

Chapitre 1

Les réseaux sans fil

1.1 .Introduction :

Les télécommunications jouent un rôle très important dans la vie des gens. Ces derniers ont de plus en plus besoin de communiquer, d'échanger des informations, de n'importe quel lieu, à n'importe quel moment, avec des exigences accrues sur la rapidité et la qualité de transmission. Avec le développement très rapide des multimédias et l'avènement de l'Internet, le besoin de transmettre des flux de voix, de vidéo, d'images fixes ou autres types d'informations, en plus des données, augmente sans cesse. De plus, pour pouvoir communiquer librement sans le besoin d'infrastructures coûteuses, ou l'encombrement du câblage, ou dans des zones d'accès difficile, la solution est le sans fil.

Les réseaux sans fil (Wireless Networks) constituent de plus en plus une technologie émergente permettant à ses utilisateurs un accès à l'information et aux services électroniques indépendamment de leurs positions géographiques. Le succès de ce type de réseaux ces dernières années est suscité par un grand intérêt de la part des particuliers, des entreprises et du milieu industriel. En effet, ce type de réseaux est perçu comme une nouvelle alternative complémentaire aux réseaux filaires traditionnels, car ils sont autant utilisés dans le cadre des réseaux locaux d'entreprise, pour une utilisation purement professionnelle, que dans le cadre des réseaux locaux personnels à domicile. Dans les réseaux à moyenne et large couverture aussi, la technologie sans fil devient dominante.

1.2. Définition d'un réseau sans fil :

Un réseau sans fil (en anglais Wireless Network) [1] : est un réseau dans lequel au moins deux terminaux sont capables de communiquer entre eux grâce à des signaux radioélectriques. Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité".

Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée, ainsi que par le débit et la portée des transmissions.

1.3. Les technologies sans fil :

Les technologies dites « sans fil », la norme 802.11 en particulier, facilitent et réduisent le coût de connexion pour les réseaux de grande taille. Avec peu de matériel et un peu d'organisation, de grandes quantités d'informations peuvent maintenant circuler sur plusieurs centaines de mètres, sans avoir recours à une compagnie de téléphone ou de câblage. Ces technologies peuvent être classées en quatre parties :

- Les réseaux personnels sans fil : WPAN (Wireless Personal Area Network) ;
- Les réseaux locaux sans fil : WLAN (Wireless Local Area Network) ;
- Les réseaux métropolitains sans fil : WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) ;
- Les larges réseaux sans fil : WWAN (Wireless Wide Area Network) [2].

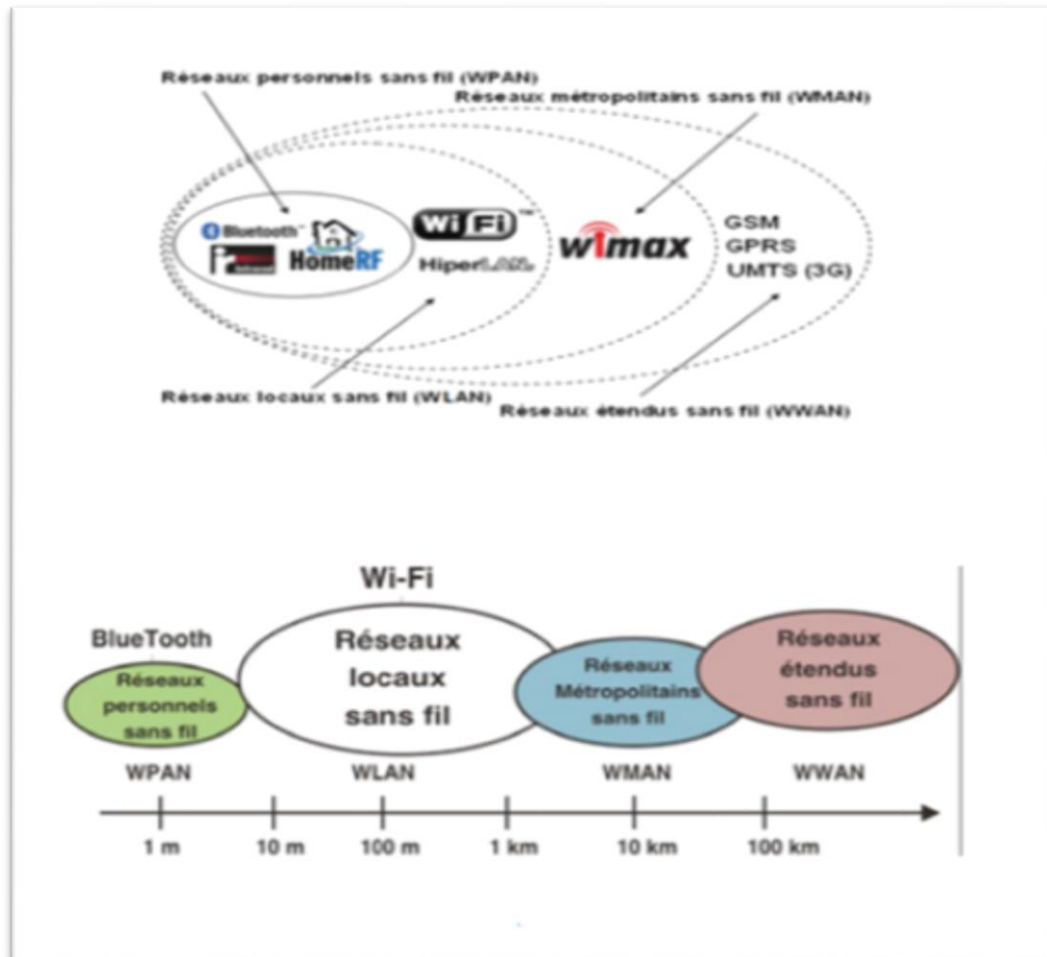


Figure 1.1 : les différentes technologies sans fil

1.3.1. Présentation des réseaux personnels sans fil (WPAN) :

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil et noté WPAN) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ... ou un assistant personnel (PDA : Personnel Digital Assistant)) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes. La Figure 1.2 représente un exemple de réseau personnel sans fil [3].



Figure 1.2 : Exemple d'un réseau personnel sans fil WPAN

Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN :

1.3.1.1.Le Bluetooth :

Lancé en 1994 par Ericsson, son débit théorique est de 1Mbits/s pour une portée maximale d'environ 30 mètres. L'avantage est que cette technologie est peu gourmande en énergie, c'est pourquoi elle est adaptée pour les petits périphériques comme le téléphone portable ou encore une souris.

1.3.1.2.Le HomeRF :

Lancé en 1998, n'a pas su conquérir les utilisateurs malgré le soutien d'Intel. Cette solution a été abandonnée en 2003. Sa vitesse était d'environ 10Mbits/s avec une portée avoisinant les 100 mètres.

1.3.1.3.La technologie ZigBee :

Solution très récente. Il s'agit d'une variante du Bluetooth qui permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une consommation d'énergie très faible. L'avenir de cette solution est garanti. La technologie sans fil s'est toujours heurtée au fait que les appareils sans fil sont extrêmement consommateurs d'électricité.

C'est pour cela que l'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a développée ZigBee. Ce dernier permet la communication machine à machine, avec une très faible consommation électrique et des coûts très bas. Des constructeurs comme Motorola ou Philips le soutiennent déjà. Sa vitesse maximum est de 128 Kbits/s.

Contrairement au Wifi ou au LAN, ZigBee n'a pas besoin d'un système centralisé pour coordonner le flux de messages [4].

1.3.1.4. Les liaisons infrarouges :

Elles sont omniprésentes dans la maison. Par exemple, on peut citer les télécommandes. Cette solution est très simple et pas cher. Par contre, elles sont très sensibles au positionnement des appareils (ils doivent être en face l'un de l'autre) et aux perturbations lumineuses. La liaison fonctionne sur quelques mètres pour une vitesse de quelques Mégabits par secondes [5].

1.3.2. Présentation des réseaux locaux sans fil (WLAN) :

Le LAN sans fil (WLAN) est un système de transmission des données conçu pour assurer une liaison indépendante de l'emplacement des périphériques informatiques qui composent le réseau et utilisant les ondes radios plutôt qu'une infrastructure câblée. Il permet de relier entre eux les terminaux présents dans la zone de couverture. Ce qui est très intéressant c'est sa vitesse de transfert. Il existe différentes technologies utilisées pour les WLAN :

1.3.2.1. Le Wifi :

Le WiFi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11. Grâce aux normes WiFi, il est possible de créer des réseaux locaux sans fil à haut débit. Dans la pratique, le WiFi permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des assistants personnels (PDA : Personal Digital Assistant.), des objets communicants ou même des périphériques à une liaison haut débit (de 11 Mbit/s théoriques ou 6 Mbit/s réels en 802.11b à 54 Mbit/s théoriques ou environ 25 Mbit/s réels en 802.11a ou 802.11g sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres) [6].

1.3.2.2. Le HyperLAN2 :

Hiperlan est une norme européenne. A la base, elle offre un débit de 20Mbits/s, mais la version Hiperlan2 permet d'atteindre 54Mbits/s sur un rayon d'action identique à celui du Wifi. Cette solution exploite la gamme de fréquence de 5GHz alors que le Wifi utilise les 2,4GHz. Cela autorise aujourd'hui son exploitation pour un usage local, sous certaines conditions qui notamment concernent la puissance des émetteurs. Il faut noter que cette solution perd sur terrain au profit du Wifi.

1.3.3.Présentation des réseaux métropolitains sans fil (WMAN) :

Le réseau métropolitain sans fil WMAN est connu sous le nom de Boucle Locale Radio (BLR). Les WMAN sont basés sur la norme IEEE 802.16. La norme 802.16 est généralement appelée Wimax. Il permet des débits de l'ordre de 70 Mbits/s avec une portée de l'ordre de 50 Km. La Figure I-3 représente l'architecture de réseau métropolitain sans fil [7].

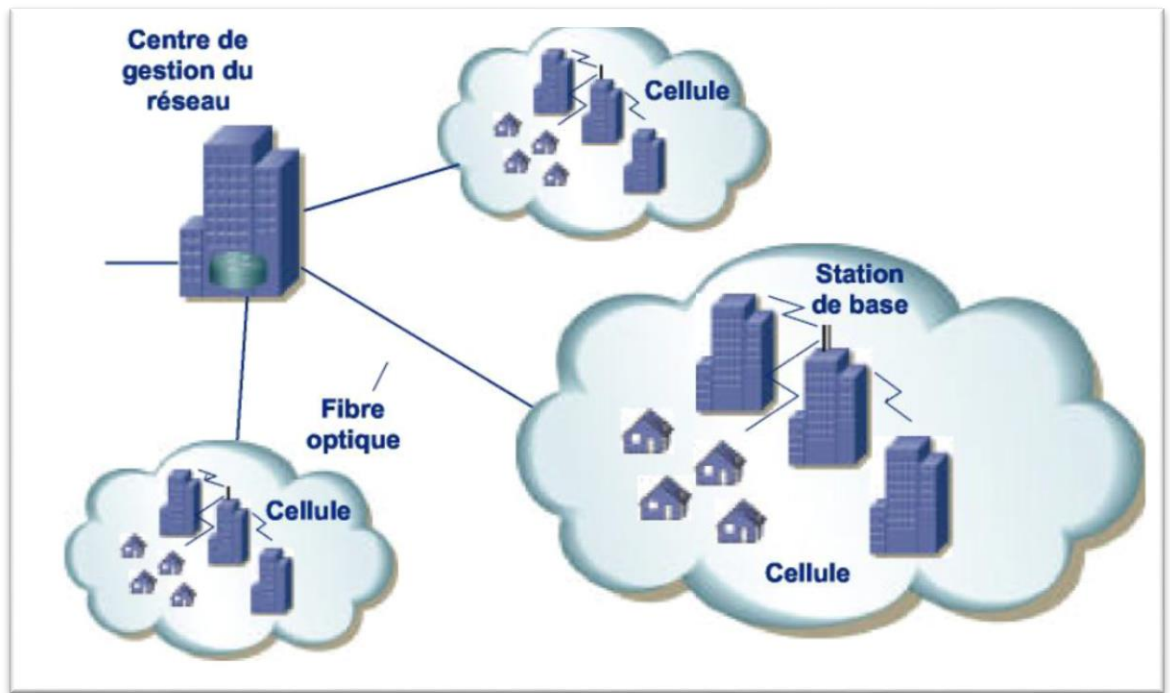


Figure 1.3 : Architecture du réseau métropolitain sans fil

1.3.4.Présentation des réseaux étendus sans fil (WWAN) :

Le réseau étendu sans fil WWAN est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil. Les principales technologies sont les suivantes :

- GSM (Groupe Spécial Mobile) ;
- GPRS (General Packet Radio Service) ;
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

Nous allons expliquer brièvement les 3 technologies :

1.3.4.1.GSM :

Le GSM est un système de radiotéléphonie cellulaire numérique, qui offre à ses abonnés des services qui permettent la communication de station mobile de bout en bout à travers le réseau. La téléphonie est le service le plus important des services offerts. Ce réseau permet la communication entre deux postes mobiles ou entre un poste mobile et un poste fixe. Les autres services proposés sont la transmission de données et la transmission de messages alphanumériques courts. La Figure I-4 représente l'architecture du réseau GSM [8].

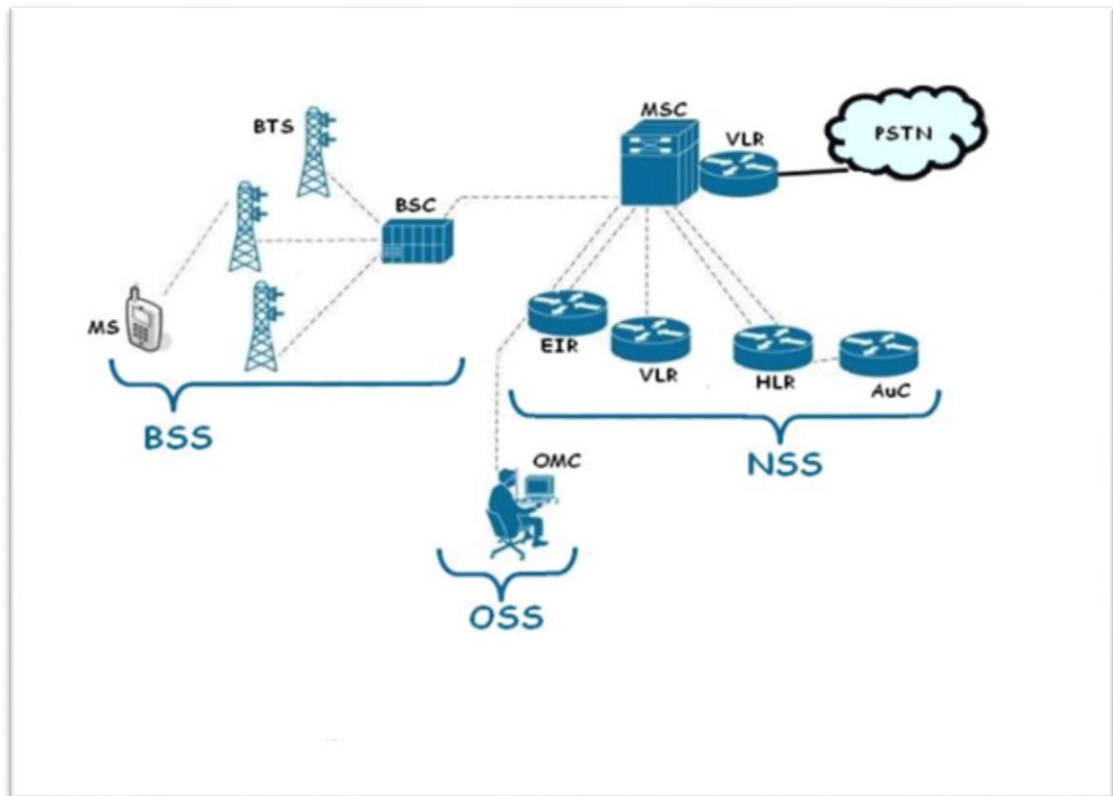


Figure 1.4 : Architecture du réseau GSM

1.3.4.2.GPRS :

Le **General Packet Radio Service** ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G. Le G est l'abréviation de génération et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (2ème génération) et l'UMTS (3ème génération).

Le GPRS est une extension du protocole GSM : il ajoute par rapport à ce dernier la transmission par paquets. Cette méthode est plus adaptée à la transmission des données.

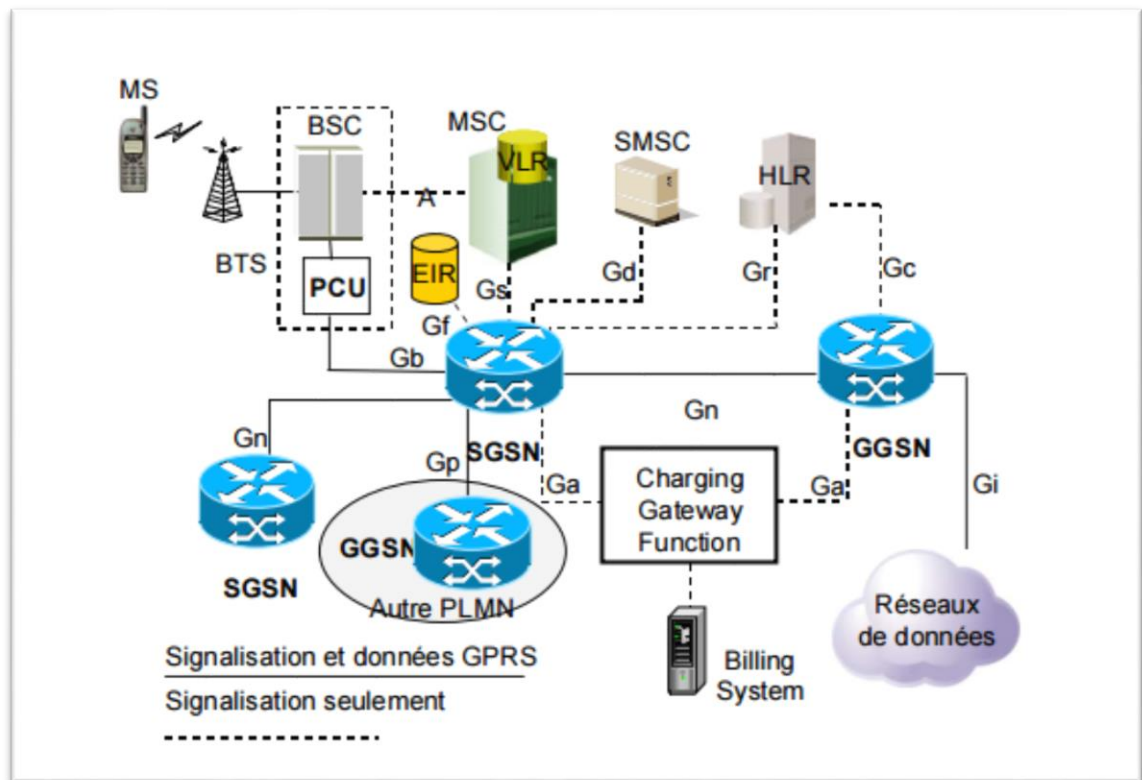


Figure 1.5 : Architecture du réseau GPRS

1.3.4.3.UMTS :

La technologie UMTS permettant de fournir aux utilisateurs une meilleure qualité de service quant aux télécommunications, notamment en ce qui concerne les services offerts (possibilités) et les vitesses de transferts [9].

1.4.Réseaux IEEE 802.11 :

En 1997 l'élaboration du standard IEEE 802.11 pour les réseaux sans fil et son développement rapide fut un pas important dans le développement de tels réseaux. Il a ainsi permis de mettre à la portée de tous un vrai système de communication sans fil pour la mise en place des réseaux informatiques hertziens. Ce standard a été développé pour favoriser l'interopérabilité du matériel entre les différents fabricants ainsi que pour permettre des évolutions futures compatibles, un peu à la manière de l'Ethernet. Ceci signifie que les consommateurs peuvent mélanger des équipements de différents fabricants afin de satisfaire leurs besoins. De plus cette standardisation permet d'obtenir des composants à bas coût, ce qui se traduit par des prix plus faibles pour le consommateur.

Comme tous les standards de l'IEEE, 802.11 couvre les deux premières couches du modèle de référence OSI (Open System Interconnect) , c'est-à-dire : La couche PHYSIQUE et la couche LIAISON DE DONNEES [10].

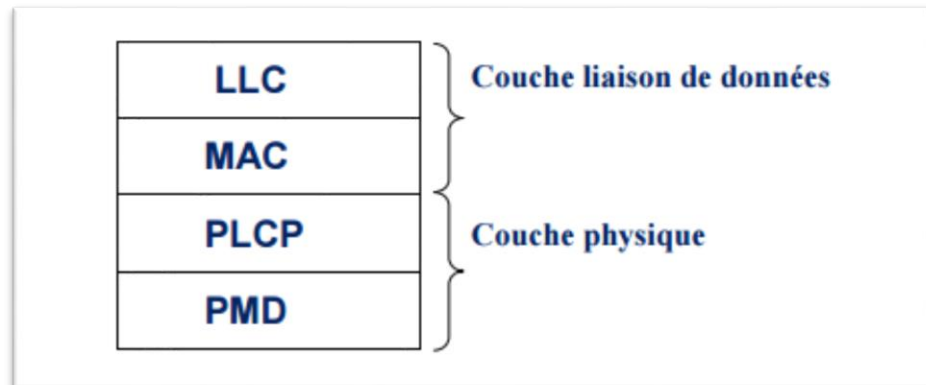


Figure 1.6 : modèle IEEE

1.4.1.Topologies des réseaux IEEE 802.11 :

1.4.1.1.Le mode Infrastructure :

Ce mode de fonctionnement est très semblable au protocole Ethernet des réseaux filaires. Dans ce mode, un réseau 802.11 est un ensemble de cellules de base appelé Basic Service Set BSS. Chaque cellule BSS comporte un point d'accès (AP) matérialisé par un dispositif d'émission/réception. L'AP donne l'accès au réseau aux machines qui le désirent, on peut le comparer aux concentrateurs (hub) des réseaux fixes. Les APs sont en général câblés entre eux afin de créer un réseau de bornes d'accès. Donc les cellules sont reliées par une infrastructure de communication fixe et interconnectées par un système de distribution afin de former un Extended Service Station ESS. Les BSS d'un ESS sont différenciés via leur BSS Identifier (BSSID) de 6 octets correspondant à l'adresse MAC de l'AP. Cette infrastructure incorpore un portail permettant d'assurer l'interface avec un réseau local.

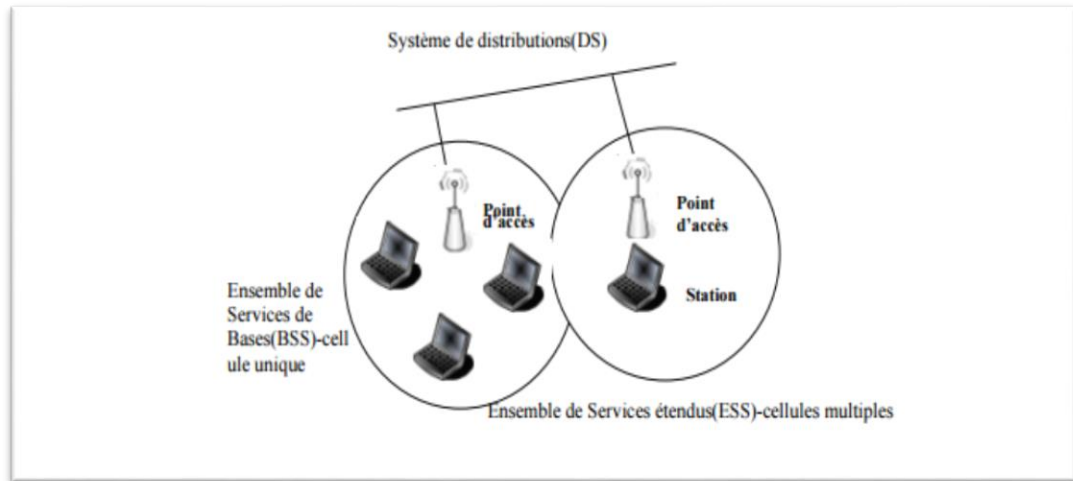


Figure 1.7: Exemple de réseau en mode infrastructure

1.4.1.2. Le mode Ad hoc :

Un réseau Ad Hoc ou encore IBSS est un ensemble de stations possédant une carte Wireless LAN sans la présence d'un AP. Contrairement au réseau à infrastructure, les stations dans un réseau Ad Hoc communiquent directement entre elles [11].

L'avantage de ces réseaux réside dans la facilité de mise en place et d'ajouter de nouvelles stations sur le réseau. L'absence de structures fixes diminue aussi le coût de leur mise en œuvre.

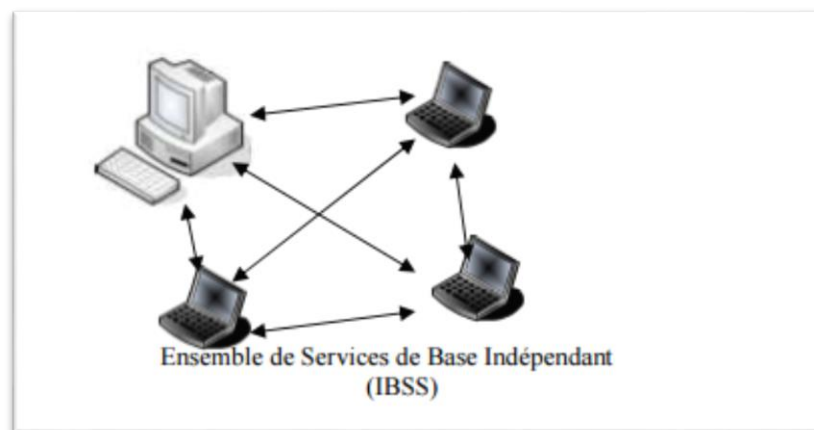


Figure 1.8 : Exemple de réseau en mode ad hoc

1.4.2. Description des couches IEEE 802.11 :

La norme générique IEEE 802.11 correspond au niveau 1 et à une partie du niveau 2 dans le modèle OSI, soit les niveaux : Physique et MAC.

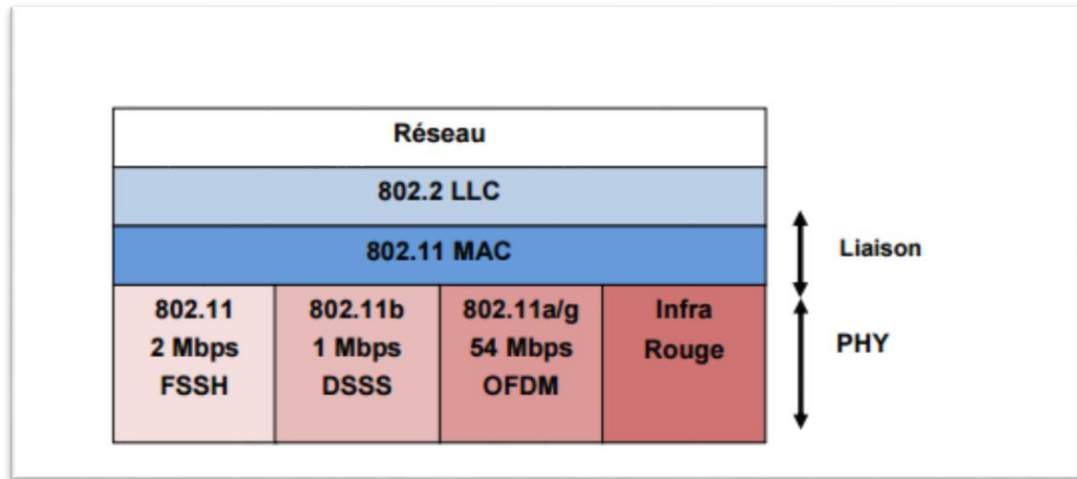


Figure 1.9 : Description des couches IEEE 802.11

1.4.2.1. Couche liaison de données

La couche liaison de données de la norme 802.11 est composée de deux sous-couches :

- La sous-couche de contrôle de liaison logique (LLC : Logical Link Control)
- La sous-couche de contrôle d'accès au support (MAC : Medium Access Control)

a) Sous-couche LLC

La sous-couche LLC 802.11 est totalement identique à la sous-couche LLC 802.2. Le rôle de cette couche est, entre autres, d'adapter les données venant des couches supérieures à la couche physique. Il est ainsi tout à fait possible et voulu de connecter un réseau WLAN à tout autre réseau IEEE 802, filaire ou non.

b) Sous-couche MAC

La sous-couche MAC intègre les mêmes fonctionnalités que la sous-couche MAC 802.3, à savoir :

- Procédure d'allocation du support.
- Adressage des paquets.
- Formatage des trames.
- Contrôle d'erreurs.

En plus de ces fonctions habituellement rendues par la sous-couche MAC, la sous-couche MAC 802.11 offre d'autres fonctions qui sont normalement confiées aux protocoles supérieurs comme :

- -La fragmentation et le réassemblage.
- Les retransmissions de paquets.
- Les accusés de réception.

c) Mécanisme d'accès au support :

La norme 802.11 introduit deux méthodes d'accès au support physique fondamentalement différentes, le DCF et le PCF :

- La méthode DCF équivaut à la méthode d'accès au support des réseaux filaires traditionnels supportant le Best-effort, c'est-à-dire des réseaux dans lesquels tous les utilisateurs ont une même chance d'accéder au support. Il utilise un algorithme distribué pour gérer l'accès au canal. Cet algorithme est basé sur les mécanismes de CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) ou méthode d'accès multiple à détection de porteuse et évitement de collision.
- La méthode PCF, se base sur l'interrogation des terminaux, ou polling, contrôlée par le point d'accès (AP, Access Point). Elle est utilisée pour la transmission de données temps réel, telles que la voix ou la vidéo.

Un réseau de type ad-hoc supporte uniquement le DCF, tandis qu'un réseau infrastructure peut supporter à la fois le DCF et le PCF[11].

1.4.2.2.La couche physique :

La couche physique des réseaux Wi-Fi se décompose en deux sous-couches: la sous-couche PLCP et la sous-couche PMD .

La sous-couche PMD abrite toutes les fonctions de couche physique appliquée à une technologie donnée. Elle spécifie le type de support de transmission, le type d'émetteur récepteur, le type de connecteur, et le type de modulation et de démodulation.

La sous-couche PLCP prend en charge l'écoute du support, pour cela elle fournit un CCA , qui est le signal utilisé par la sous-couche MAC pour savoir si le support est occupé ou non.

Cette sous-couche réalise une correspondance entre les fonctions de la PMD et les interfaces standards implémentées dans la sous-couche MAC.

Un protocole PLCP est défini pour chaque type de couche physique. Avant toute transmission la sous couche PLCP ajoute à chaque unité de données MAC (MPDU) un entête qui contient :

- des données de synchronisation.
- la durée de la transmission de la trame MAC.
- un CRC qui permet de contrôler le contenu de l'entête PLCP.
- la technique de modulation utilisée. La norme Wi-Fi définit quatre types de couches physiques différentes et donc quatre techniques de modulation (FHSS, DSSS, OFDM) [11].

1.5.Application des réseaux sans fil :

Les applications ayant recours aux réseaux ad hoc couvrent un très large spectre, incluant

- les applications militaires et de tactique,
- les bases de données parallèles,
- l'enseignement à distance,
- les systèmes de fichiers répartis,
- la simulation distribuée interactive et plus simplement les applications de calcul distribué ou méta-computing.

D'une façon générale, les réseaux ad hoc sont utilisés dans toute application où le déploiement d'une infrastructure réseau filaire est trop contraignant, soit parce que difficile à mettre en place, soit parce que la durée d'installation du réseau ne justifie pas de câblage à demeure.

L'intérêt est dans un premier temps de pouvoir assurer une connexion au réseau tout en permettant la mobilité de l'utilisateur. De plus, le câblage n'est plus nécessaire, ce qui représente un avantage certain dans de nombreux cas :

- Mise en place d'un réseau dans un bâtiment classé "monument historique".
- Mise en place d'un réseau de courte durée (chantiers, expositions, locaux loués, formations).
- Confort d'utilisation : tous les participants d'une réunion sont automatiquement interconnectés.

- Gain en coût pour la mise en place d'un réseau dans tout bâtiment non préalablement câblé.

1.6.Conclusion :

Ce chapitre a donc introduit les connaissances de bases, commençant par la définition des réseaux sans fil et les différentes catégories de réseaux sans fil, et plus précisément les réseaux IEEE 802.11, à démontrer l'importance des couches basses du modèle en couche. On a cité aussi les différentes variantes de cette norme.

Dans le chapitre suivant, nous nous intéressons plus spécialement aux réseaux ad hoc et au problème de routage dans ce type de réseaux.