



Whitepaper

Wi-Fi 7 - L'avenir de la connectivité sans fil





Depuis plus de deux décennies, la technologie Wi-Fi n'a cessé d'évoluer pour répondre aux besoins croissants résultant de l'augmentation constante du nombre de clients, de l'accroissement des besoins en bande passante et d'une faible latence. L'introduction de la bande de fréquences de 6 GHz dans le Wi-Fi 6E a marqué un véritable tournant dans la technologie Wi-Fi, en fournissant une bande de fréquences exclusive au Wi-Fi pour des communications sans fil performantes et sans interférences. Maintenant, la prochaine génération de Wi-Fi est dans les starting-blocks : le Wi-Fi 7 promet non seulement des vitesses encore plus rapides, mais aussi une réactivité et une fiabilité considérablement améliorées pour les expériences utilisateur immersives et les technologies futures exigeantes.

L'évolution du Wi-Fi

L'aperçu suivant montre les principales différences dans l'évolution du Wi-Fi 6 au Wi-Fi 7 :

	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6E	Wi-Fi 7
Débit max. (brut)*	9,6 GBit/s	9,6 GBit/s	46 GBit/s
Bandes de fréquences	2,4 GHz 5 GHz	2,4 GHz 5 GHz 6 GHz	2,4 GHz 5 GHz 6 GHz
Modulation	QAM-1024	QAM-1024	QAM-4096
Largeur de canal prise en charge	20 MHz 40 MHz 80 MHz 160 MHz	20 MHz 40 MHz 80 MHz 160 MHz	20 MHz 40 MHz 80 MHz 160 MHz 320 MHz
MIMO	8×8 MU-MIMO	8×8 MU-MIMO	16×16 MU-MIMO
Opération multi-liens	–	–	oui
Resource Units	Une RU par client	Une RU par client	Plusieurs RU par client

* En cas d'utilisation des niveaux d'extension maximaux prévus dans la norme.

Ce whitepaper illustre les principales avancées et leur contexte technique.

6 GHz

La bande de fréquence de 6 GHz avait déjà été introduite avec le Wi-Fi 6E. L'avantage : la bande des 6 GHz est uniquement destinée aux transmissions Wi-Fi. Elle est donc exempte d'interférences et offre une latence minimale et un débit de données maximal, ce qui est particulièrement important pour les applications sensibles au temps et les connexions réactives. En revanche, le spectre disponible dans les bandes de 2,4 et 5 GHz ainsi que son utilisation par d'autres technologies radio ou par des utilisateurs primaires constituent souvent un goulot d'étranglement. Ainsi, la bande de fréquences de 2,4 GHz est encombrée d'un grand nombre de clients, comme les babyphones et les micro-ondes. Et le nombre d'utilisateurs ne cesse d'augmenter aussi dans la bande des 5 GHz, où la DFS (détection de radars) pose en outre problème.

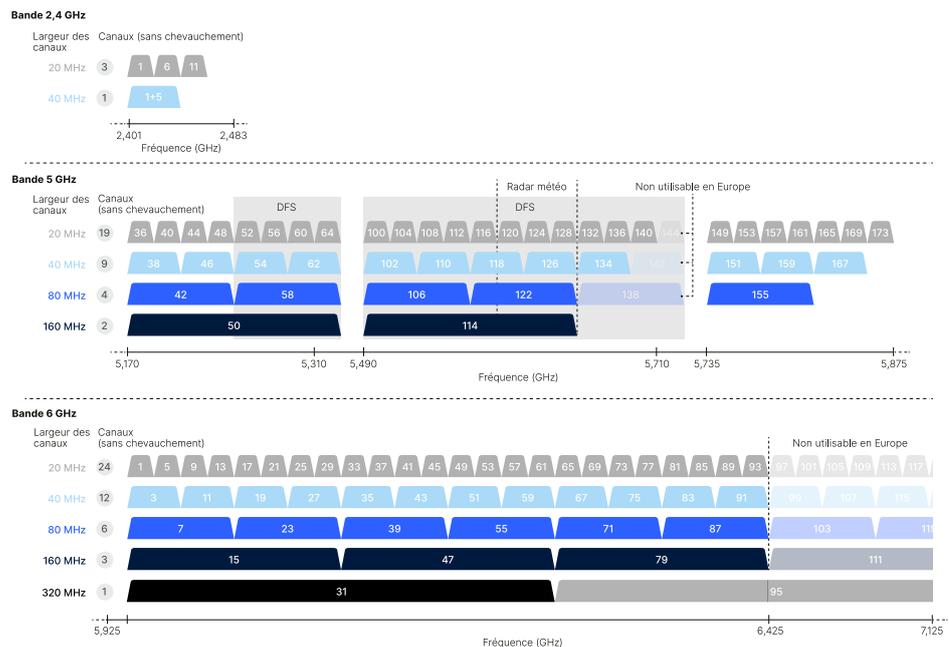


Illustration 1 :
Schéma de fréquences
2,4 GHz, 5 GHz et 6 GHz

En conséquence, le Wi-Fi 7 utilise non seulement les bandes de fréquences de 2,4 et 5 GHz, mais aussi celle de 6 GHz, exclusive au Wi-Fi. Cela promet une couverture rapide du marché par les terminaux Wi-Fi compatibles 6 GHz.

Des vitesses plus rapides

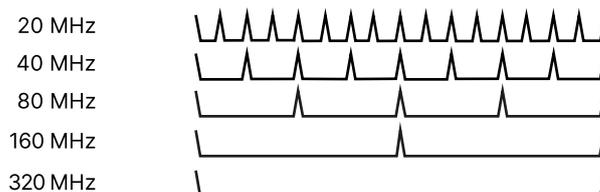
Le Wi-Fi 7 impressionne notamment par l'augmentation considérable des vitesses par rapport au Wi-Fi 6 et au Wi-Fi 6E, d'environ 480%. Cela n'est toutefois valable que si l'on utilise toutes les extensions prévues par la norme, y compris 16×16 MU-MIMO, ce qui ne sera guère utilisé dans la pratique. Mais même avec des systèmes 4×4 MIMO, il est possible d'obtenir des bandes passantes jusqu'à 240% plus élevées.

Ce gain de vitesse est dû à deux mises à niveau majeures :

Largeur de canal de 320 MHz

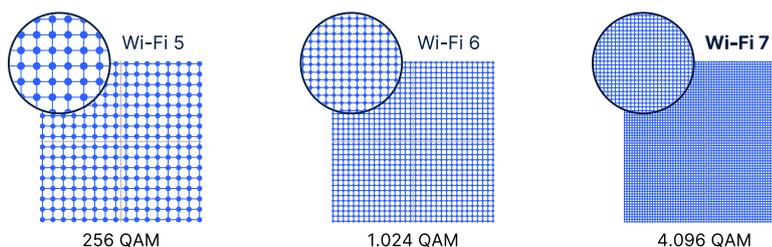
Déjà avec le Wi-Fi 5, une largeur de canal maximale de 160 MHz dans la bande des 5 GHz a été introduite pour la connexion avec des appareils individuels. Le Wi-Fi 7 double cette largeur de canal à 320 MHz, ce qui permet de doubler la vitesse de transmission pour les appareils individuels. C'est là qu'intervient la bande de fréquences de 6 GHz : seul celui-ci offre suffisamment de place pour cette largeur de canal.

Au sein de l'Union européenne, il y a toutefois un aspect important à prendre en compte : dans l'UE, seul un spectre de 480 MHz sur un total de 1.200 MHz a été libéré jusqu'à présent pour l'utilisation de la fréquence de 6 GHz. Ainsi, un seul canal de 320 MHz peut exister sans interférences dans son propre champ radio.

Illustration 2 :
Largeurs des canaux

4k QAM

La QAM (modulation d'amplitude en quadrature) augmente le débit de données en augmentant la densité d'informations lors des opérations de transmission. Le principe est le suivant : plus le niveau QAM est élevé, plus le débit est important. Ainsi, le Wi-Fi 5 utilisait la QAM-256 (8 bits/symbole) et le Wi-Fi 6 la QAM-1024 (10 bits/symbole). Le Wi-Fi 7 prend désormais en charge la transmission de 4096 valeurs de données différentes par symbole (QAM-4096 / 4k QAM). Comme 12 bits sont désormais transmis par symbole, la vitesse de transmission est encore augmentée de 20 %.

Illustration 3 :
QAM
(modulation d'amplitude en
quadrature)

La largeur de canal plus importante, 320 MHz, et la densité de données plus élevée (4k QAM) sont à l'origine de la multiplication par 2,4 de la vitesse maximale par rapport au Wi-Fi 6 et au Wi-Fi 7.

Des connexions plus stables

Dans un environnement où le nombre de signaux radio et de terminaux ne cesse d'augmenter, une innovation majeure du Wi-Fi 7 réside dans deux technologies qui améliorent la stabilité des connexions Wi-Fi.

Opération multi-liens/Multi-Link Operation (MLO)

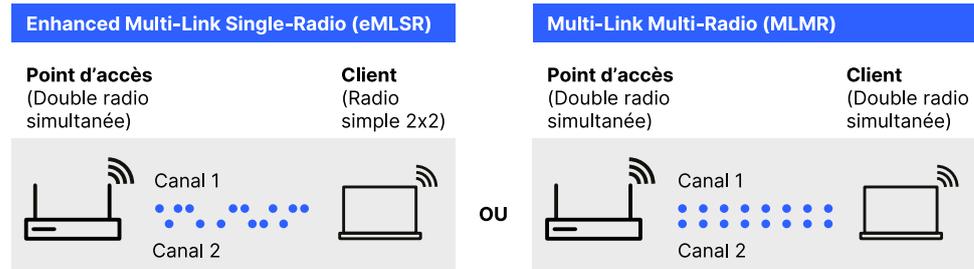
Avec les normes Wi-Fi actuelles, les connexions sont certes proposées sur plusieurs bandes de fréquences, mais les terminaux ne peuvent utiliser qu'une seule bande pour leurs transmissions. Le passage à une autre n'a lieu que si les conditions changent. L'application de l'opération multi-liens (MLO) permet aux appareils Wi-Fi 7 de se connecter simultanément sur deux bandes de fréquences.

Les clients Wi-Fi avec un module radio intégré bénéficient de connexions plus stables, en particulier dans les environnements radio à haute densité de signaux : les paquets sont transférés sur la bande de fréquence la plus qualitativement disponible sans interruption de la connexion (Enhanced Multi-Link Single-Radio).



En revanche, les clients Wi-Fi avec plus d'un module radio intégré bénéficient de vitesses plus rapides grâce à l'agrégation des deux bandes. De plus, la connexion est maintenue si une bande de fréquence est momentanément indisponible. Alternativement, les deux bandes de fréquences peuvent être utilisées simultanément pour envoyer des paquets de données redondants, garantissant ainsi une stabilité accrue et des temps de latence réduits des connexions (Multi-Link Multi-Radio).

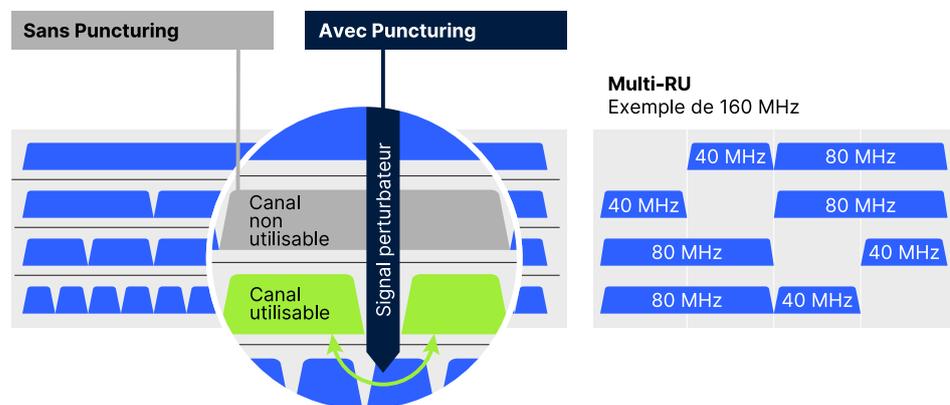
Illustration 4 :
Opération multi-liens/Multi-Link
Operation (MLO)



Multi-RU & Puncturing

Dans les générations précédentes de Wi-Fi, la limitation de la bande passante due aux interférences était un problème important. Cela résultait notamment de sources d'interférences à bande étroite qui provoquaient une dégradation importante du canal utilisé. Ces interférences pouvaient faire en sorte qu'un signal ne représentant qu'une fraction de la largeur de bande du canal mette l'ensemble du canal hors service, gaspillant ainsi un précieux spectre. L'introduction du Wi-Fi 7 aborde ce problème à travers les concepts de Multi-RU (Multiple Resource Units) et de Puncturing. Les interférences à bande étroite sont désormais considérées comme une simple pénétration («puncturing») du spectre. Le canal est alors divisé en sous-canaux plus petits («Resource Units» ou «RU»), comme c'est déjà le cas avec la technologie OFDMA introduite depuis Wi-Fi 6. Le puncturing permet de découper le spectre ou le canal partiel perturbé afin de réutiliser le spectre environnant non perturbé. Ainsi, pour la première fois, l'utilisation productive de canaux Wi-Fi très larges (160 MHz ou même 320 MHz) dans des conditions environnementales normales devient une option judicieuse.

Illustration 5 :
Multi-RU & Puncturing





Que faut-il prendre en compte avant la mise en œuvre ?

Dans le contexte de la mise en œuvre du Wi-Fi 7, outre l'installation de points d'accès compatibles avec le Wi-Fi 7 et d'autres facteurs essentiels doivent être pris en compte pour garantir des performances et une fiabilité optimales du réseau.

Portée

6 GHz a une couverture radio plus faible par rapport à 5 GHz ou même 2,4 GHz. Il convient d'en tenir compte lors de la couverture Wi-Fi et du nombre de points d'accès à installer. Un service de planification peut être un investissement rentable dans ce cas.

Terminaux

Bien que le Wi-Fi 7 soit entièrement rétrocompatible avec les normes qui l'ont précédé, il ne déploie toute sa puissance qu'avec des terminaux qui prennent également en charge le Wi-Fi 7. Il faut en tenir compte lors de l'achat d'un nouvel ordinateur portable ou d'un smartphone, par exemple.

LAN

Un autre aspect essentiel concerne l'infrastructure réseau elle-même, notamment les composants LAN. Les bandes passantes considérables du Wi-Fi 7 nécessitent des switches avec une capacité de port suffisante - y compris 10 ports GE et 2,5 ports GE - pour prendre en charge efficacement les vitesses de transmission. Si les points d'accès sont alimentés par Power over Ethernet, les switches doivent en outre fournir une puissance PoE conforme à la norme IEEE 802.3bt afin de répondre aux exigences exigeantes en matière de puissance des points d'accès Wi-Fi 7.

Conclusion

Le Wi-Fi 7 représente une avancée majeure dans la connectivité sans fil et s'inscrit dans le besoin croissant de réseaux puissants et fiables. Avec des vitesses impressionnantes, une largeur de canal plus importante, une densité de données plus élevée et des fonctions innovantes telles que Multi-Link Operation et Multi-RU & Puncturing, le Wi-Fi 7 offre la base pour des expériences utilisateur immersives et des technologies futures exigeantes. On s'attend en outre à ce que le Wi-Fi 7 favorise notamment l'utilisation généralisée de la bande de fréquence de 6 GHz, exclusive au Wi-Fi.