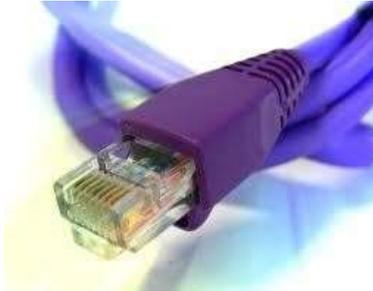


# CHAPITRE 04

---

## MEDIAS DE TRANSMISSION



### *But du chapitre*

A la fin de ce chapitre, l'étudiant sera en mesure de savoir :

- Les principaux médias de transmission, à savoir :
  - Câble électrique.
  - Fibre optique.
  - Canal radio.
- Connaître les caractéristiques de chacun de ces médias – *Distance, vitesse, etc.*
- Les différentes classes de réseaux utilisant le canal radio (les réseaux sans fil)

## 1 Introduction

Les supports qui assurent la transmission de données entre les différents équipements d'un réseau présentent différentes caractéristiques, et réagissent différemment aux phénomènes qui influent sur le signal, à savoir, l'écho, l'atténuation, etc. Dans ce chapitre, nous allons présenter les caractéristiques de chacun de ces supports ainsi que leurs principes de fonctionnement.

## 2 Critères et phénomènes caractérisant les médias

Un média de transport peut être caractérisé par des facteurs qui décrivent son physique (taille, flexibilité, etc.), ou d'autres qui déterminent ses propres grandeurs de transmission (débit, type de signaux, etc.). Aussi, il peut être caractérisé par des phénomènes qui peuvent influencer le signal dont il transporte et qui déterminent sa propre réaction vis-à-vis ces phénomènes naturels (très sensible, bien protégé, etc.).

### 2.1 Critères caractérisant les médias

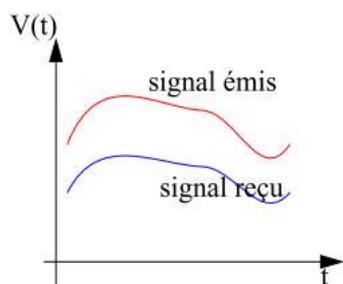
Un média de transmission est caractérisé par :

- La vitesse de transmission de données.
- Le type des signaux qui peut transmettre (numériques ou analogiques)
- La distance parcourue par le signal avant l'atténuation.
- La taille et l'épaisseur.
- La flexibilité.

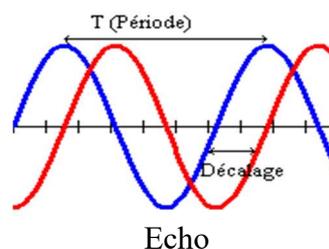
### 2.2 Phénomènes caractérisant les médias

Différents facteurs peuvent influencer le signal pendant son acheminement dans un média de transport, les plus répandus sont :

- *L'affaiblissement (atténuation)* : la transformation de l'amplitude du signal.
- *Le déphasage* : la déformation de la phase.
- *Le bruit* : – **Bruit blanc** : ex. Agitation thermique (température).  
– **Bruit impulsif** : dû aux équipements électromécaniques.
- *La diaphonie* : Couplage parasite entre lignes voisines.
- *L'écho* : la réflexion du signal.



Atténuation du signal



Echo

Réflexion du signal

*Figure 50. Les phénomènes qui caractérisent les médias de transport*

### **3 Catégories des médias de transmission**

Les différents médias de transport qui existent peuvent être classifiés en deux grandes catégories, à savoir : les médias avec support physique et sans support physique.

#### **3.1 Médias avec support physique**

Les médias avec support physique sont généralement les câbles de transmission. La transmission à l'aide de ces médias est appelée *transmission guidée*, car il y a un moyen physique (qui est le câble) qui encadre et guide le signal tout au long de la transmission. Ces médias sont :

- Les médias de cuivre. Exemple : les paires torsadées, câbles coaxiaux, etc.
- Les médias optiques. Exemple : la fibre optique.

Les médias avec support physique sont caractérisés par :

- ✓ Un transfert haut débit avec une très bonne sécurité et fiabilité de fonctionnement.
- Une limitation dans la mobilité des stations reliées par ces médias, *i.e.* les stations ne peuvent être déplacées que dans les limites du média.

#### **3.2 Les médias sans support physique**

Les médias sans support physique sont les médias *sans fil*, ils assurent une *transmission non guidée*. Exemple de ces médias est : le canal radio.

Les médias sans support physique sont caractérisés par :

- ✓ Une réelle portabilité en surmontant toute contrainte de mobilité.
- Un débit, une sécurité et une fiabilité inférieure à celles des médias avec support physiques.

### **4 Types de médias de transmission**

De nombreux types de média existent, chacun a ses avantages et ses inconvénients. Il en existe trois types principaux :

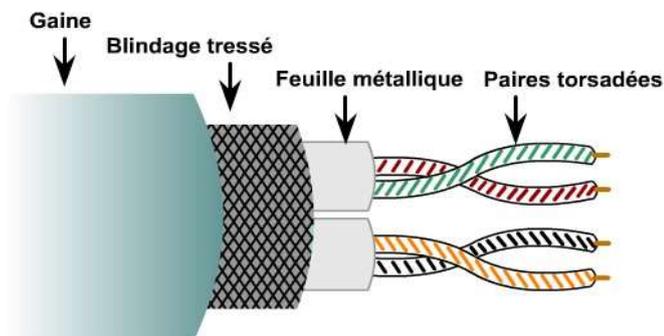
- Ligne électrique : qui sont la *paire torsadée (blindée ou non blindée)* et le *câble coaxial*.
- Fibre optique : qui peut être *monomode* ou *multimode*.
- Ondes radio : à l'aide de l'air (ex. Transmission par micro-ondes).

Notez que le choix du média adapté est essentiel au bon fonctionnement d'un réseau.

#### 4.1 **Paire torsadée blindée (STP)**

La paire torsadée blindée est constituée de deux paires de fils torsadés (d'où le nom de « paire torsadée »). Chacune des paires est entourée d'une feuille métallique, et les deux, ensemble, sont couvertes par un blindage tressé. A l'extérieur une gaine solide protège les deux paires (voir *Figure 51*). La paire torsadée blindée est caractérisée par :

- Un débit de 100 Mbits/s.
- Un coût modéré.
- Une taille moyenne voire grande (connecteur et média).
- Une protection efficace contre bruit électrique et toute interférence externes.
- Une difficulté d'installation (à cause du blindage qui rend difficile le pliage du câble).

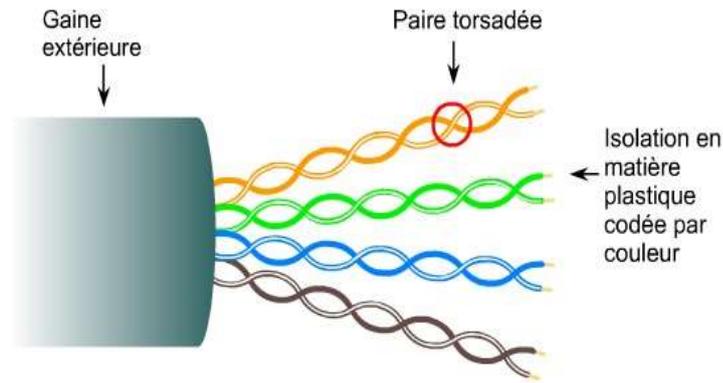


*Figure 51. La paire torsadée blindée*

#### 4.2 **Paire torsadée non blindée (UTP)**

La paire torsadée non blindée est constituée de quatre paires de fils torsadés. Chacun des fils est couvert par un isolant en plastique pour éviter le contact avec les autres fils, et le tout est protégés par une gaine solide à l'extérieur (voir *Figure 52*). La paire torsadée non blindée est caractérisée par :

- Un débit de 10 à 1000 Mbits/s.
- Une petite taille de média ainsi que du connecteur.
- Une installation facile et pas chère.
- Une sensibilité au bruit électrique et aux interférences par rapport la paire torsadée blindée (car elle manque d'une protection extérieure).



**Figure 52. La paire torsadée non blindée**

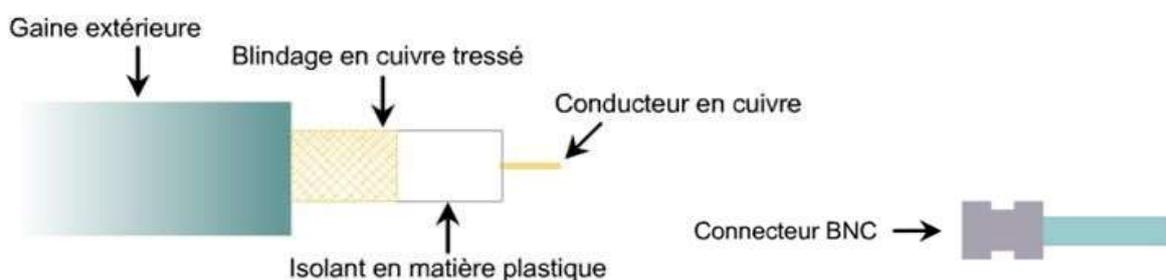
**N.B.** Les paires torsadées blindée et non blindée sont utilisées dans les systèmes téléphoniques.

### 4.3 Câble coaxial

Le câble coaxial est constitué de seulement un conducteur en cuivre qui se trouve au cœur du câble. Ce conducteur est couvert d'un isolant en plastique qui est à son tour couvert par un blindage tressé. Le tout est protégé par une gaine extérieure solide. Le câble coaxial utilise des connecteurs de type BNC (voir *Figure 53*).

Il est caractérisé par :

- Un débit de 10 à 100 Mbits/s.
- Un coût économique (du moins inférieur à celui de la fibre optique).
- Une taille moyenne (connecteur et média).
- Une installation onéreuse (supérieure à celle des STP et UTP).
- Une très bonne protection électromagnétique.



**Figure 53. Le câble coaxial**

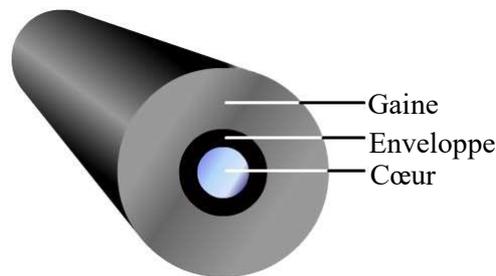
**N.B.** Le câble coaxial est utilisé principalement dans les réseaux de télédiffusion.

### 4.4 Fibre optique

La fibre optique est constituée des éléments suivants (voir *Figure 54*) :

- Un cœur en silice.

- Une **enveloppe** qui entoure le cœur. Elle aussi en silice, mais avec un **indice de réfraction** plus petit que celui du cœur.
- Une **gaine** de protection.



**Figure 54. Composition de la fibre optique**

La fibre optique est caractérisée par :

- Un débit très élevé.
- Un prix élevé.
- Un montage difficile à cause du verre (au cœur) qui rend le câble solide et en même temps fragile, et dont le pliage risque de casser et endommager le cœur.
- Une grande distance parcourue par le signal lumineux.
- Une très bonne protection contre les perturbations (Elle est pratiquement insensible aux perturbations).

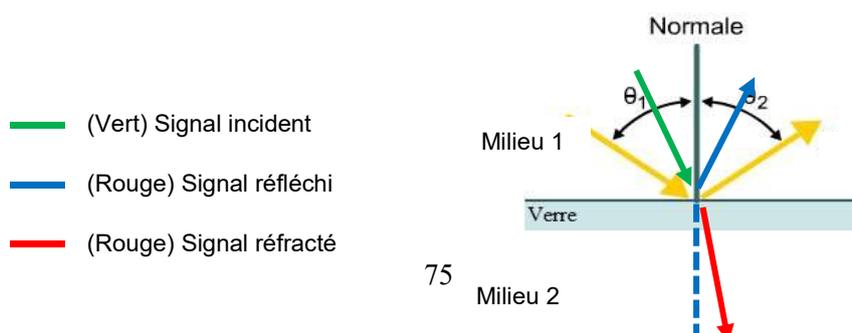
**N.B.** La fibre optique est adaptée aux liaisons point à point.

#### 4.4.1 Principe de fonctionnement

La fibre optique utilise la **lumière** et non le courant électrique (le verre est un isolant). Elle exploite, pour son fonctionnement, les caractéristiques de la lumière, à savoir la *réflexion* et la *réfraction* pour faire passer le signal d'un bout à un autre. Lorsque le rayon lumineux arrive à une surface séparant deux milieux transparents, une partie du rayon est réfractée, et une autre partie se réfléchit (voir *Figure 55*).

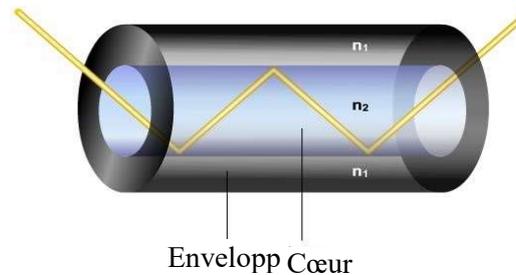
Si on continue d'augmenter l'angle d'incidence ( $\theta_1$  dans la *Figure 55*) la réfraction atteint ses limites et n'est plus possible, on dit qu'il y a une *réflexion totale* (rayon jaune). Dans ce cas l'angle d'incidence  $\theta_1$  devient égal à l'angle réfléchi  $\theta_2$ .

La réflexion totale se manifeste quand l'indice de réfraction du milieu 1 ( $n_1$ ) est supérieure à l'indice de réfraction du second milieu ( $n_2$ ). Notez que chaque matière a un indice de réfraction (**n**).



**Figure 55. La réflexion totale du signal lumineux.**

Ainsi, pour faire transiter le signal lumineux par la fibre optique, le signal doit rester à l'intérieur du cœur jusqu'à ce qu'il atteigne son extrémité. Ainsi, la fibre doit être conçue de façon à ce que sa surface externe serve de miroir au rayon. Donc, selon le principe de la **réflexion totale** :  $n_{\text{cœur}} > n_{\text{enveloppe}}$ .

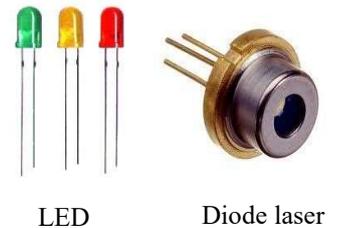


**Figure 56. Fonctionnement de la fibre optique.**

#### 4.4.2 Sources lumineuses

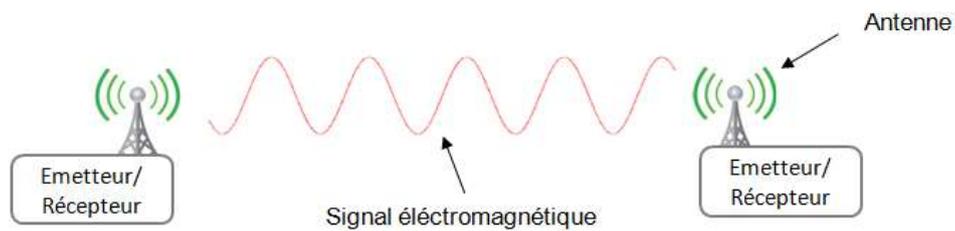
Il existe plusieurs sources lumineuses, les principales sont :

- **LED** : caractérisé par un débit binaire faible, un coût faible et une longue durée de vie.
- **Diode Laser** : caractérisé par un débit binaire plus élevé, avec un coût plus cher et une durée de vie courte.



## 5 Transmission radio

C'est la transmission/réception de la **voix** et des **données** en utilisant des **ondes électromagnétiques** dans un espace libre (ouvert).

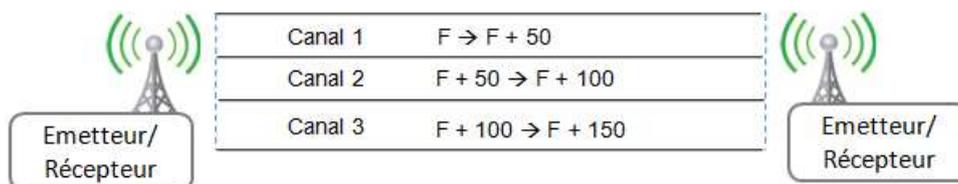


**Figure 57. La transmission radio**

Dans une transmission radio :

- L'émetteur et le récepteur sont équipés d'un équipement d'émission/réception du signal électromagnétique (antenne). L'antenne est un appareil électrique qui transforme les signaux électriques en signaux radio sous la forme d'ondes électromagnétiques (EM) et vice versa.

- La donnée émise de l'expéditeur au destinataire est transmise sur une bande de fréquences bien définie appelée *canal*.
- Chaque canal a une bande passante (un intervalle de fréquence) fixe et une capacité (un débit binaire).
- Différents canaux peuvent être utilisés pour transmettre des données en parallèle et indépendamment (voir *Figure 58*).

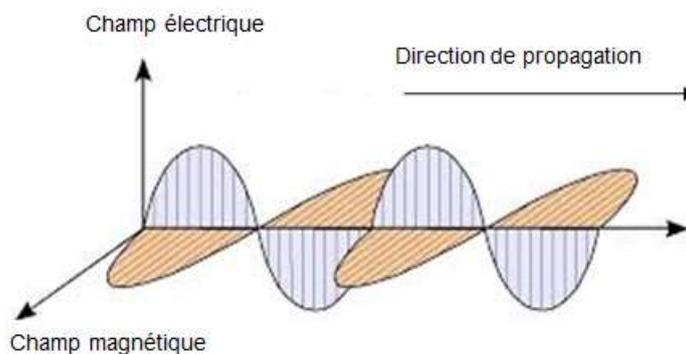


*Figure 58. Les canaux dans une transmission radio*

### 5.1 Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?

Une onde est une perturbation qui se propage dans la matière. Une onde électromagnétique se compose à la fois de champ électrique et magnétique perturbés. Elle transporte l'énergie électromagnétique du champ électromagnétique à travers l'espace, et caractérisée comme suit :

- Ces deux champs oscillent perpendiculairement l'un à l'autre (voir *Figure 59*).
- La direction de propagation de l'onde est perpendiculaire à ces deux champs.
- Elle peut être décrite en utilisant les équations de Maxwell.



*Figure 59. L'onde électromagnétique*

Une propriété principale des ondes est la longueur d'onde qui dépend de la fréquence ; plus la longueur d'onde est faible plus le signal contient de l'énergie. Les caractéristiques de l'onde varient selon la fréquence.

### 5.2 Spectre électromagnétique

Le spectre électromagnétique comporte les ondes LF (Low Frequency) de 30 KHz jusqu'aux ondes EHF (Extreme High Frequency) de 300 GHz (voir *Figure 60*).

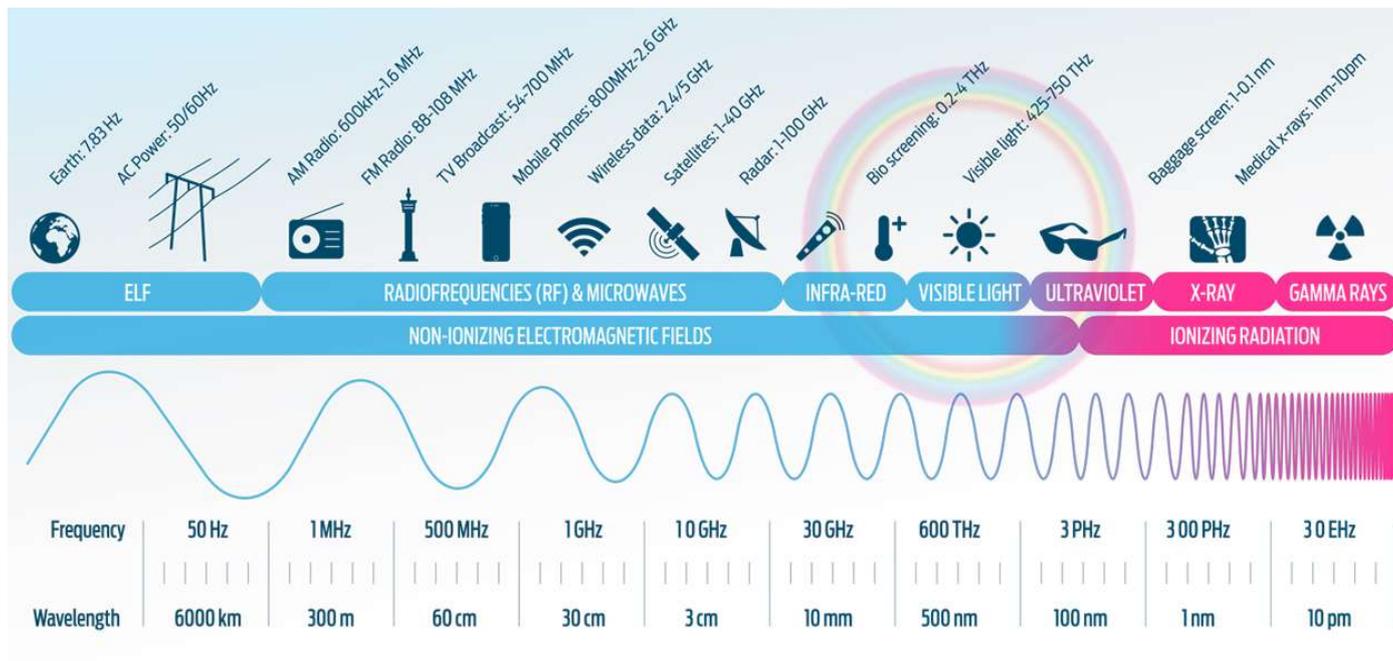


Figure 60. Spectre électromagnétique.

Dans le spectre électromagnétique, remarquer que la longueur d'onde et la fréquence du signal sont inversement proportionnels. La plage des fréquences utilisées pour la transmission radio est celle des radio fréquences et micro-onde, de 600 KHz (la radio) à quelques dizaines de GHz (transmission satellite). C'est cette plage qui comprend les ondes utilisées pour la transmission dans les réseaux mobiles (800 MHz – 2,6 GHz), et les réseaux sans fil (2,4 GHz et 5 GHz).

## 6 Types de réseaux sans fil

Les réseaux sans fil utilisent des ondes radio, à savoir les micro-ondes, pour transmettre les données. Les deux fréquences utilisées sont 2,4 GHz et 5 GHz. La principale différence par rapport aux réseaux filaires est dans les couches orientées transmission, particulièrement les couches physique et liaison. En effet, un réseau sans fil utilise un signal de transmission différent par rapport à celui utilisé par un réseau filaire, et par conséquent les fonctionnalités de la couche physique seront différentes à celle du filaire, aussi bien que les techniques pour établir une liaison entre les équipements.

### 6.1 Types de réseaux sans fil

Considérant la taille du réseau, les réseaux sans fil peuvent avoir une classification similaire à celle des réseaux filaires (voir Figure 61) :

- **WPAN (Wireless Personal Area Networks).**
  - La portée est limitée à quelques dizaines de mètres (bureaux, salles de, etc.).
  - Standards (Technologies): Bluetooth, ZIGBEE, Infrared, RFID, HomeRF.
- **WLAN (Wireless Local Area Networks).**
  - Les réseaux locaux sans fil dont la portée < 500 m (un bâtiment, etc.)

- Standards: Wi-Fi (Wireless Fidelity), HIPERLAN.
- **WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks).**
  - Boucle Locale Radio (BLR)
  - Un WLAN avec une portée jusqu'à 50 Km (ex. une ville).
  - Standards : WiMax, HIPERMAN.
- **WWAN (Wireless Wide Area Networks).**
  - Une très large portée de l'échelle mondiale (la catégorie de réseaux cellulaires mobiles).
  - Standards : GSM et ses évolutions (GPRS, EDGE), CDMA, UMTS, LTE, etc.

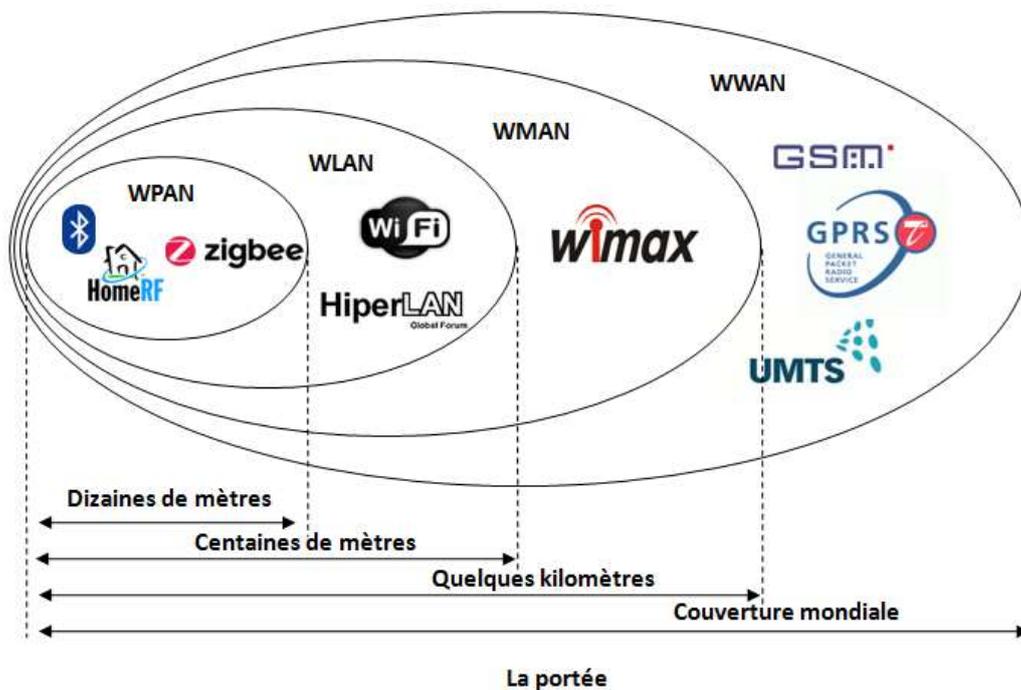
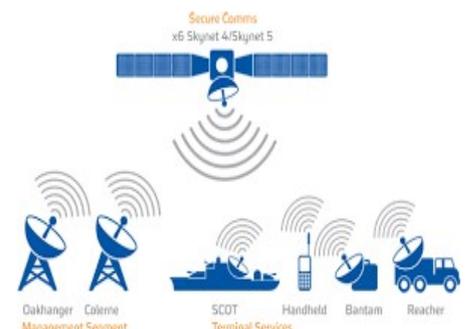


Figure 61. Différent types de réseaux sans fil

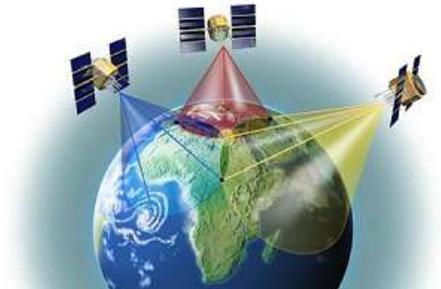
## 6.2 Application de réseaux sans fil

Un système de communication sans fil fournit différents services : l'internet, la vidéoconférence, la téléphonie cellulaire, la télévision, la radio, etc. Selon les services fournis différents types de systèmes de communication sans fil existent :

- **Télévision et radio :**
  - Le premier service sans fil à être diffusé.
  - Exemple de système de communication simplex où l'information n'est transmise que dans un sens et tous les utilisateurs reçoivent les mêmes données.



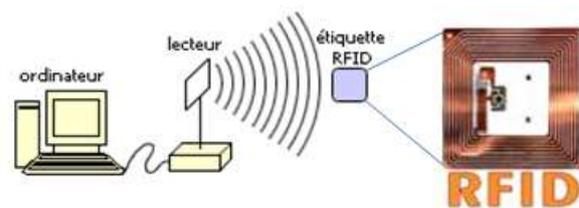
- *La téléphonie mobile (communication cellulaire) :*
  - Le système de communication sans fil le plus utilisé.
  - Le système qui a changé le monde depuis la 1G jusqu'au 5G.
  - Offre plusieurs fonctionnalités : Appel, internet, GPS, Radio, etc.
- *Système de positionnement global (GPS) :*
  - Un service de la communication par satellite.
  - Fournit différents services sans fil, ex. la navigation, le positionnement, la vitesse, etc.



Pas mal d'autres système de communication sans fil existent y compris : la technologie infrarouge (IR), Bluetooth, WiFi, RFID, téléphonie sans fil, radar, etc.



Téléphonie sans fil



Technologie RFID



Radar

## 7 Conclusion

Ce chapitre a présenté les différents supports de transmission avec leurs caractéristiques et leurs modes de fonctionnement. Ces supports sont utilisés pour la transmission des signaux, portant de l'information, entre les équipements d'un réseau. En arrivant à la fin de ce chapitre, on peut dire que nous avons vu l'essentiel de la couche physique du modèle OSI, où nous avons abordés les différents concepts liés à la transmission physique de données, ainsi que les différents supports qui assurent cette transmission.