

## *MOOC Réseaux Locaux*

### *Le réseau local Wi-Fi (Wi-Fi)*

## **Objectifs généraux du Wi-Fi**

### Objectifs

Cette leçon a pour but de présenter les objectifs de Wi-Fi et ses principales évolutions.

### Prérequis

Connaissances élémentaires des réseaux locaux.

### Connaissances

Principales évolutions de Wi-Fi.

### Compétences

Différencier et expliquer les principales évolutions de Wi-Fi.

### Évaluation des connaissances

Description des évolutions de Wi-Fi.

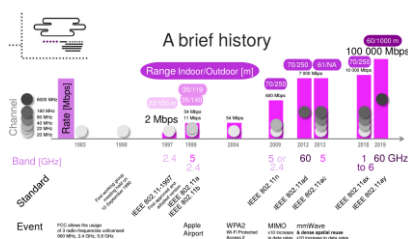
### Évaluation des compétences

Analyser les évolutions de Wi-Fi.

 <p><b>Wi-Fi</b> Introduction</p> <p>Riadh DHAOU</p>	<p>Pendant cette semaine, nous nous intéresserons à la technologie phare des réseaux locaux sans-fil : le Wi-fi. Cet acronyme désignant en fait le terme anglais Wireless Fidelity.</p>
 <p><b>Objectives</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>History of Wi-Fi, the main Wireless Local Area Network</li> <li>Evolution of standardization IEEE 802.11</li> </ul>	<p>Aujourd'hui, cette technologie est largement utilisée dans les réseaux d'entreprise, pour des applications domotiques, dans les transports, dans les gares et aéroports.</p> <p>Les objectifs de cette séance sont d'une part de s'arrêter aux principales étapes de l'histoire des réseaux locaux sans fil Wi-Fi et d'autre part de passer en revue les principales évolutions des standards associés émanant des travaux des groupes de standardisation de l'IEEE 802.11.</p>
 <p><b>Wireless Fidelity (Wi-Fi)</b></p> 	<p>Qu'est-ce qu'un réseau Wi-Fi ? De quoi est-il composé ? Et qu'est-ce qui le distingue de réseau Ethernet, que vous avez eu l'occasion de voir la semaine dernière?</p> <p>Un réseau Wi-Fi permet de relier, par ondes radio, plusieurs équipements informatiques (ordinateur, tablette, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux.</p> <p>La communication peut être directe entre terminaux ou bien via un point d'accès.</p> <p>Comme vous le voyez sur ce schéma, le point d'accès constitue le plus souvent une passerelle entre le réseau sans fil et un réseau filaire.</p> <p>Grace à la nature du support utilisé, le Wi-Fi procure une liberté de mobilité aux usagers et permet de s'affranchir ainsi des contraintes liés au câblage.</p>
 <p><b>Wireless Fidelity (Wi-Fi)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 MAC layer</li> <li>Many physical layers 2.4GHz, 60GHz, infrared...</li> <li>Li-Fi (Light-Fidelity)</li> <li>Unlicensed bands</li> <li>Limited range <ul style="list-style-type: none"> <li>10s meters indoor</li> <li>100s meters outdoor</li> </ul> </li> </ul>	<p>L'une des caractéristiques essentielles des standards Wi-Fi est qu'elles définissent une couche MAC commune à toutes les couches physiques utilisées, et qui sont assez diverses et variées.</p> <p>En effet, le Wi-Fi exploite des bandes de fréquences variées. Les bandes centimétriques (autour des 2.4 GHz), aussi les bandes millimétriques exploitées le plus récemment autour des 60GHz ou encore des communications en infra-rouges. Le Wi-Fi se distingue de technologies concurrentes comme le LiFi qui utilise la partie visible du spectre électromagnétique pour communiquer.</p> <p>L'utilisation des bandes radio est régie par des organismes</p>

propres à chaque pays. Pour éviter qu'une licence ne soit demandée pour chaque type de réseau Wi-Fi, les couches radios utilisent des fréquences situées dans des bandes dites sans-licence. Il s'agit de bandes libres qui ne nécessitent pas d'autorisation d'un organisme de régulation, mais pour lesquelles une limitation de puissance maximale d'émission est imposée.

Vu la limitation de puissance autorisée (de la dizaine à la centaine de milliwatts) la portée de transmission des équipements, et à fortiori le rayon couvert par le point d'accès, est limitée (de quelques dizaines de mètres en indoor à quelques centaines de mètres à l'extérieur).



L'histoire des réseaux Wi-Fi est marquée principalement par une évolution de la couche physique :

Dès la libération, par l'autorité de régulation des télécoms américaine (la Federal Communications Commission) en 1985, des bandes de fréquences des 900 MHz, 2.4 GHz et 5.8 GHz, dites bandes ISM, et qui peuvent être utilisées dans un espace réduit pour des applications industrielles, scientifiques et médicales, la course à l'exploitation de ces bandes sans licence a été engagée. L'organisme de standardisation IEEE s'est emparé de la création de standards de communication pour des réseaux locaux sans-fil en créant le groupe 802.11 en 1990 (on parle alors de WLAN ou Wireless Local Area Network). 7 ans plus tard le premier standard IEEE 802.11 legacy a été finalisé. Plusieurs concurrents existaient à l'époque, nous pouvons citer à titre d'exemple le standard HiperLAN de l'ETSI. Mais les standards IEEE se sont rapidement imposés.

Les premiers standards, 802.11b et plus tard le 11g puis 11n exploitaient la bande 2.4 GHz. Mais très vite, la bande des 5GHz a également été exploitée par les versions a, n et ac. Les ressources radio disponibles sont plus abondantes dans les bandes à fréquences plus élevées. Néanmoins, celles-ci sont plus sensibles aux atténuations (dues aux obstacles ou à la pluie).

Même si la bande ISM est reconnue par les principaux organismes de réglementation (le FCC aux états unis, l'ETSI en Europe ou l'ARCEP en France), sa largeur varie selon les pays. Par exemple, en Europe, la sous-bande des 900MHz est exploitée par le GSM. Des efforts d'harmonisation ont été conduits et de nouvelles sous-bandes sont libérées

progressivement.

En plus des problèmes de réglementation, cette bande est utilisée par de nombreux standards, à part le Wi-Fi, comme le Bluetooth ou Zigbee ce qui provoque d'importants conflits de fréquences et crée des interférences et une dégradation de la qualité des communications. Les organismes de réglementation s'efforcent de libérer de nouvelles bandes de fréquences pour pallier la pénurie de ressources radio et prévoir la densification des WLANs. C'est ainsi que les bandes autour des 60GHz sont désormais utilisées.

Remarquons que les canaux en fréquence utilisés sont de plus en plus larges et varient de la vingtaine de MHz, dans les tous premiers standards, jusqu'à 8GHz pour le 11ay, exploitant la bande millimétrique dont la sortie est prévue pour l'année 2019.

Les utilisations de canaux plus larges, accompagnés de l'exploitation de techniques de transmission avancées, ont permis d'accroître les débits physiques crêtes, qui seront partagées entre les utilisateurs de la même cellule et qui sont passées de 2Mbps dans les toutes premières versions jusqu'à l'ordre de quelques dizaines de Gbps proposées dans les versions en cours de standardisation.

Autre remarque, les lettres qui suivent le 802.11 n'ont aucune signification chronologique, mais elles permettent de désigner les amendements apportés au standard 802.11 émanant des multiples groupes de standardisation. La preuve, 11b culminant à 11Mbps et 11a allant à 54 Mbps sont parus en même temps en septembre 1999.

Notons ici, deux points :

Le premier, est que la technique au niveau physique du 11b est une technique d'étalement de spectre. Alors que les standards 11a et plus récents ont adopté une technique aux performances supérieures l'OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Technique qui était réservée aux systèmes de transmission de données en continue tels que DVB (Digital Video Broadcasting) ou ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Vous verrez plus en détail ces techniques pendant la prochaine leçon.

Le deuxième point est relatif à la mise en disponibilité d'équipements Wi-Fi. Le premier équipement Wi-Fi ayant un

prix raisonnable pour être exploité par le grand public a été introduit par Steve Jobs en juillet 1999. Il s'agit de Apple Airport introduit avec l'Ibook.

Ces amendements sont regroupés dans des documents de références qui sont estampillés par leur année d'apparition par exemple le dernier en date est le standard 802.11-2012.

Cette histoire riche est marquée également par des évolutions technologiques :

- Soit au niveau de la couche physique : par exemple liés à l'utilisation de plusieurs antennes en émission ou en réception. Technique dite Multiple-Input Multiple-Output (ou MIMO). Intégrée dans les équipements Wi-Fi récents dès l'amendement 11n.
- Soit aux niveaux plus élevés, comme pour introduire des éléments liés à la sécurité : principalement l'amendement 11i qui a introduit en 2004 l'authentification par contrôle d'accès au port et le chiffrement des données.

Le terme Wi-Fi est apparu assez tard, il est parfois accompagné par d'un qualificatif comme le Wi-Fi 5 par exemple pour 11a opérant dans la bande des 5GHz, Wi-Fi MIMO pour 11n ou encore Wi-Fi Protected Access (ou WPA2) pour le 11i.

Si aujourd'hui les équipements embarquant les cartes Wi-Fi a, b ou g sont en cours d'extinction, il n'en reste pas moins que les standards 802.11 se doivent d'être rétro-compatibles. Un équipement conforme à 802.11n doit pouvoir communiquer avec un point d'accès 802.11 b ou g.