

Parole d'Experts Hub Digital Infrastructure



Wi-Fi 7 : spécificités & avantages



Une publication des experts
du Hub Digital Infrastructure
de Systematic

Hedy Lamarr, vedette de cinéma le jour et inventrice de génie la nuit, est à l'origine de l'un des principes fondateurs du Wi-Fi.

Vous comprenez mieux pourquoi elle est logiquement devenue notre égérie.

C'est donc sous son regard aussi ravageur qu'inspirant que le Hub Digital Infrastructures de Systematic vous propose son nouveau Paroles d'Experts, cette fois-ci dédié au Wi-Fi 7.

Bonne lecture !



Parole d'Experts Hub Digital Infrastructure



Wi-Fi 7 : spécificités & avantages



Une publication des experts
du Hub Digital Infrastructure
de Systematic

- 1 - Introduction
- 2 - Succès et avancées de la technologie Wi-Fi
- 3 - Bande ISM
- 4 - Architecture d'un réseau Wi-Fi
- 5 - Nouveautés du Wi-Fi 7
- 6 - Et la suite...

Rédacteurs

Glossaire

Sources

Mars 2025



Parole d'Experts



Digital Infrastructure

1 - Introduction

Le réseau Wi-Fi, que nous sommes nombreux à utiliser quotidiennement, est un élément essentiel de la connectivité numérique. Depuis plus de 25 ans, cette technologie a révolutionné notre façon de nous connecter à Internet.

Aujourd'hui, le succès du Wi-Fi est tel qu'il transmet plus de la moitié du trafic des internautes. Au cours de la dernière décennie, l'adoption massive d'appareils connectés tels que les smartphones, les tablettes, les téléviseurs connectés, les consoles de jeux vidéo, les caméras de vidéo-surveillance ... a stimulé l'utilisation des technologies Wi-Fi, devenant un moyen économique de transporter de grandes quantités de données à faible coût.

Schématiquement, un réseau Wi-Fi est généralement constitué d'un point d'accès (Access Point, AP) offrant à la fois une connectivité au réseau local sans fil (Local Area Network, LAN) et un accès au réseau de distribution extérieur (Wide Area Network, WAN) pour l'accès à Internet. Plusieurs AP peuvent être connectés entre eux que ce soit par le biais d'un lien filaire ou sans fil. Les terminaux équipés de carte réseau ou module Wi-Fi, aussi appelés stations (STA), s'associent à l'AP qui est à portée radio, ce qui leur permet de rejoindre le réseau Wi-Fi et de communiquer soit entre eux, soit vers l'extérieur.

Défini par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), les différentes versions du Wi-Fi sont basées sur des amendements à la norme IEEE 802.11, e.g. IEEE802.11n (High Throughput, HT), IEEE802.11ac (Very High Throughput, VHT), IEEE802.11ax (High Efficiency, HE) qui ont été intégrés au fur et à mesure de leur ratification. Ainsi la dernière version publiée du standard IEEE 802.11 [1] contient les principaux amendements MAC/PHY jusqu'au IEEE802.11ac tandis que l'amendement IEEE802.11ax [2] sera intégré lors de sa prochaine révision. Afin de faciliter la diffusion de nouvelles générations auprès du grand public, la Wi-Fi Alliance, qui possède la marque Wi-Fi, a introduit une nomenclature simplifiée [3]: Wi-Fi 4 pour l'IEEE802.11n, Wi-Fi 5 pour l'IEEE802.11ac, Wi-Fi 6 pour l'IEEE802.11ax, et tout récemment Wi-Fi 7 pour l'IEEE802.11be [4].

Conçue à l'origine comme une alternative au réseau local Ethernet déployé dans les entreprises, cette technologie a été intégrée à la passerelle résidentielle, la « home gateway », et s'est ainsi rapidement développée chez les particuliers rendant plus facile l'accès Internet à tous les terminaux du foyer. En ville, il n'est pas rare de dénombrer plus de 50 réseaux Wi-Fi dans un voisinage proche. Sous la forme de « hotspots », le Wi-Fi est maintenant déployé partout dans les campus universitaires, les centres commerciaux, les aéroports, les villes, les stades ou les musées ...

2 - Succès et avancées de la technologie Wi-Fi

Les clés du succès de la technologie Wi-Fi reposent sur différents facteurs. En particulier, le coût de déploiement est réduit grâce à l'utilisation de canaux de transmission dans les bandes de fréquence ISM (Industrial, Scientific, and Medical) qui peuvent être utilisées librement (i.e., sans payer de licence), mais au prix d'un partage avec d'autres systèmes et donc de possibles interférences non contrôlées. Selon les pays, les réseaux Wi-Fi utilisent les bandes ISM à 2,4 GHz, 5 GHz ou 6 GHz avec des canaux de 20, 40, 80, 160 ou 320 MHz de large.

Initialement conçue comme une technologie de réseau local, le Wi-Fi ne dispose pas de mécanismes de gestion aussi sophistiqués qu'un réseau cellulaire, son objectif principal étant d'offrir une connectivité aux utilisateurs présents sur site et donc implicitement autorisés. Toutefois, la confidentialité n'a pas été négligée et dès ses premières versions, la sécurité des communications sans fil a été assurée par un protocole de chiffrement reposant sur une clé privée.

Parole d'Experts



Digital Infrastructure

Certains protocoles de sécurité, comme le WEP (Wireless Equivalent Protocol) défini dans la norme initiale IEEE 802.11 de 1997, ayant été « cassés », des protocoles plus robustes sont régulièrement définis, le dernier en date étant le WPA3 (Wi-Fi Protected Access) [5]. Le développement de réseaux multi-AP sur les campus notamment, a par ailleurs conduit à la mise en place de services d'authentification des utilisateurs, comme RADIUS (Remote Authentication Dial in User System) [6] déployés essentiellement en entreprise.

Une évolution permanente ...

Les stations et les points d'accès ont évolué de manière continue et presque imperceptible pour les utilisateurs, intégrant au fil des ans toutes les avancées en matière de techniques de transmission, de codage, et d'autres technologies de pointe. Ainsi, ils intègrent désormais les schémas de modulation et de codage (Modulation and Coding Scheme, MCS) les plus élevés, des canaux de transmissions plus larges, des techniques multi-antennes (Multiple Input Multiple Output, MIMO) ainsi que des schémas de transmission multi-utilisateurs plus efficaces (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access, OFDMA et Multi-User MIMO, MU-MIMO) contribuant à des communications plus fiables et performantes. L'avantage majeur de cette évolution réside dans la rétrocompatibilité, qui permet aux terminaux Wi-Fi de générations précédentes de se connecter aux points d'accès les plus récents et vice versa.

Grâce à ces avancées, la technologie Wi-Fi a vu une augmentation spectaculaire de son débit en l'espace de moins de 30 ans passant de 2 Mbit/s de l'IEEE 802.11-1997 à plusieurs gigabits comme le montre le tableau ci-dessous.

... qui continue aujourd'hui avec le Wi-Fi 7

Le Wi-Fi 7 est la toute dernière version de la technologie Wi-Fi basée sur l'amendement IEEE 802.11be [4] en cours de ratification. Cette technologie promet de définir au moins un mode de fonctionnement permettant d'obtenir un débit maximal de 23 Gbit/s sur la bande 6 GHz, d'où son nom de code « Extremely High Throughput » (EHT). Pour parvenir à de telles performances, le Wi-Fi 7 exploite plusieurs bandes de fréquences dont certaines sont très larges avec une modulation de signal améliorée et un nombre accru de flux gérés comme on le verra par la suite.

La Wi-Fi Alliance, organisation en charge de la définition de plans de tests garantissant l'interopérabilité des matériels Wi-Fi, a annoncé publiquement la disponibilité de la certification d'équipements Wi-Fi 7 lors du CES de Las Vegas en janvier 2024 [7].

	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6E	Wi-Fi 7
Date de lancement	2013	2019	2021	2024
Amendement IEEE	802.11ac	802.11ax	802.11ax	802.11be
Bandes ISM	5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz
Débit de données maximal (PHY)	3,5 Gbit/s	9,6 Gbit/s	9,6 Gbit/s	2,7 Gbit/s à 2,4 GHz 11,5 Gbit/s à 5 GHz 23 Gbit/s à 6 GHz
Largeur du canal	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 160, 320 MHz
Modulation	256-QAM	1024-QAM	1024-QAM	4096-QAM
MIMO maximale	4 x 4	8 x 8	8 x 8	8 x 8
Techniques multi-utilisateurs	DL MIMO	DL/UL OFDMA DL/UL MU-MIMO	DL/UL OFDMA DL/UL MU-MIMO	DL/UL OFDMA DL/UL MU-MIMO
Agrégation de bandes	/	/	/	Oui (MLO)

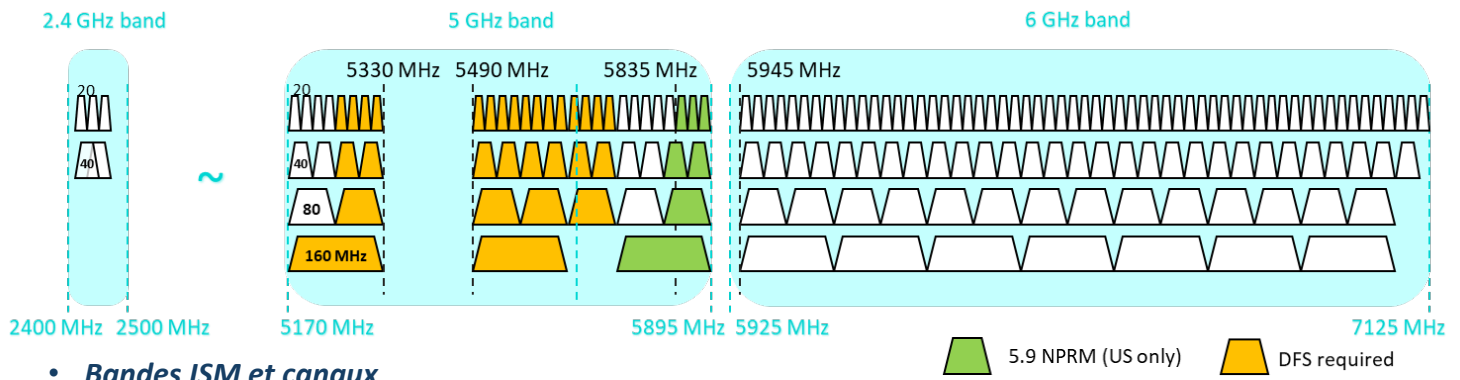
Parole d'Experts



Digital Infrastructure

3 – Bandes ISM

Le Wi-Fi fonctionne principalement sur les bandes non licenciées dédiées aux usages industriels, scientifiques et médicaux (ISM). La coexistence des systèmes opérant sur ces bandes est assurée par plusieurs contraintes, telles que leur puissance maximale, leur densité spectrale de puissance, les mécanismes d'accès au canal (Listen Before Talk, LBT) et/ou la durée maximale de transmission (Duty Cycle, DC).



Principales bandes ISM

Les premiers systèmes Wi-Fi déployés au début des années 2000, reposaient sur l'amendement 802.11b et exploitaient la bande ISM des 2.4GHz (2400 à 2483.5 Mhz en Europe). Peu après suivirent les systèmes basés sur l'amendement 802.11a sur le bas de la bande 5 GHz (5170 à 5250 MHz).

Alors que les utilisateurs avaient besoin de débits toujours plus élevés, les régulateurs ont progressivement ouvert davantage de parties du spectre de la bande 5 GHz (5250 à 5330 MHz, 5490 à 5725 MHz, et même jusqu'à 5835 MHz dans certains pays européens). Ce qui a conduit au développement d'amendements exploitant des bandes passantes de plus en plus larges, allant jusqu'à 160 MHz pour le Wi-Fi 6 (amendement 802.11ax).

Certaines parties de la bande 5 GHz sont occupées par des services dits primaires, notamment les radars. Les systèmes secondaires, comme le Wi-Fi, doivent libérer ces canaux en cas de détection positive de leurs signatures, grâce au mécanisme de Sélection Dynamique de Fréquence (DFS).

Faisant suite à la décision des Etats Unis, les pays européens (au sein de la CEPT-Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) ont décidé d'ouvrir la bande des 6 GHz aux réseaux locaux et donc au Wi-Fi dans leur décision ECC (20)01 de novembre 2020.

Contrairement au régulateur américain (FCC) qui a alloué 1200MHz de bande à ces usages, la CEPT n'a ouvert que la bande 6 GHz allant de 5945 MHz à 6425 MHz, en ne permettant que des équipements de faible puissance en intérieur, ou de très faible puissance pour des usages intérieurs/extérieurs afin, là encore, de protéger les systèmes primaires qui occupaient déjà cette partie du spectre.

La CEPT a préféré une approche par étapes et des études sont en cours quant au devenir de la partie haute de la bande 6GHz, de 6425 MHz à 7125 MHz : les acteurs des technologies cellulaires veulent utiliser ce spectre pour y déployer la « future » 6G tandis que les acteurs du Wi-Fi souhaitent l'obtenir pour une uniformisation du spectre au niveau mondial (économie d'échelle, les produits étant déjà compatibles) ... mais l'issue quant au devenir de ces 700 MHz de bande reste plus qu'incertaine.

Parole d'Experts



Digital Infrastructure

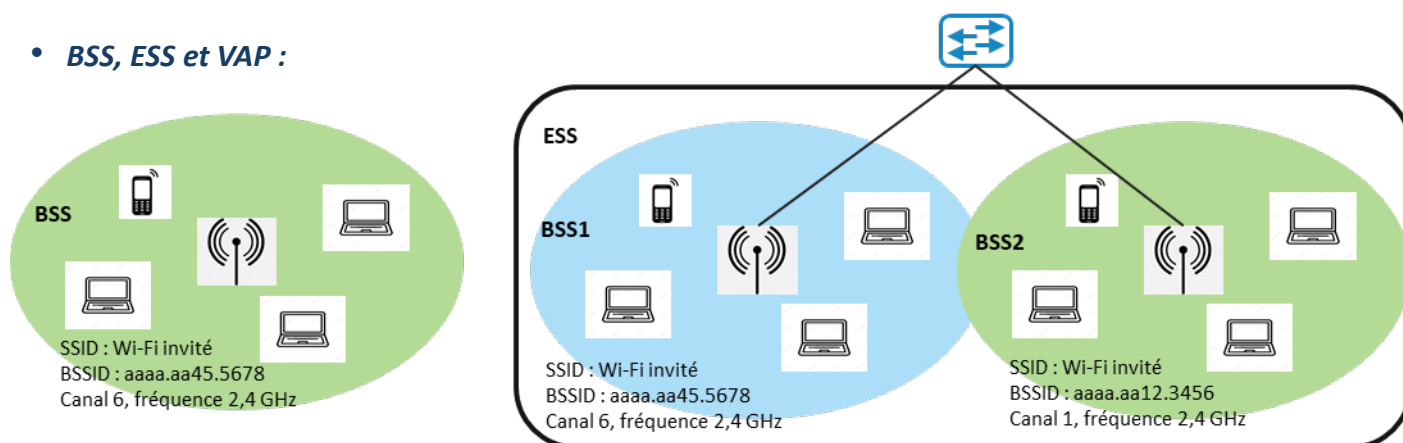
4 – Architecture d'un réseau Wi-Fi

Le BSS (Basic Service Set) est la structure d'échange et de configuration de base d'un réseau Wi-Fi.

En mode infrastructure, le BSS décrit une zone couverte par un point d'accès et identifiée par un identifiant unique appelé BSSID (Basic Service Set Identifier) qui n'est autre que l'adresse MAC du point d'accès, censée être unique. Ainsi, un terminal peut découvrir et trouver un AP grâce au BSSID. Un autre identifiant utilisé est le SSID (Service Set Identifier). Le SSID est la chaîne de caractères permettant d'identifier les réseaux Wi-Fi, présentée aux interfaces utilisateurs afin de différencier les réseaux Wi-Fi qui peuvent exister dans une zone donnée.

Pour couvrir des zones plus larges, plusieurs BSS sont interconnectés pour former un ESS (Extended Service Set). Dans ce cas, les BSS avec des BSSID différents, partagent le même SSID. Ainsi, le transfert d'un BSS à un autre au sein d'un ESS est complètement transparent au terminal mobile, grâce au « roaming » qui garantit la continuité du service. L'interconnexion des BSS est réalisé via un système de distribution (Distributed System, DS), aussi appelé « Portal » dans le standard 802.11.

- **BSS, ESS et VAP :**



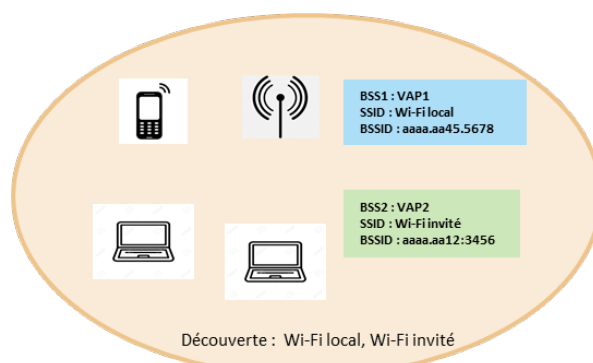
BSS : unité basique d'un réseau WiFi

ESS : un réseau WiFi étendu

En mode ad hoc ou sans infrastructure, les terminaux forment un IBSS (Independent BSS) et communiquent via des liaisons directes sans intermédiaire (sans AP).

De nos jours, un point d'accès Wi-Fi peut être virtualisé en plusieurs points d'accès virtuels (Virtual AP, VAP) afin de réduire le coût de déploiement.

Chaque VAP correspond à une BSS; par conséquent, un AP peut fournir plusieurs BSS avec des SSID différents. Il est ainsi possible de prendre en charge, sur les mêmes AP, plusieurs « réseaux d'accès » comme celui des invités et celui du personnel, par exemple.



Réseau Wi-Fi avec VAP

Parole d'Experts



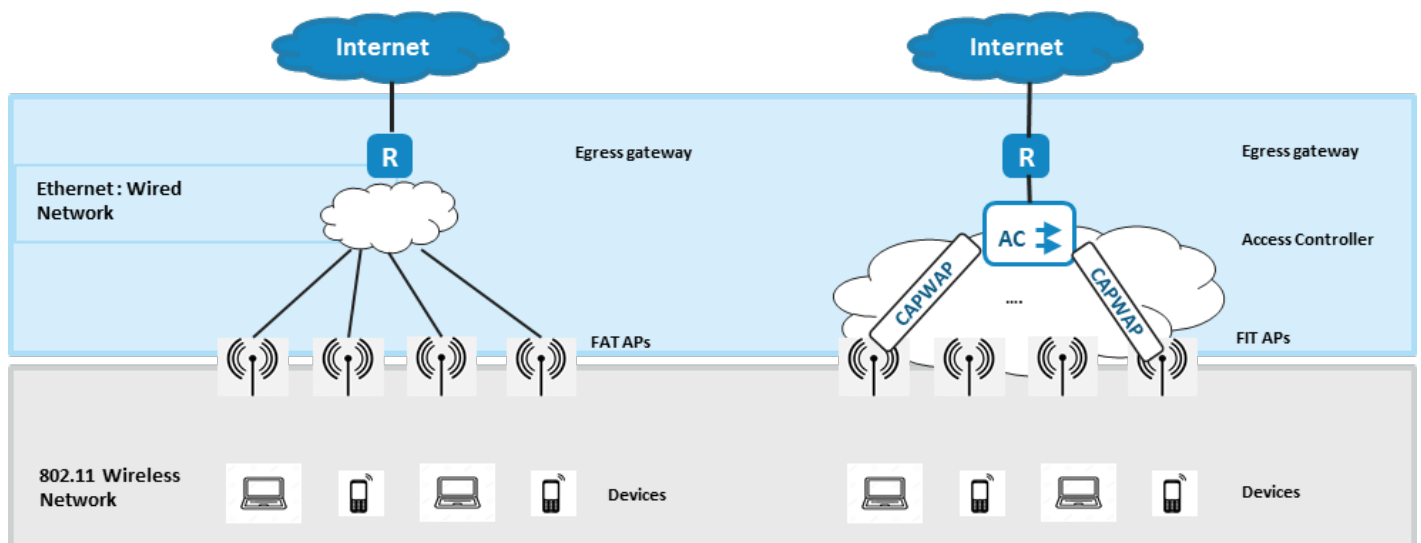
Digital Infrastructure

Architecture distribuée versus centralisée

Un réseau local Wi-Fi administré, tel que déployé dans un campus ou un centre commercial, couvre généralement une large zone, nécessitant l'utilisation de plusieurs points d'accès (AP) pour former un réseau étendu. Ainsi, l'architecture d'un tel réseau comporte deux parties : l'interface locale (le Wi-Fi à proprement parler) qui permet aux terminaux de se connecter aux AP, et l'interface avec le système de distribution, qui assure à la fois la communication entre les terminaux et l'accès à Internet si nécessaire. Le système de distribution repose soit sur la technologie Ethernet, soit sur la version « mesh » du Wi-Fi (définie dans l'amendement IEEE 802.11s [1]), ou une combinaison des deux pour assurer la redondance.

L'architecture d'un réseau Wi-Fi administré a évolué d'une architecture complètement distribuée au niveau de l'AP vers une architecture semi-distribuée, voire centralisée, entre les AP et un équipement dédié appelé contrôleur d'accès (Access Controller, AC) [8].

- **Architecture de déploiement : distribuée (FAT APs) vs centralisée (FIT APs) [8] :**



L'architecture distribuée, appelée « architecture de réseau autonome », ne nécessite pas d'équipements dédiés pour le contrôle. Toutes les fonctions, telles que l'association des terminaux, l'authentification, le chiffrement des données et leur transmission sont assurées par le point d'accès. Celui-ci est ainsi qualifié de point d'accès lourd (Fat AP). Chaque AP est configuré séparément et gère son BSS d'une manière indépendante et *autonome*. Cette architecture est utilisée dans les réseaux d'entreprise de petite taille.

Les réseaux d'entreprise, qui comportent un grand nombre de terminaux et une couverture étendue, privilégient quant à eux une architecture centralisée. Un contrôleur d'accès est ajouté à l'architecture initiale afin d'unifier le contrôle, la gestion et la transmission des données de tous les AP. Dans ce cas, le point d'accès est qualifié de léger (Fit AP), car les protocoles de contrôle, de gestion et de données sont déportés vers le contrôleur. Dans une architecture semi-distribuée, la configuration et la gestion des AP restent centralisées, mais seul le plan de gestion est implémenté sur le contrôleur. Cela permet d'éviter un goulot d'étranglement sur ce dernier, causé par l'augmentation du trafic observée à partir des versions 802.11n et 802.11ac.

Parole d'Experts



Digital Infrastructure

L'architecture distribuée, appelée « architecture de réseau autonome », ne nécessite pas d'équipements dédiés pour le contrôle. Toutes les fonctions telles que l'association des terminaux, l'authentification, le chiffrement des données et leur transmission sont assurées par le point d'accès, il est ainsi qualifié de lourd, Fat AP.

Chaque AP est configuré séparément et gère son BSS d'une manière indépendante et *autonome*. Cette architecture est utilisée dans les réseaux résidentiels et les réseaux d'entreprise de petite taille. Dans un réseau résidentiel, la « home box » est à la fois un AP pour les terminaux et un routeur pour assurer la connexion vers Internet par un accès fibre, ADSL ou même 3G/4G.

Les réseaux d'entreprise comportant un grand nombre de terminaux avec une couverture étendue favorisent une architecture centralisée. Un contrôleur d'accès est ajouté à l'architecture initiale pour unifier le contrôle, la gestion et la transmission des données de tous les AP. Le point d'accès est dit léger ou Fit AP dans ce cas, les plans de contrôle, de gestion et celui des données sont déportés au niveau du contrôleur. Dans le schéma semi-distribué, la configuration et la gestion des AP sont implémentés sur le contrôleur évitant ainsi le goulot d'étranglement sur le contrôleur dû à l'accroissement du trafic à partir des versions 802.11n et 802.11ac.

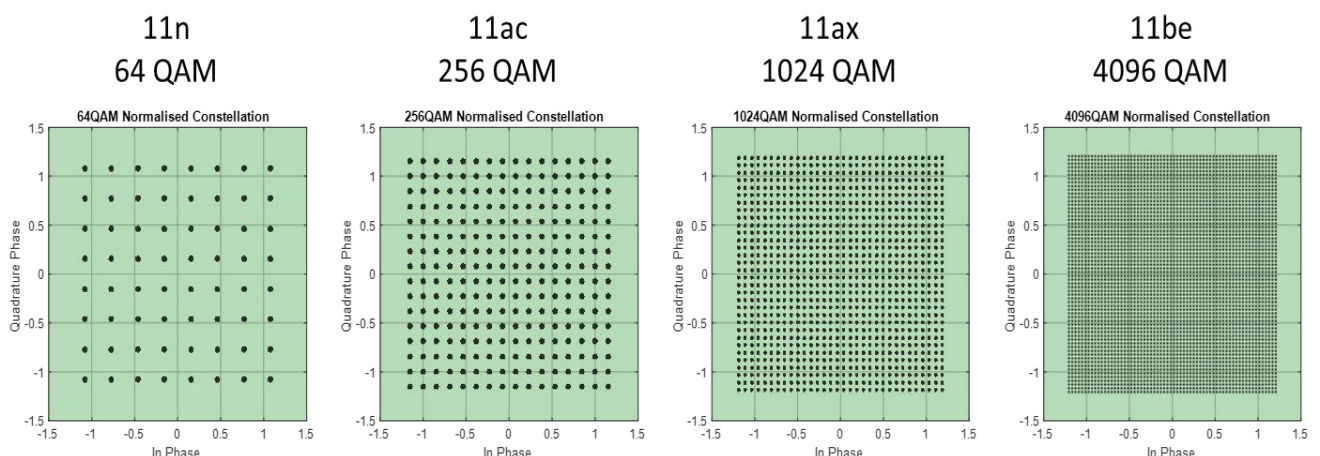
A noter qu'un réseau Wi-Fi résidentiel a une architecture proche de celle distribuée, même si on voit l'émergence de réseaux maillés, suivant par exemple la spécification EasyMesh de la Wi-Fi Alliance [9], et coordonnés par un contrôleur qui est soit un équipement du réseau soit une entité dans le cloud.

5 – Nouveautés du Wi-Fi 7

Le Wi-Fi 7 introduit de nombreuses nouveautés ayant pour but d'améliorer le débit maximal mais également de réduire la latence dans certains cas d'usages. Parmi celles-ci on peut notamment noter :

La modulation d'amplitude en quadrature de 4096 points (4096 QAM), permet d'augmenter le nombre de bits transmis par symbole de 20% par rapport au Wi-Fi 6 (12 bits au lieu de 10). Cette nouvelle modulation pose évidemment de plus fortes contraintes sur la qualité des chaînes de transmission mais également de réception (sensibilité) comme la figure ci-dessous le montre. Chaque point de la constellation associée à une modulation d'amplitude doit pouvoir être identifié avec une forte probabilité.

- **Modulation maximale en fonction des générations Wi-Fi :**



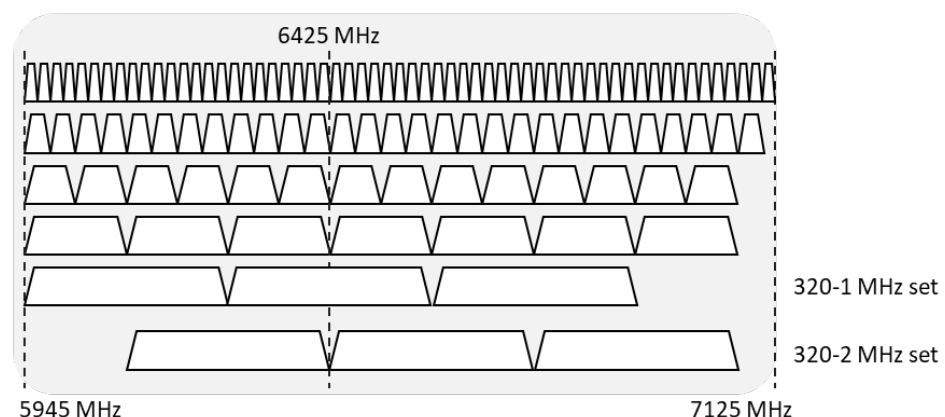
Parole d'Experts



Digital Infrastructure

Le support de canaux de 320 MHz dans la bande des 6 GHz permet au Wi-Fi 7 de doubler le débit par rapport au Wi-Fi 6E (qui est le Wi-Fi 6 opérant dans la bande des 6 GHz). Deux ensembles de canalisation sont proposés sur l'ensemble de la bande. En Europe, seul le premier canal de chaque ensemble (320-1 et 320-2) est accessible pour le moment.

- **Plan des canaux définis en Wi-Fi 7 dans la bande 6 GHz :**



Cependant, dans des environnements denses ou encombrés, certaines parties de ces canaux large bande peuvent être inutilisables en raison d'interférences provenant d'autres réseaux ou dispositifs (ex : appareils IoT). La technique de **"poinçonnage"** (puncturing) permet alors d'enlever des sous-porteuses de 20, 40 ou 80 MHz et de contourner ces interférences et de continuer à utiliser le reste du canal.

Une agrégation de trames allant jusqu'à 1024 trames (512 testés en certification) permet au Wi-Fi 7 d'augmenter le débit (et dans une moindre mesure la latence) par rapport au Wi-Fi 6 dont le maximum était de 256 trames.

Le mode d'opération multi-lien (« Multi-Link Operation » ou MLO)

Ce mode représente la véritable innovation du Wi-Fi 7. Il consiste à autoriser les associations des stations non plus à un seul point d'accès à la fois, mais à plusieurs AP co-localisés au sein d'un même équipement en même temps. Ainsi une station Wi-Fi 7 peut s'associer simultanément à un point d'accès Wi-Fi 7 sur les bandes 2,4 GHz et 6 GHz par exemple, et si elle supporte la transmission et la réception simultanées sur ces bandes, elle pourra émettre et recevoir des données sur l'une et/ou l'autre sans aucune interruption. À l'inverse, une station Wi-Fi 6 devra se déconnecter d'une bande pour passer à une autre, entraînant une perte de contexte et une augmentation de la latence.

Avec le Wi-Fi 7, le Wi-Fi se « cellularise » en adoptant un mécanisme proche de l'agrégation de porteuses, utilisée en 4G/5G.

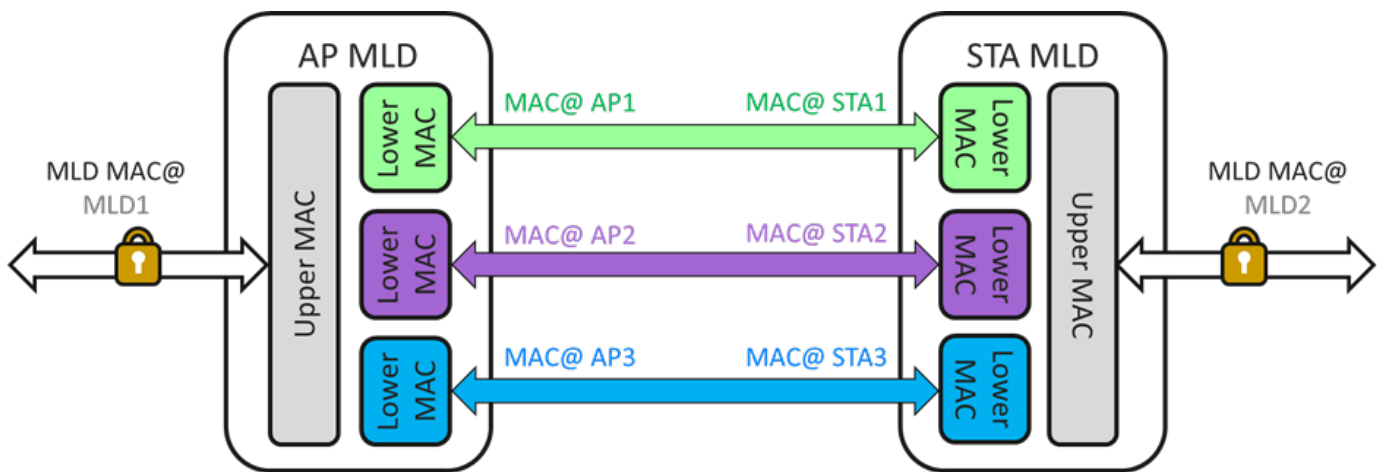
Le concept de MLO est implanté en scindant la couche MAC (Medium Access Control) en deux et en assignant une adresse MAC par équipement (Multi-Link Device, MLD MAC address) pour la partie MAC haute, et une adresse MAC classique pour la partie MAC basse, différente pour chaque lien (et qui transitera en clair au niveau de la couche physique du lien). L'adresse MAC MLD est utilisée pour le chiffrement des données, d'où son unicité en Wi-Fi 7 afin de permettre à un paquet d'être transmis sur n'importe quel lien sans avoir à le recoder.

Parole d'Experts



Digital Infrastructure

- **Architecture haut niveau du MLO :**



En théorie, le MLO offre plusieurs avantages : il permet d'augmenter le débit en répartissant les données sur différentes bandes, de réduire la latence en acheminant un paquet via la première bande disponible, et d'améliorer la robustesse en transmettant simultanément les mêmes informations sur plusieurs bandes. En pratique, bien que les points d'accès compatibles STR (Simultaneous Transmit and Receive) puissent émettre et recevoir sur toutes les bandes simultanément, les clients, notamment les appareils compacts comme les smartphones, sont souvent plus limités. Ces appareils pourraient ne prendre en charge que certaines combinaisons de bandes simultanément (par exemple, 2,4 GHz et 6 GHz ou 2,4 GHz et 5 GHz), voire se restreindre à une seule bande à la fois en raison de contraintes physiques et énergétiques.

6 – Et la suite...

L'IEEE 802.11 travaille déjà sur le successeur du Wi-Fi 7, l'amendement 802.11bn nommé « Ultra High Reliability » (UHR) qui devrait vraisemblablement servir de base technique au Wi-Fi 8 [10]. Avec la 4K-QAM et les canaux de 320 MHz qui repoussent déjà les limites de la couche physique, cet amendement se concentrera sur la fiabilisation des transmissions. Pour ce faire, des concepts de coopération entre plusieurs points d'accès au niveau de la couche physique sont en cours d'étude. Citons par exemple, le beamforming conjoint et le beamforming coordonné.

Parole d'Experts



Digital Infrastructure

Les rédacteurs :



Véronique Vèque
Professeure des Universités
Université Paris-Saclay



Lynda Zitoune
Maîtresse de conférences
Université Paris-Saclay



Massinissa Lalam
Expert en systèmes de télécommunications
Sagemcom

Glossaire :

AP	Medium Access
STA	Basic Service Set
ISM	BSS Identifier
IEEE	ServiceSet Identifier
DS	Extended Service Set
RADIUS	Modulation and Coding Scheme
STR	Downlink
MLSR	Uplink
MIMO	Medium Access
OFDM	Basic Service Set
OFDMA	BSS Identifier
QAM	ServiceSet Identifier
MAC	Extended Service Set
BSS	Modulation and Coding Scheme
BSSID	Downlink

SSID	ServiceSet Identifier
ESS	Extended Service Set
MCS	Modulation and Coding Scheme
DL	Downlink
UL	Uplink
MU-MIMO	Multi-User MIMO

Parole d'Experts



Digital Infrastructure

Sources :

- [1] "IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," in *IEEE Std 802.11-2020 (Revision of IEEE Std 802.11-2016)*, pp.1-4379, 26 Feb. 2021, doi: 10.1109/IEEEESTD.2021.9363693.
- [2] "IEEE Standard for Information Technology--Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks--Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 1: Enhancements for High-Efficiency WLAN," in *IEEE Std 802.11ax-2021 (Amendment to IEEE Std 802.11-2020)*, vol., no., pp.1-767, 19 May 2021, doi: 10.1109/IEEEESTD.2021.9442429.
- [3] <https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-wi-fi-6> (accédé le 28/01/2025).
- [4] "IEEE Draft Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment: Enhancements for Extremely High Throughput (EHT)," in *IEEE P802.11be/D3.0*, January 2023, vol., no., pp.1-999, 1 March 2023.
- [5] <https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-wi-fi-certified-wpa3-security> (accédé le 28/01/2025).
- [6] "Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS) Protocol Extensions", RFC 6929, April 2013.
- [7] <https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-wi-fi-certified-7> (accédé le 28/01/2025).
- [8] "Concept de base du WLAN", Forum technologique Huawei, <https://forum.huawei.com/enterprise/intl/fr/thread/blog/688864017067687936?tab=all&blogId=688864017067687936>
- [9] <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-easymesh> (accédé le 28/01/2025).
- [10] <https://standards.ieee.org/ieee/802.11bn/11393/> (accédé le 28/01/2025).