un environnement dégagé.
802.11e	Amélioration de la qualité de service	La norme 802.11e vise à donner des possibilités en matière de qualité de service de manière à permettre, notamment, une meilleure transmission de la voix et de la vidéo.
802.11g		La norme 802.11g offre un plus haut débit (54 Mbit/s théoriques, 25 Mbit/s réels)
802.11i		La norme 802.11i a pour objectif d'améliorer la sécurité des transmissions
802.11n	<u>WWiSE</u> (World-Wide Spectrum Efficiency) ou <u>TGn Sync</u>	Le débit théorique atteint les 450 Mbit/s.
802.11ac	Amélioration du débit	IEEE 802.11ac est la dernière évolution du standard de transmission sans fil 802.11, qui permet une connexion sans fil haut débit dans la bande de fréquence des 5 GHz). Le 802.11ac offre jusqu'à 1 500 Mbit/s de débit théorique.