



INR - Introduction aux Réseaux *INTIGIR*

Année 2014-2015

PMA

Septembre 2014

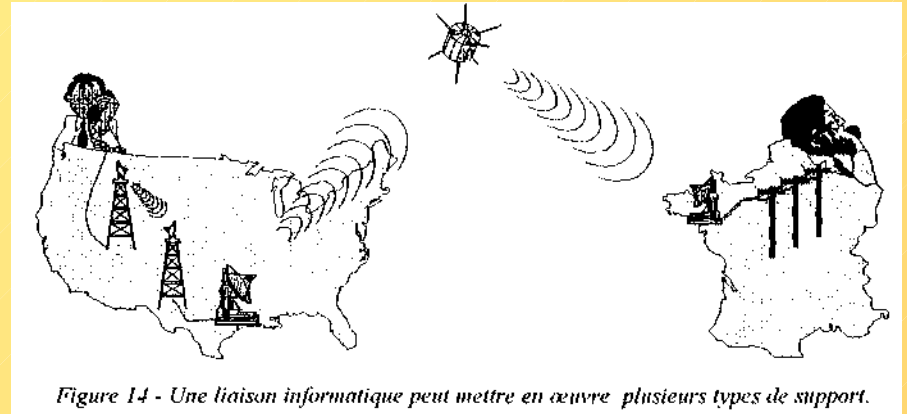
3. Les supports de transmission

- Caractéristiques des supports de transmission
- Les supports guidés
- Les supports libres
- Conclusion

Caractéristiques techniques des supports

- Ils influencent

- l'infrastructure du réseau
- Ses solutions logicielles
- Ses services
- La qualité de service



- Conductibilité des métaux
- Propriétés des ondes électromagnétiques
- Complexité des systèmes : liaison sur supports hétérogènes

Bande passante du support de transmission

- Déformation du signal durant sa transmission selon
 - Spectre du signal
 - Bande passante du support

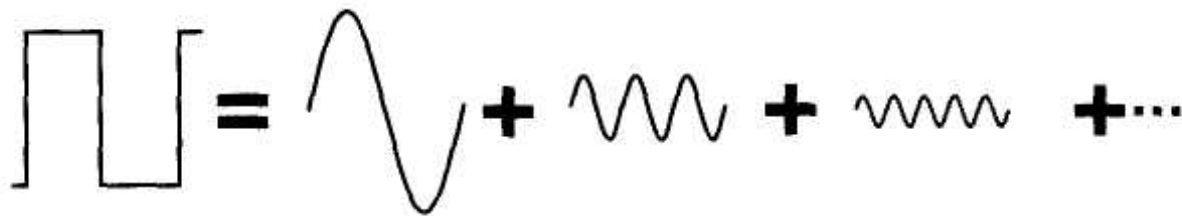


Notions d'analyse spectrale

- Spectre de Fourier

$$u(t) = A_0 + \sum_{i=1}^{i=\infty} U_i \cos(i\omega t + \varphi_i)$$

- Décomposition d'un signal carré

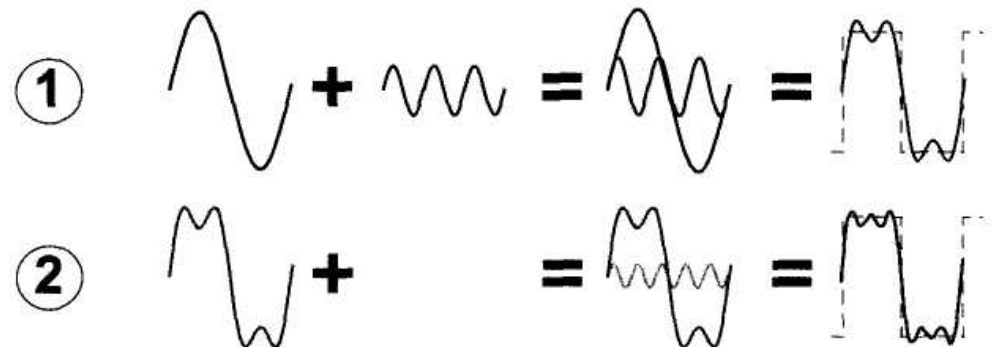
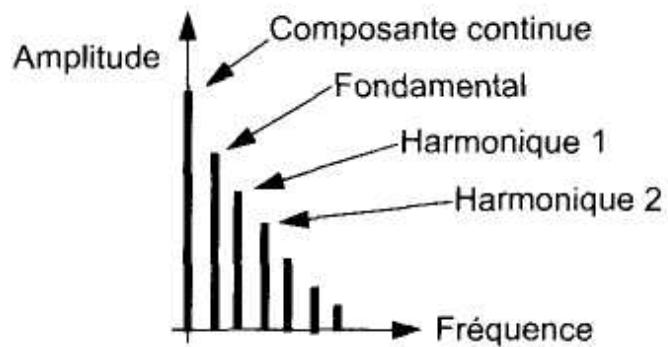


$$u(t) = 4 U / \pi (\sin \omega t + 1/3 \sin 3\omega t + 1/5 \sin 5\omega t + \dots)$$

Figure 4.3 Décomposition d'un signal carré symétrique par rapport au 0 volt.

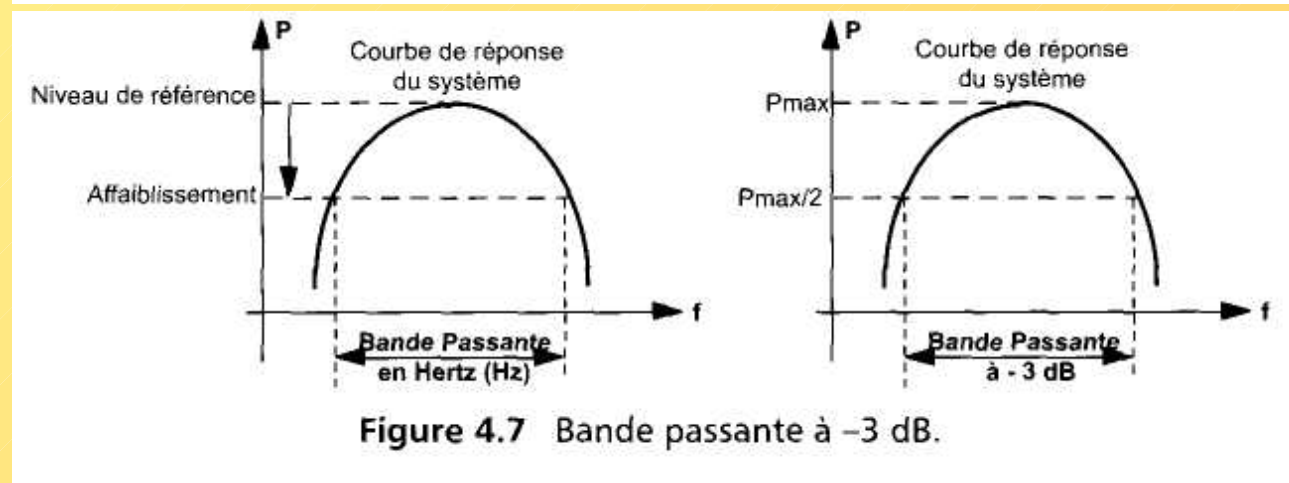
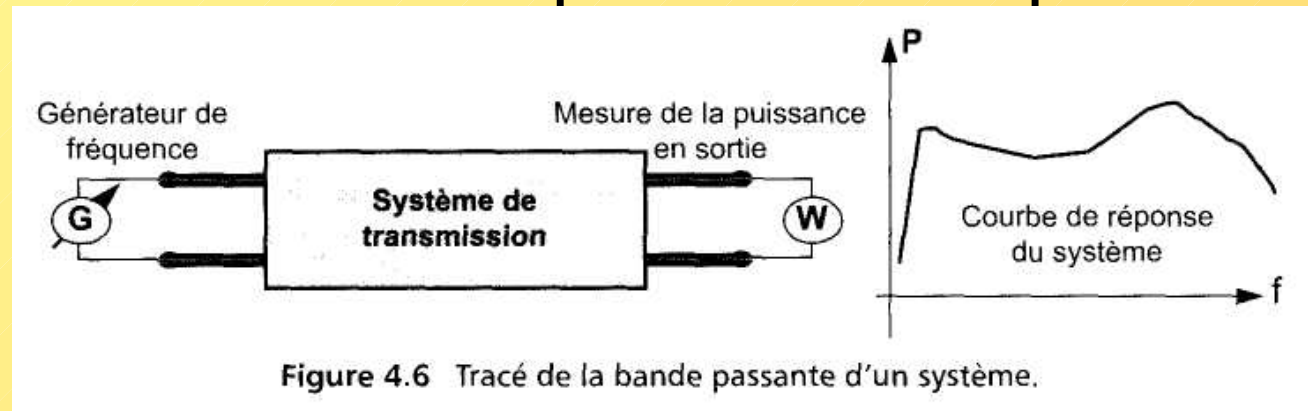
Spectre de fréquences d'un signal

- Largeur de bande du signal
- et reconstitution du signal carré



Notion de bande passante

- Distortions de phase et d'amplitude



La paire torsadée (UTP, FTP, STP)

- Qualité du câble augmente :
 - torsades ex. cat.5
 - Immunité aux parasites de l'environnement
 - Taux d'erreurs : 10^{-4} à 10^{-9}



Figure 4.13 Paire torsadée ou paire symétrique.

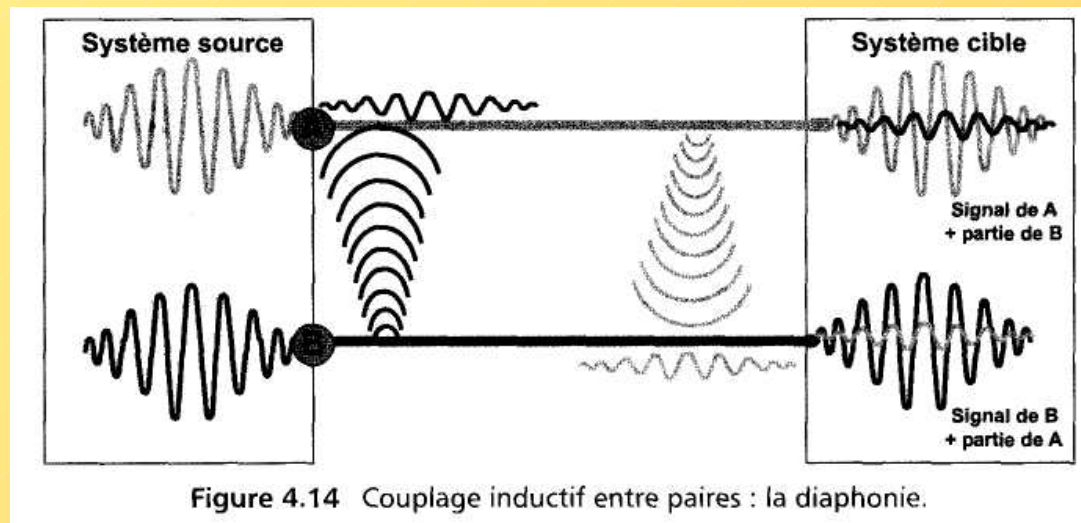
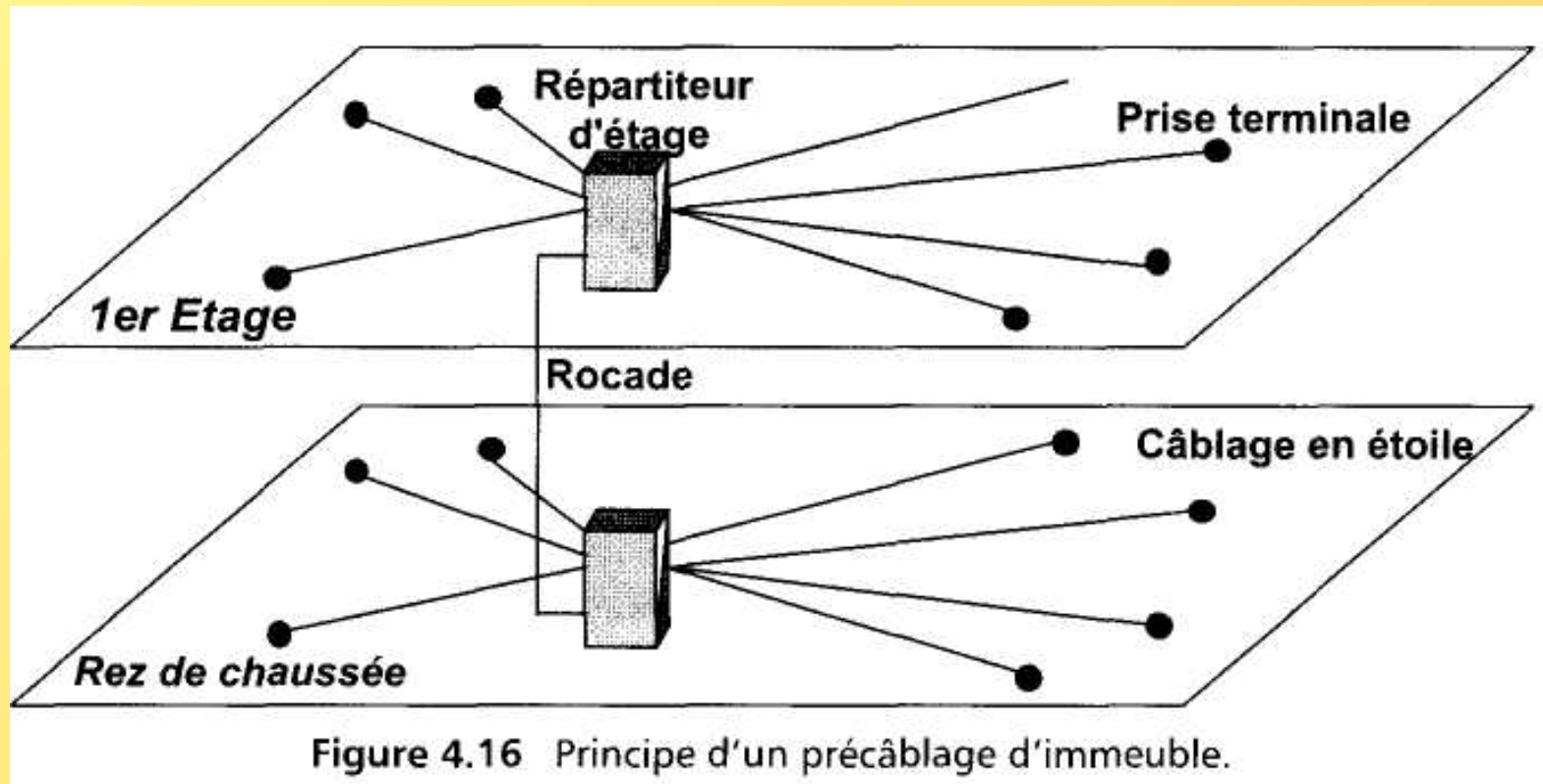


Figure 4.14 Couplage inductif entre paires : la diaphonie.

Les supports guidés

La paire torsadée

Systèmes de pré-câblage – UTP / FTP



Le câble coaxial

- LAN : numérique; 10 Mbps; 1Km
→ Remplacé par UTP
- CATV : analogique; 500 MHz; longues distances
- Plus difficile à installer
- Taux d'erreurs : 10^{-9}

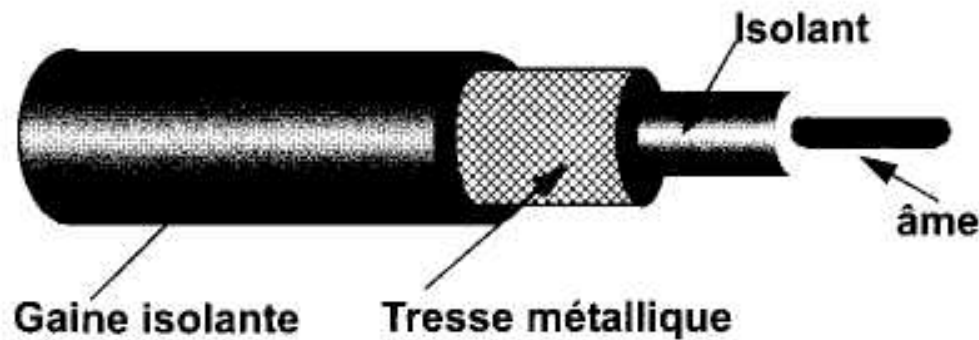
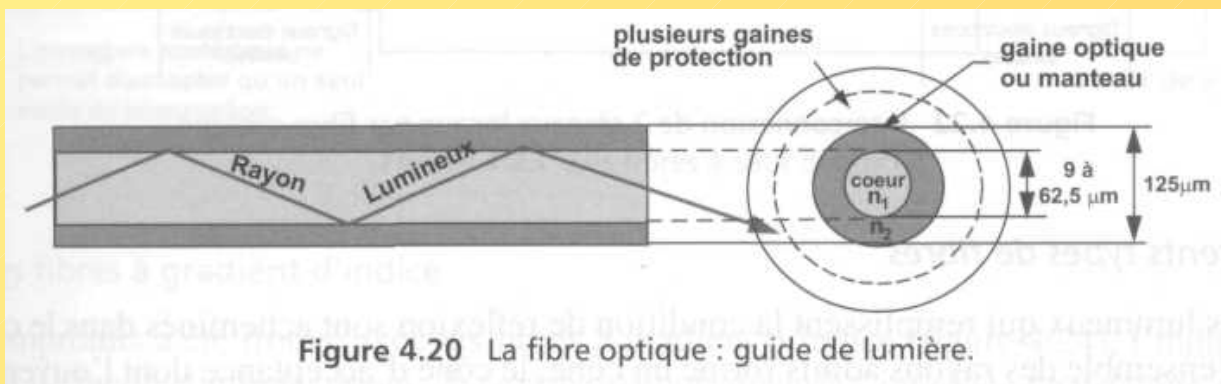
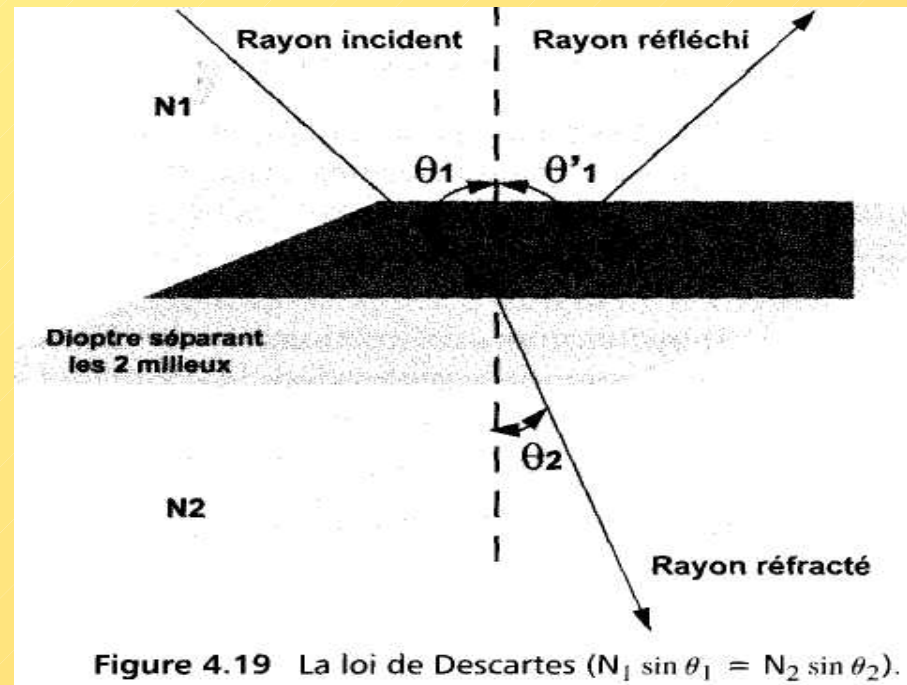


Figure 4.18 Le câble coaxial.

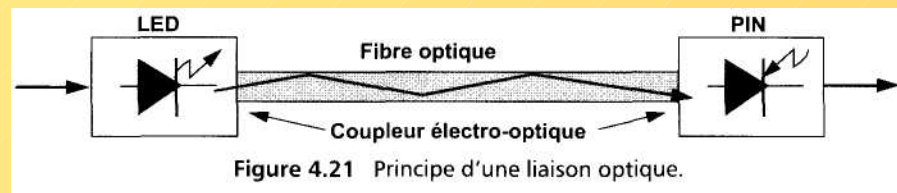
La fibre optique

- Principe
- $n = c/v$

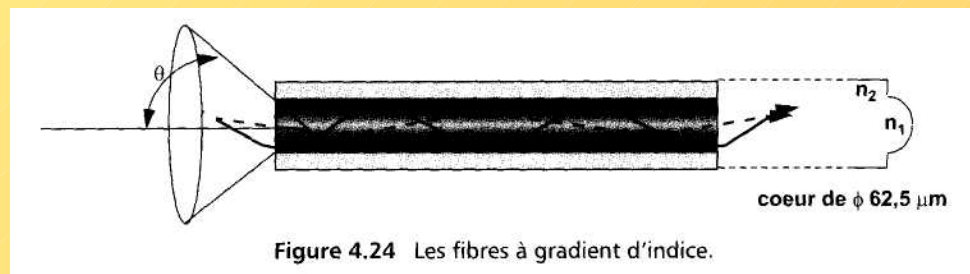
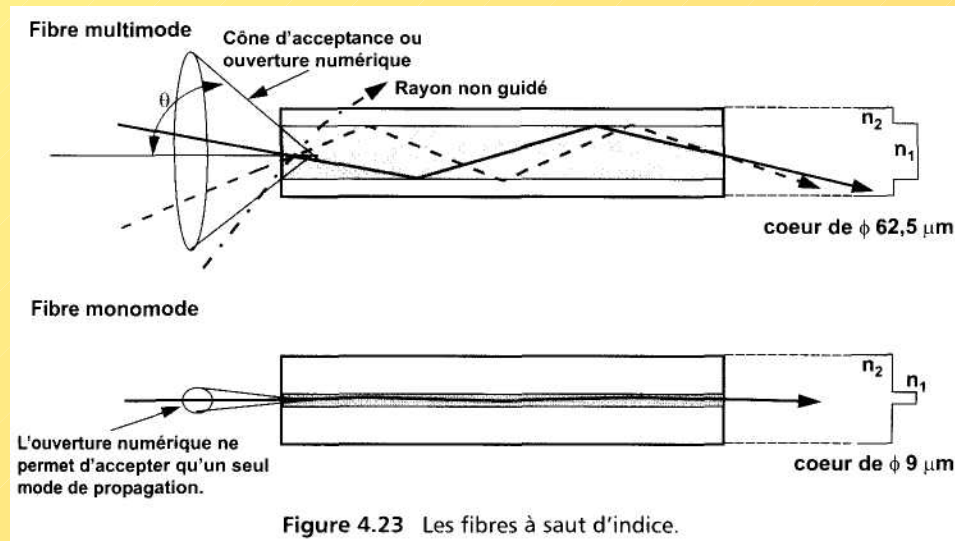


La fibre optique

- Indice de réfraction et guide d'onde
- Cœur : fil de silice
- Transceiver en 3 éléments :
 - Diode d'émission
 - Photodiode de réception
 - Fibre optique
 - Les connecteurs interviennent dans la BP et les débits réellement disponibles



- Les différents types de fibres optiques
 - Saut ou gradient d'indice
 - Ouverture numérique : multimode ou monomode



- Les performances des fibres optiques
 - BP importante
 - Immunité é.m.
 - Taux erreurs : 10^{-12}
 - ...
 - Support privilégié des réseaux à hauts débits et à longues distances
 - Utilisées dans le cœur des réseaux de télécommunication

Liaisons hertziennes

- Principe
 - Propagation dans le vide à la vitesse de la lumière
 - Modes de propagation : fonction de la fréquence de l'onde
 - propagation à vue : portée limitée par l'horizon
 - ou par réflexion et trajets multiples ex. GSM

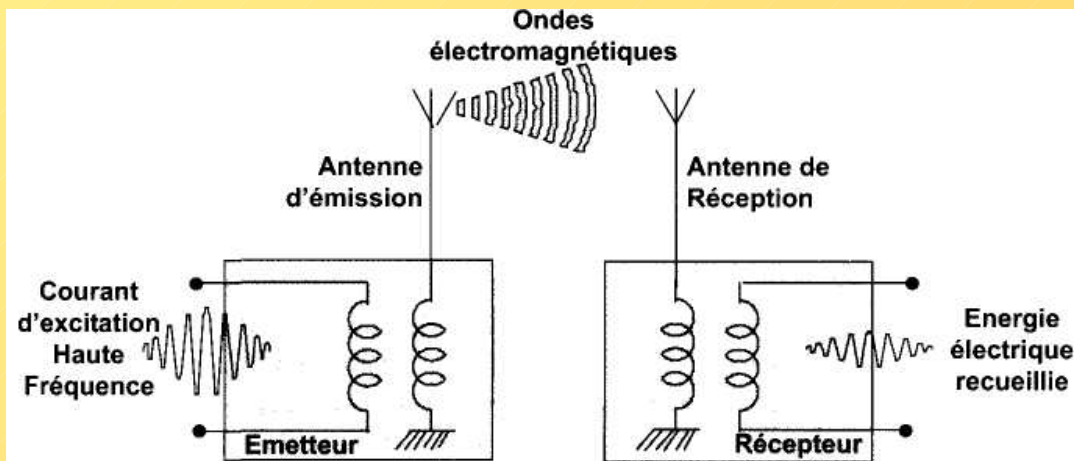


Figure 4.26 Principe d'une liaison radioélectrique.

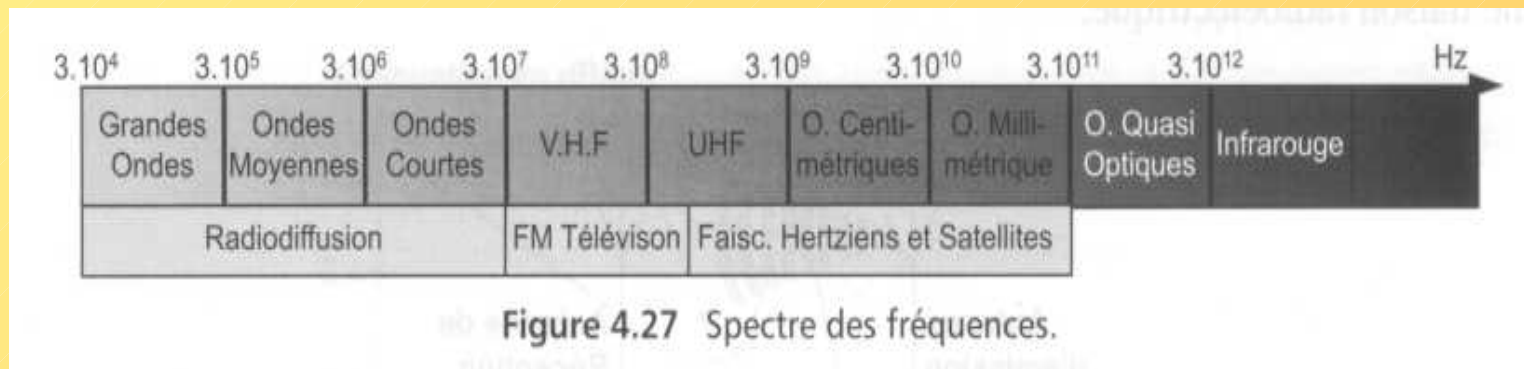
Liaisons hertziennes

- Domaines d'application
 - Réseaux de diffusion : Radio et TV
 - Réseaux de radio-messagerie pour mobiles
 - Réseaux de radio-téléphonie
 - Hauts débits : ponts inter-réseaux grâce aux faisceaux hertziens ou via satellites

Liaisons hertziennes

Applications et spectre des fréquences

- Attribution stricte des bandes de fréquence par régions et par applications (téléphonie, TV, données, ...)
- Règlementations nationales, régionales et internationales (UIT)



Liaisons hertziennes

Faisceaux hertziens terrestres

- Bande de fréquences : 2 GHz à 15 GHz (en extension vers 40 GHz et même 66 GHz)
- Débits : 155 Mbps
- Distances de liaison sans relais : 100 Kms
- Puissances d'émission et Antennes paraboliques
- Antennes très directives : VSAT et USAT

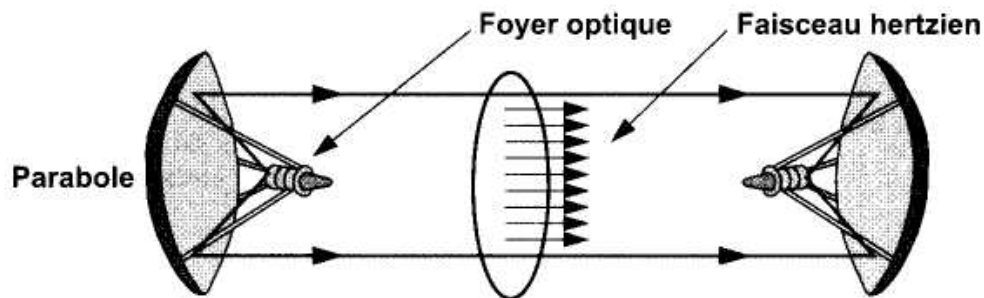


Figure 4.28 Principe des faisceaux hertziens.

Liaisons lumineuses

- Liaisons Infra-rouge (IR) et Lasers
 - LAN : les ondes radio sont préférées à l'IR
 - Normes 802.11 à 2.4 GHz et 5 GHz
 - Lasers : ponts inter-LAN
 - Sur toits des bâtiments
 - Liaisons point-à-point ($\sim 100\text{m}$)

Liaisons satellitaires

Historique

1950 – 1960

- Divers essais de réflexion de signaux radioélectriques sur des ballons de sonde météo
- Utilisation de la Lune par militaires US

• 1962

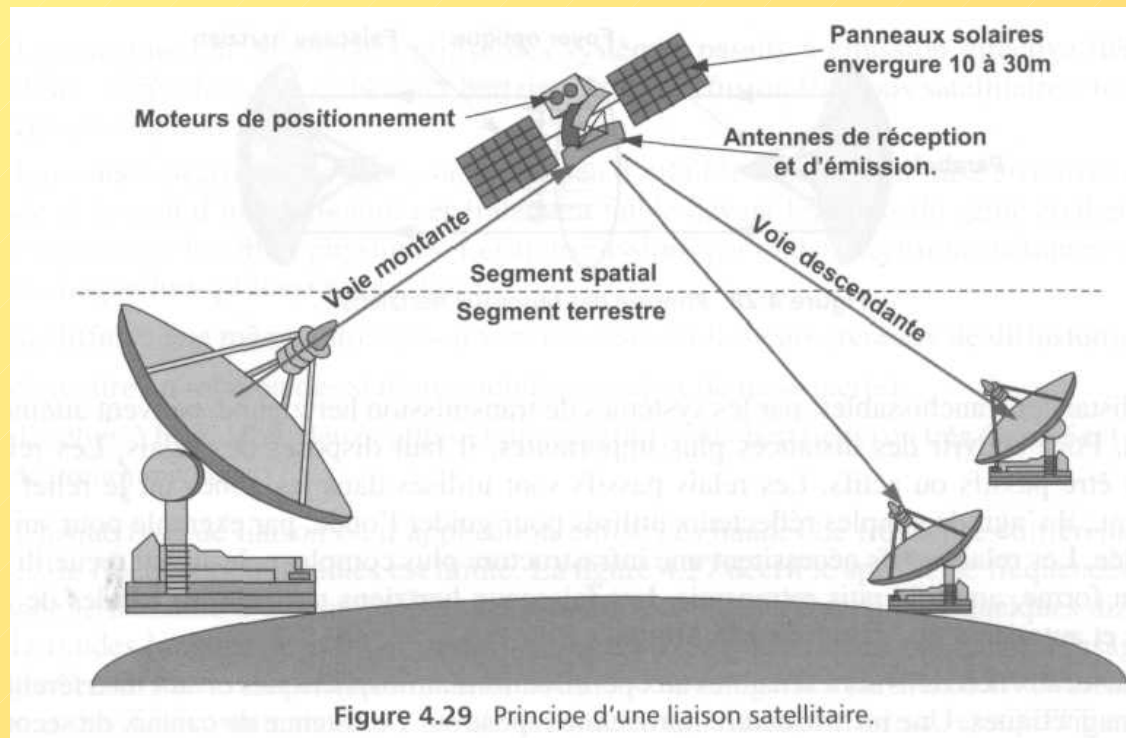
- Telstar 1 est le premier satellite actif de télécommunication
- Géostationnaire (36.000 Km d'altitude)
- Retransmission d'images TV

Intérêt

- diffusion avec une couverture terrestre la plus large possible
- Applications initiales : programmes de TV et télécommunications militaires

Principe des liaisons satellitaires

- Satellite
 - relais hertzien : liaison à grande distance
 - Nœud spatial d'un réseau terrestre



Les supports libres

Liaisons satellitaires

Les 3 types de satellites : GEOS, LEOS et MEOS → temps de propagation différents

- 2 modes orbitaux
 - équatorial : cône de 120°
 - ou constellation : couverture spatiale et temporelle totale

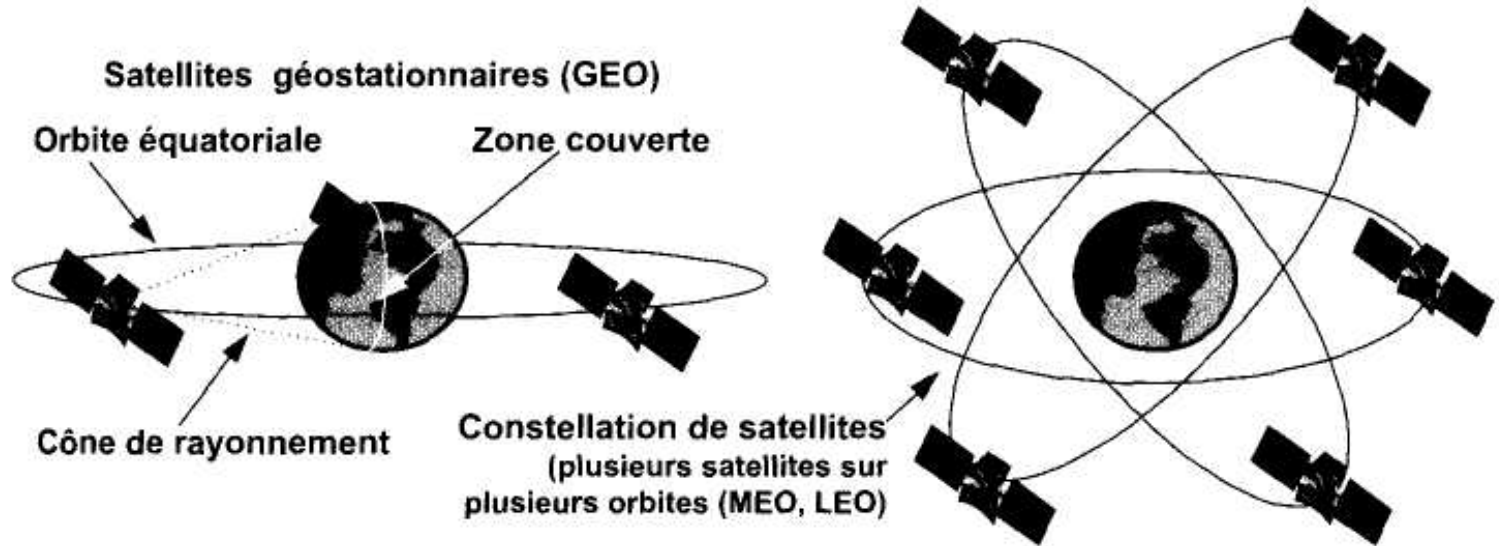


Figure 4.31 Satellites géostationnaires et constellation de satellites (MEO et LEO).

- Problèmes des satellites
 - délai de transmission important
 - 250 à 300 ms pour les GEO
 - 540 ms pour les VSAT à relais
 - Liaisons à diffusion
 - problème de sécurité → chiffrement nécessaire
- Avantages
 - Diffusion par satellite moins chère sur de grandes distances géographiques
 - Coût de la communication indépendante de la distance

- Caractéristiques des supports
 - Limites d'utilisation
- Avancée de l'électronique numérique
 - Limites repoussées au maximum
 - Voies de recherche importante pour adapter l'information aux différents supports