

Wi-Fi Wireless Fidelity

Le WIFI, ou l'Internet sans-fil

Le Wi-Fi est le nom donné à une famille de protocoles de réseau sans fil qui permettent aux appareils électroniques modernes, tels que les smartphones, les ordinateurs portables et divers gadgets Internet of Things, de se connecter sans fil à un routeur compatible Wi-Fi afin d'accéder à Internet.

Le (ou la) **Wi-Fi**, aussi orthographié **wifi**, est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11). Un réseau Wi-Fi permet de relier par ondes radio plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, smartphone, modem Internet, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux.

Apparues pour la première fois en 1997, les normes IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11), qui sont utilisées internationalement, décrivent les caractéristiques d'un **réseau local sans fil** (WLAN).

La marque déposée « Wi-Fi » correspond initialement au nom donné à la certification délivrée par la Wi-Fi Alliance (« Wireless Ethernet Compatibility Alliance », WECA), organisme ayant pour mission de spécifier l'interopérabilité entre les matériels conformes à la norme 802.11 et de vendre le label « Wi-Fi » aux matériels répondant à ses spécifications.

Pour des raisons de facilité d'usage (et de marketing) le nom de la norme se confond aujourd'hui avec le nom de la certification (c'est le cas en France, en Espagne, au Canada, en Suisse, en Tunisie...). Ainsi, un réseau Wi-Fi est en réalité un réseau répondant à une des normes IEEE 802.11. Dans d'autres pays (Allemagne et États-Unis par exemple) de tels réseaux sont aussi nommés par le terme générique WLAN : Wireless LAN (réseau local sans fil).

Grâce aux normes Wi-Fi, il est possible de créer des réseaux locaux sans fil à haut débit.

En pratique, le Wi-Fi permet de relier des smartphones, ordinateurs portables, des objets connectés ou autres périphériques à une liaison haut débit.

Les débits se sont accrus avec les nouvelles normes Wi-Fi. Voici les débits maximums théoriques (et réels) pour les principales normes : 11 Mbit/s (6 Mbit/s) en 802.11b (1999), 54 Mbit/s (25 Mbit/s) en 802.11a (1999) et 802.11g (2003), 600 Mbit/s en 802.11n (2009) 3,4, 1,3 Gbit/s en 802.11ac (Wi-Fi 5, 2013) et 10,5 Gbit/s en 802.11ax (Wi-Fi 6, 2021).

Historique

Le Wi-Fi est un ensemble de normes concernant les réseaux sans fil qui ont été mises au point par le groupe de travail 11 du comité de normalisation LAN/MAN de l'IEEE (IEEE 802). Sa première norme est publiée en 1997, et permet des échanges à une vitesse théorique de 2 Mbit/s. Le protocole se développe en 1999, avec la publication des amendements IEEE 802.11a et 802.11b, permettant respectivement des transferts de 54 Mbit/s et 11 Mbit/s théoriques.

Le terme « Wi-Fi » suggère la contraction de « Wireless Fidelity », par analogie au terme « Hi-Fi » pour « High Fidelity » (apparu dans les années 1930). Cependant, bien que la Wi-Fi Alliance ait elle-même employé fréquemment ce terme dans divers articles de presse internet (notamment dans le slogan « The Standard for Wireless Fidelity »), selon Phil Belanger, membre fondateur de la Wi-Fi Alliance, le terme « Wi-Fi » n'a jamais eu de réelle signification. Il s'agit bien néanmoins d'un jeu de mots avec « Hi-Fi ».

Le terme « Wi-Fi » est issu de la Wi-Fi Alliance, une association créée en 1998 ; il a été inventé par la société Interbrand, spécialisée dans la communication de marque, afin de proposer un terme plus attractif que la dénomination technique « IEEE 802.11b Direct Sequence ». Interbrand est également à l'origine du logo rappelant le symbole du Yin et du Yang. La marque Wi-Fi a été déposée en France à l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) en juin 2009.

Genre du nom en français

Le Grand Dictionnaire terminologique note que « l'usage a hésité un temps entre le masculin et le féminin, mais a finalement penché vers le masculin ». Le Larousse, le Multidictionnaire de la langue française et Usito considèrent le mot comme uniquement masculin tandis que Le Grand Robert le considère masculin ou féminin. Quant à l'Académie française et la DGLFLF, ils recommandent en 2005 l'utilisation de l'acronyme « ASFI » pour « accès sans fil à l'internet ».

Structure (couches du protocole)

Les normes 802.11 s'attachent à définir les couches basses du modèle OSI pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire :

la couche physique (notée parfois couche PHY), proposant quatre types de codage de l'information ;

la couche liaison de données, constituée de deux sous-couches :

le contrôle de la liaison logique (Logical Link Control, ou LLC) ;

le contrôle d'accès au support (Media Access Control, ou MAC).

La couche physique définit la modulation des ondes radioélectriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, tandis que la couche liaison de données définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique, notamment une méthode d'accès proche de celle utilisée dans le standard Ethernet et les règles de communication entre les différentes stations. Les normes 802.11 proposent donc en réalité trois couches (une couche physique appelée PHY et deux sous-couches relatives à la couche liaison de données du modèle OSI), définissant des modes de transmission alternatifs.

Modes de mise en réseau

Il existe différents modes de mise en réseau :

- *Le mode « Infrastructure »*

Mode qui permet de connecter les ordinateurs équipés d'une carte Wi-Fi entre eux via un ou plusieurs points d'accès (PA) qui agissent comme des concentrateurs (exemple : répéteur ou commutateur en réseau Ethernet). Autrefois ce mode était essentiellement utilisé en entreprise. Dans ce cas, la mise en place d'un tel réseau oblige de poser à intervalles réguliers des bornes « Point d'accès » (PA) dans la zone qui doit être couverte par le réseau. Les bornes, ainsi que les machines, doivent être configurées avec le même nom de réseau (SSID = Service Set Identifier) afin de pouvoir communiquer. L'avantage de ce mode, en entreprise, est de garantir un passage obligé par le Point d'accès : il est donc possible de vérifier qui accède au réseau. Actuellement les FAI, les boutiques spécialisées et les grandes surfaces fournissent aux particuliers des routeurs sans fil qui fonctionnent en mode « Infrastructure », tout en étant très faciles à configurer.

- *Le mode « Ad hoc »*

Mode qui permet de connecter directement les ordinateurs équipés d'une carte Wi-Fi, sans utiliser un matériel tiers tel qu'un point d'accès (en anglais : Access Point, ou AP). Ce mode est idéal pour interconnecter rapidement des machines entre elles sans matériel supplémentaire (exemple : échange de fichiers entre portables dans un train, dans la rue, au café...). La mise en place d'un tel réseau consiste à configurer les machines en mode « Ad hoc » (au lieu du mode « Infrastructure »), la sélection d'un canal (fréquence), d'un nom de réseau (SSID) communs à tous et si nécessaire d'une clé de chiffrement. L'avantage de ce mode est de s'affranchir de matériels tiers, c'est-à-dire de pouvoir fonctionner en l'absence de point d'accès. Des protocoles de routage dynamique (exemples : OLSR, AODV...) rendent envisageable l'utilisation de réseaux maillés autonomes dans lesquels la portée ne se limite pas à ses voisins (tous les participants jouent le rôle du routeur).

- *Le mode « Pont » (« Bridge »)*

Un point d'accès en mode « Pont » sert à connecter un ou plusieurs points d'accès entre eux pour étendre un réseau filaire, par exemple entre deux bâtiments. La connexion se fait au niveau de la couche 2 OSI. Un point d'accès doit fonctionner en mode « Racine » (« Root Bridge », généralement celui qui distribue l'accès Internet) et les autres s'y connectent en mode « Bridge » pour ensuite retransmettre la connexion sur leur interface Ethernet. Chacun de ces points d'accès peut éventuellement être configuré en mode « Pont » avec connexion de clients. Ce mode permet de faire un pont tout en accueillant des clients comme le mode « Infrastructure ».

- *Le mode « Répéteur » (« Range-extender »)*

Un point d'accès en mode « Répéteur » permet de répéter un signal Wi-Fi plus loin (par exemple pour atteindre un fond de couloir en « L »). Contrairement au mode « Pont », l'interface Ethernet reste inactive. Chaque « saut » supplémentaire augmente cependant le temps de latence de la connexion. Un répéteur a également une tendance à diminuer le débit de la connexion. En effet, son antenne doit recevoir un signal et le retransmettre par la même interface ce qui en théorie divise le débit par deux.

Les différentes normes Wi-Fi

Le standard IEEE 802.11 est initialement publié en 1997, et offre des débits de 1 ou 2 Mbit/s (Wi-Fi est un nom commercial, et c'est par abus de langage que l'on parle de « normes » Wi-Fi). Des révisions ont ensuite été apportées à ce standard afin d'augmenter le débit, par le biais d'amendements (c'est le cas des amendements 802.11a, 802.11b, 802.11 g, 802.11n et 802.11ac) ou de spécifier des fonctions de sécurité ou d'interopérabilité. Régulièrement, les changements cumulés apportés par les amendements 802.11 sont regroupés en nouvelles versions du standard 802.11, qui sont identifiées par leur année de parution.

le protocole 802.11b permet un débit théorique allant jusqu'à 11 Mbits par seconde.

le protocole 802.11g permet un débit théorique de 54 Mbits par seconde et utilise une bande de fréquences de 2,4 GHz.

Le protocole 802.11n permet un débit théorique de 300 Mbits par seconde et passe par une bande de fréquence de 2,4 GHz et/ou 5 GHz.

La norme 802.11ac utilise une bande de fréquences entre 5,15 et 5,875 GHz et permet un débit théorique de 1,3 Gbits par seconde. C'est actuellement le protocole le plus rapide qu'il existe. Il est installé sur de nombreux appareils comme les iPhone 6, 7, 8 et X, mais aussi les derniers Samsung Galaxy ou encore l'Honor 8.

La norme 802.11ad qui utilise la bande de fréquence 60 GHz et est, par conséquent, non compatible avec les normes précédente.

La norme 802.11ah sortie en mai 2017 et qui utilise une bande de fréquence de 0,9 GHz.

Vers la fin de l'année 2018, la norme 802.11ax est mise en place. Elle permet un débit théorique atteignant les 10,53 Gbits par seconde.

Les normes WiFi utilisées par les box internet

Les normes WiFi accessibles aux particuliers sont les normes a/b/g/n/ac. La plupart des box internet sont compatibles avec les normes 802.11b/g/n. C'est notamment le cas de la Bbox de Bouygues Telecom. Certaines, comme la Livebox 4 d'Orange, sont aussi compatibles avec la norme WiFi la plus récente, c'est-à-dire la norme 802.11ac. Chez SFR, tout dépend du modèle que vous possédez. Il est toujours possible de le savoir en demandant à votre opérateur ou en vous rendant sur le site web de la WiFi alliance.

En plus d'offrir une certaine mobilité aux usagers, le WiFi offre de nombreux avantages comme son prix abordable, sa facilité d'installation ou encore sa souplesse d'utilisation. Il est notamment possible d'étendre sa zone de connexion, grâce à des répéteurs WiFi.

En revanche, le WiFi présente aussi quelques inconvénients. Ce type de connexion est notamment plus enclin aux piratages, car il n'y a pas besoin de branchements pour se connecter. Il est donc nécessaire de bien sécuriser son réseau WiFi pour éviter la présence d'intrus. Autres inconvénients : de nombreux éléments (comme la présence de d'autres appareils électriques) peuvent faire faiblir la qualité du signal WiFi et les débits sont facilement ralentis en cas de gros obstacles (murs, étages, etc.,...).

Historique de l'intégration

Les iBooks d'Apple furent, en 1999, les premiers ordinateurs à proposer un équipement Wi-Fi intégré (sous le nom d'AirPort), bientôt suivis par le reste de la gamme. D'autres ordinateurs commencent ensuite à être vendus avec des cartes Wi-Fi intégrées tandis que les plus anciens doivent s'équiper d'une carte Wi-Fi externe adaptée (PCMCIA, USB, CompactFlash, PCI, MiniPCI, etc.). À partir de 2003, on voit aussi apparaître des ordinateurs portables intégrant la plate-forme Intel Centrino, qui permet une intégration simplifiée du Wi-Fi.

Les PDA eurent également des cartes Wi-Fi intégrées dans la fin des années 1990, principalement Palm OS et Windows Mobile.

Applications et usages du Wi-Fi

Cette technologie peut ouvrir les portes à un grand nombre d'applications pratiques. Elle peut être utilisée avec de l'IPv4, ou de l'IPv6, et permet le développement de nouveaux algorithmes distribués.

Les utilisateurs des hotspots peuvent se connecter dans des cafés, des hôtels, des aéroports, etc. et accéder à Internet mais aussi bénéficier de tous les services liés à Internet (World Wide Web, courrier électronique, téléphonie (VoIP), téléphonie mobile (VoIP mobile), téléchargements, etc.). Cet accès est utilisable de façon fixe, mais parfois également en situation de mobilité (exemple : le hotspot disponible dans les trains Thalys).

Moto-taxi du Kenya, avec Wi-Fi.

Les hotspots Wi-Fi contribuent à constituer ce que l'on peut appeler un « réseau pervasif ». En anglais, « pervasive » signifie « omniprésent ». Le réseau pervasif est un réseau dans lequel nous sommes connectés, partout, tout le temps si nous le voulons, par l'intermédiaire de nos objets communicants classiques (ordinateurs, téléphones) mais aussi, grâce à des objets multiples équipés d'une capacité de mémoire et d'intelligence : systèmes de positionnement GPS pour voiture, jouets, lampes, appareils ménagers, etc. Ces objets dits « intelligents » sont d'ores et déjà présents autour de nous et le phénomène est appelé à se développer avec le développement du réseau pervasif. À observer ce qui se passe au Japon, aux États-Unis mais aussi en France, l'objet communicant est un levier de croissance pour tout type d'industrie.

En parallèle des accès classiques de type hotspot, le Wi-Fi peut être utilisé pour la technologie de dernier kilomètre dans les zones rurales, couplé à des technologies de collecte de type satellite, fibre optique, WiMAX ou liaison louée.

Les téléphones et smartphones Wi-Fi (GSM, UMTS, DECT) utilisant la technologie VoIP sont devenus très courants.

Antennes omnidirectionnelles

Les antennes Wi-Fi à couverture omnidirectionnelles ou hémisphériques sont quantitativement les plus répandues ; elles sont notamment utilisées dans les hotspots Wi-Fi et dans les smartphones. Dans ce groupe d'antennes plusieurs types existent :

- le dipôle ressemblant à un stylo est l'antenne tige basique (¼ d'onde) la plus rencontrée. Il est omnidirectionnel, et est destiné à la desserte de proximité. Il équipe aussi certains modèles de caméras sans fil numériques Wi-Fi à 2,4 GHz (conformes CE) permettant une PIRE (Puissance Isotrope Rayonnée Équivalente) maximale autorisée de 100 mW, 20 dBm (D standard indicatif = 500 m à vue).

- L'antenne colinéaire souvent installée sur les toits. Elle est omnidirectionnelle, son gain, 7 à 15 dBi, est lié à sa dimension verticale pouvant atteindre 2 m.

- Les antennes patch (plaques) notamment utilisées dans les smartphones et les tablettes tactiles.

Les deux premiers types fonctionnent en polarisation V ; elles peuvent être considérées comme des antennes de stations d'accueil ou de base puisque compatibles avec un environnement 360°.

Antennes directionnelles

- L'**antenne panneau** peut être intérieurement un réseau d'antenne quad ou d'antenne patch, ou un réseau de dipôles. Le gain commence vers 8 dBi (8 × 8 cm) pour atteindre 21 dBi (45 × 45 × 4,5 cm). C'est l'antenne qui présente le meilleur rapport gain/encombrement et aussi le meilleur rendement, qui se situe autour de 85 à 90 %. Au-delà de ce gain maximum, elle est difficile à fabriquer, car surgissent des problèmes de couplage (pertes) entre étages des dipôles et il faudrait en plus envisager le doublement de la surface.

Le volume d'une antenne panneau est minimal.

- L'**antenne type parabole** pleine ou ajourée (grille). Son intérêt d'emploi se situe dans la recherche du gain obtenu à partir d'un diamètre théorique.

Le rendement de la parabole est moyen, 45-55 %. Le volume de l'antenne, qui tient compte de la longueur du bras (bras qui éloigne la tête de réception du réflecteur parabolique), donc de la focale, est significatif.

Une parabole satellite (exemple TPS/CS sans tête 11-12 GHz) est exploitable en Wi-Fi, à condition de prévoir une source adaptée : cornet, patch ou quad mono ou double, etc.

- L'**antenne à fentes** fournit un diagramme sectoriel.

Les amplificateurs et répéteurs de WiFi : une solution pour améliorer sa connexion Internet

Aujourd'hui avec le **WiFi 6**, vous profitez d'une expérience plus fluide et plus intense grâce à un débit wifi plus rapide pour la navigation internet, le streaming, les visios ou les jeux en ligne même quand toute la famille est connectée.

Un routeur WiFi pour améliorer la connexion Wifi

Bien que le WiFi ait la particularité de traverser les murs et même les étages, il a malheureusement tendance à perdre en qualité dès qu'on s'éloigne du routeur. Pour mettre fin à ce problème, il existe cependant des amplificateurs et des répéteurs WiFi.

Les amplificateurs de WiFi, aussi appelé WiFi extender, sont conçus pour amplifier l'intensité du signal. Ils sont conseillés aux personnes ayant des problèmes de réseau. Si vous habitez un logement d'une grande superficie, un WiFi extender est la solution idéale pour profiter d'un accès à internet de qualité dans les pièces les plus éloignées de votre routeur.

Les répéteurs de WiFi, eux, permettent de diffuser le WiFi dans une zone non couverte de votre logement. Grâce à ces appareils, il vous sera possible d'étendre la zone de couverture de votre habitation.

Troisième solution en cas de problème de connexion WiFi dans votre logement : installer des **adaptateurs CPL** (Courants Porteurs en Ligne). Ces prises qui doivent être branchées à une prise électrique permettent de connecter tout un logement au WiFi. Il est possible d'en acheter chez les principaux opérateurs.

2023 Un peu plus d'un an après le Wi-Fi 6E, le **Wi-Fi 7** fait déjà parler de lui. La nouvelle norme Wi-Fi promet en effet de très belles performances, faisant même (presque) oublier les qualités déjà vertigineuses du Wi-Fi 6E.

En septembre 2022, Intel et Broadcom, deux entreprises spécialisées dans les solutions Wi-Fi sur ordinateurs et smartphones, sortaient un communiqué de presse ainsi qu'une

vidéo démontrant les performances plutôt spectaculaires du Wi-Fi 7. Pour cause, dans le court extrait vidéo, on peut observer la rapidité d'une connexion en Wi-Fi 7, comparée au Wi-Fi 6E et au Wi-Fi 6. On y découvre alors que le nouveau Wi-Fi permet d'atteindre un débit de 5 Gb/s, soit **2,5 fois plus** que le Wi-Fi 6E et **5 fois plus rapide** que le **Wi-Fi 6**, qui plafonnent respectivement à 2 Gb/s et 1 Gb/s.

Grâce à des performances accrues, le Wi-Fi 7 permettrait de :

- Utiliser deux bandes de fréquences simultanément. Même si aujourd'hui déjà, le Wi-Fi permet d'accéder à plusieurs bandes sans fil, les équipements compatibles ne choisissent qu'une seule bande de fréquences, et changent automatiquement de bande si la connexion de la première est plus instable. Grâce à la technologie MLO (Multi-Link Operation, opérations multi-liaison en français), les équipements compatibles Wi-Fi 7 pourront utiliser deux bandes de fréquences en même temps, ce qui aura pour conséquence des vitesses plus rapides grâce à l'agrégation.
- Une latence quasiment inexistante. C'est le rêve de tout gamer : grâce au Wi-Fi 7, la latence, ou le ping, devrait être ultra-faible de manière constante. De même, la nouvelle norme Wi-Fi promettrait des performances améliorées dans les environnements denses.

Mais, pour le moment, aucun opérateur télécom ne commercialise de box compatible avec la nouvelle norme Wi-Fi..

Le Li-Fi : l'alternative au WiFi

Les alternatives au WiFi sont à l'heure actuelle peu nombreuses. Pour bénéficier d'un accès à Internet sans fil, il existe le Li-Fi (Light Fidelity). Cette technologie, similaire au morse, utilise l'éclairage LED (Light-Emitting Diode) pour transmettre les données. Lors d'une connexion Li-Fi, les ondes radios sont remplacées par des spectres lumineux. Lorsqu'une LED est allumée, elle transmet un bit 1, lorsqu'elle est éteinte, elle transmet un bit 0. Le changement de fréquence se fait si rapidement (plus d'un million de fois par seconde) qu'il n'est pas possible de l'apercevoir à l'oeil nu.

Au niveau de l'équipement, le routeur Li-Fi se situe dans le bulbe de la lumière LED tandis que le décodeur se trouve, lui, sur le terminal. Comme le WiFi, les données sont transmises de façon bidirectionnelle.