

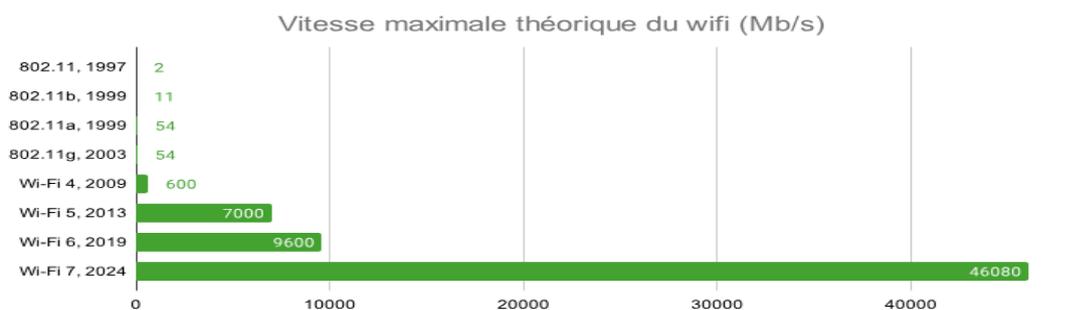
## WiFi 7

Le wifi 7, de son petit nom 802.11be, a été présenté en 2018 et sa standardisation est prévue pour mai 2024. Toutefois, les contours de cette norme et les technologies associées sont tous connus depuis le premier brouillon. C'est la raison pour laquelle les fabricants d'appareils dotés du wifi communiquent sur leurs futurs produits

WIFI 5	WIFI 6	WIFI 6E	WIFI 7	
Date de lancement	2013	2019	2021	2024 (prévu)
Norme IEEE	802.11ac	802.11ax	802.11ax	802.11be
Débit de données maximal	3,5 Gbit/s	9,6 Gbit/s	9,6 Gbit/s	46 Gbit/s
Bandes	5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz
Taille du canal	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	Jusqu'à 320 MHz
Modulation	256-QAM OFDM	1024-QAM OFDMA	1024-QAM OFDMA	4096-QAM OFDMA Enhanced
En débit	4 x 4 MIMO DL MIMO	8 x 8 UL/DL MU-MIMO	8 x 8 UL/DL MU-MIMO	16 x 16 UL/DL MU-MIMO
RU	/	RU	RU	Multi-RU
MAC	/	/	/	MLO

### Un débit maximal de 46 Gb/s

La principale évolution concerne le débit maximal théorique que la norme peut désormais gérer : 46 Gb/s, une valeur importante qui est multipliée par 4,8 par rapport au wifi 6. Pour atteindre un tel débit, le wifi 7 joue sur la largeur des bandes de fréquences, la modulation du signal et le nombre de flux gérés.



## 16 flux de données

Actuellement, le wifi 6 peut gérer huit flux de données, ce qui correspond au nombre d'antennes dont sont dotés les routeurs les plus performants. Le wifi 7 voit le nombre de flux doubler pour atteindre 16 flux. Si nous devons faire une analogie, cette quantité de flux s'apparente à celle d'autoroutes disponibles pour les camions de déménagement. Ils peuvent donc déménager plus de domiciles vers plus de destinations.

## 4096-QAM

À l'augmentation du nombre de flux gérés s'ajoute le passage d'une modulation de fréquence en quadrature (QAM) de 1024 (10 bits de données possibles) à une modulation de 4096 (12 bits). En découle une performance de débit brute de 20 %. Reprenons notre déménagement et imaginez que l'intérieur de vos cartons est mieux rangé et peut donc contenir plus d'objets.

## 320 MHz

Attention en Europe où le spectre de fréquences est limité sur la bande de 6 GHz. Ainsi, nous ne disposons que de 480 MHz, soit la possibilité d'exploiter un seul canal de 320 MHz. Aux États-Unis, en revanche, cette bande s'étale sur 1200 MHz et autorise trois canaux de 320 MHz, évitant une congestion du transit. La largeur de bande s'apparente donc au passage d'un petit camion à celui d'un semi-remorque.

C'est ainsi que le débit brut du wifi est multiplié par  $2 \times 1,2 \times 2$ , soit  $\times 4,8$ . Le wifi 6 ayant un débit maximal théorique de 9,6 Gb/s, les évolutions de la norme permettent à la version 7 de passer à 46 Gb/s.

Pour nos PC portables et smartphones, le débit maximal actuel en wifi 6 est de 2,4 Gb/s. La transition au wifi 7 ne portera celui-ci qu'à 5,8 Gb/s puisque les terminaux ne sont équipés "que" de deux flux. Il ne profite donc que du passage à 320 MHz ( $\times 2$ ) et de la modulation de fréquence de 4096-QAM ( $\times 1,2$ ), le nombre de flux étant inchangé.

Durant nos tests, les débits maximaux atteints sont de l'ordre de 1,7 Gb/s réel en wifi 6 avec un PC portable, soit des transferts tournant autour de 210 Mo/s. On peut donc supposer que le wifi 7 sur PC portable permettra d'atteindre 4 Gb/s réels, soit un débit de 500 Mo/s. Nous ne manquerons pas de vérifier dans notre labo.

## La latence en forte chute également

L'amélioration du débit n'est pas la seule avancée liée au wifi 7 ; plusieurs nouvelles technologies permettent d'améliorer en particulier la latence ou la fiabilité du signal.

### MRU et Puncturing

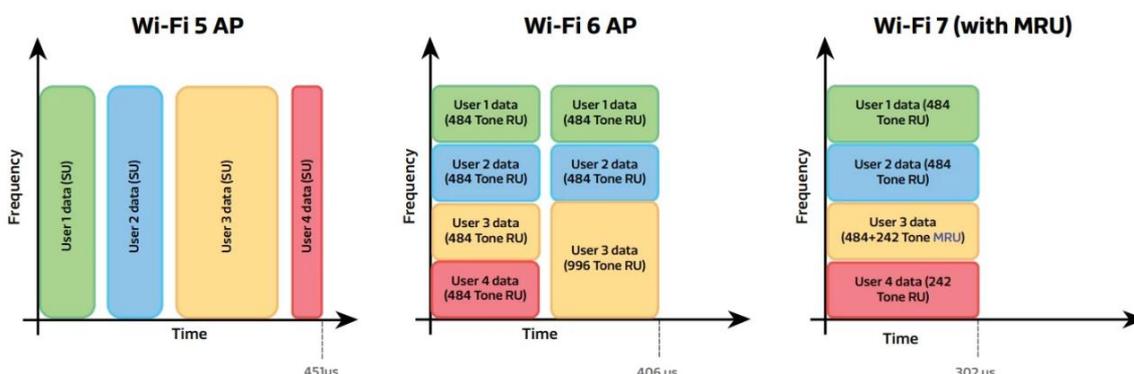
Le wifi 6 avait introduit l'OFDMA. Pour reprendre notre analogie routière, cela permet de déménager plusieurs maisons avec un seul camion. Auparavant, il fallait un camion par maison, pratique quand ce dernier n'est pas plein.

Avec l'OFDMA, les paquets à distribuer sont divisés en RU (Ressource Unit) qui peuvent être réparties sur l'ensemble des flux. Ainsi, les RU seraient les palettes sur lesquelles sont empilés nos cartons. Les débits sont plus importants et la latence est réduite puisque les paquets de données arrivent plus rapidement

Or le wifi 7 introduit le Multiple RU qui permet de faire varier la taille des RU et de mieux les répartir entre les utilisateurs.

À cette nouvelle répartition des données s'ajoute le Puncturing. Auparavant, quand une interférence ne permettait pas d'attribuer une RU, les RU suivantes étaient inutilisables, ce qui n'est désormais plus le cas. Les palettes utilisées pour notre déménagement sont de tailles variables, et lorsqu'une palette inutilisable s'immisce dans notre camion, cela n'empêche plus son remplissage en intégralité.

Si l'introduction de l'OFDMA avec le wifi 6 a permis de réduire la latence de 25 %, son amélioration (Enhanced OFDMA) avec le wifi 7 autorise une nouvelle réduction de 20 %.

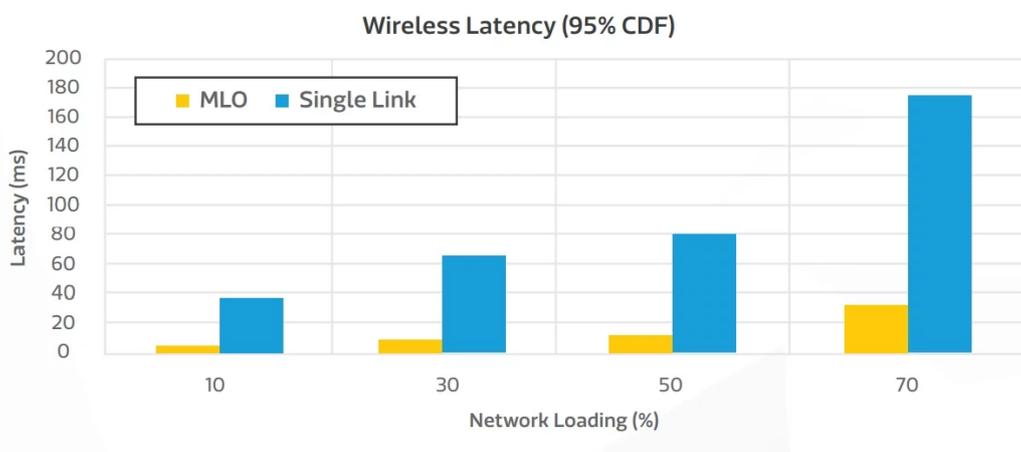


Gain sur la latence selon la norme wifi.

## MLO : Multi-Link Operations

Autre grosse nouveauté du wifi 7 : le MLO (Multi-Link Operations). Il s'agit de l'agrégation de bandes de fréquences. Actuellement, quand un smartphone est connecté sur une bande de fréquences, il peut éventuellement changer de bande si la connexion (débit, latence, etc.) est mauvaise. Avec le MLO introduit par le wifi 7, au lieu de changer de bande, l'appareil pourra se connecter à plusieurs bandes simultanément (agrégation) pour contourner une éventuelle saturation. Résultat, la bande passante augmente et la réduction de la latence peut atteindre jusqu'à 85 % dans les situations les plus compliquées.

Pour en terminer avec notre déménagement, le MLO permet donc aux camions et à leurs contenus d'être dédoublés et d'utiliser deux autoroutes à la fois, voire d'emprunter la nationale afin d'arriver plus vite. Le premier arrivé a gagné.



L'ensemble des nouveautés du wifi 7 est applicable aux bandes de fréquences de 2,4 GHz, 5 GHz et la toute récente bande de 6 GHz introduite par le wifi 6E. Évidemment, comme toutes les normes wifi précédentes, le wifi 7 est rétrocompatible. Un smartphone doté du wifi 7 pourra se connecter à une borne wifi équipée d'une norme inférieure et inversement, sans toutefois profiter des avancées du wifi 7.

## Les premiers routeurs wifi 7 début 2023

Les fabricants de puces wifi (MediaTek, Qualcomm, Intel) n'ont pas attendu la finalisation de la norme pour communiquer à son sujet. Les constructeurs de routeurs sont d'ores et déjà sur le pied de guerre pour proposer le premier modèle wifi 7. TP-Link a dévoilé en début de semaine ses premiers modèles qui seront disponibles dans le courant du premier trimestre 2023, à partir de 699 \$ et près de 1199 \$ pour un système mesh à deux modules. Les box wifi 7 des fournisseurs d'accès ne devraient pas pointer le bout de leurs antennes avant 2024.



Le TP-Link Archer BE900 est le premier routeur wifi 7 annoncé.  
Il proposera un débit cumulé de 24 Gb/s.  
© TP-Link

## **Premiers Routeurs WiFi 7**

- Asus – ROG Rapture – GT-BE98
- TP Link Déco BE95 WiFi7
- TP Link Archer BE9000
- MSI Radix BE22000
- ARRIS - Surf G54
- AMAZON – aeero mesh
- Netgear – Nighthawk RS799S
- Linksys – Velop Pro 7 BE1 1000
- Xiaomi- Router 7000
- Tenda – TE60
- H3C – BE18000
- SDMC – NR19X93BE
- Banana PI- BPI-R4

Du côté des smartphones, Qualcomm a dévoilé ses Snapdragon compatibles wifi 7 avec un débit maximal de 5,8 Gb/s, tout comme MediaTek avec son SoC Dimensity 9200.

Les premiers mobiles équipés du wifi 7 devraient donc débarquer début 2023. Pour les PC portables, les regards se tournent principalement vers Intel qui, aux dernières nouvelles, devrait proposer une puce wifi 7 en fin d'année prochaine pour une disponibilité à grande échelle en 2024.

## Annexe : le Beamforming- BE

Le Beamforming (formation de faisceau) désigne une fonction de routeur avancée qui booste les performances de votre réseau sans fil. Ce guide simplifié vise à expliquer quand activer ou non les options de Beamforming sur [votre routeur](#). Il contient également une simple règle à suivre pour la configuration avancée de votre routeur

### Signification et effets du Wi-Fi Beamforming

La technologie de transmission du signal du routeur est généralement une transmission uniforme dans l'espace, dans toutes les directions. Cette méthode par défaut de transmission du signal du routeur signifie qu'il y a beaucoup de signaux gaspillés lorsqu'ils sont envoyés vers des directions sans dispositifs.

Dans les configurations précédentes, certains routeurs vous permettent de faire bouger leur antenne afin de contrôler et de diriger manuellement une partie de la direction de transmission du signal. En orientant l'antenne dans la «bonne direction», on améliore les performances des données envoyées et reçues.

Grâce au Beamforming, on peut imaginer un système logiciel à l'intérieur du routeur qui lit en permanence la direction des données transmises entre vos appareils et le point d'accès ou le routeur. Ainsi, le routeur détermine au mieux où se déplacer autour de son «antenne» afin que le signal soit davantage orienté vers la direction de l'appareil.

La technologie de formation de faisceau assure une bien meilleure transmission des données dans les installations d'appareils à moyenne et longue portée. Cela dit, vous ne constaterez que peu, voire pas, d'effet d'amélioration des performances dans les cas de courte portée, car le signal est initialement très fort. Parfois, les performances à courte portée peuvent même être réduites en raison d'une mauvaise estimation de la direction. Cela est principalement dû à des signaux renvoyés par des objets ou d'autres obstacles physiques.

### Types de Beamforming dans le Domaine de la Technologie Wi-Fi

Sans entrer dans les détails et les chronologies de l'histoire et du contexte. Voici les éléments de base pour le Beamforming dans l'histoire du Wi-Fi.

#### Beamforming Universel ou Beamforming Implicite

Le Beamforming est un concept qui a été initialement introduit dans la norme 802.11n pour les réseaux sans fil N. Cette technologie était «optionnelle» sans jamais être appliquée, ni même faire l'objet d'une norme uniforme. Certains fournisseurs ont créé leurs propres versions et celles-ci ne sont pas toutes compatibles. Cette version

antérieure du Beamforming est appelée le Beamforming universel ou le Beamforming implicite.

Cette fonction est plutôt basée sur le routeur. Ce dernier a la capacité de déterminer la direction des données envoyées et reçues, puis de régler son antenne interne pour augmenter la vitesse de la liaison descendante uniquement.

Le Beamforming implicite a été quasiment éliminé dans la norme 802.11ac. Néanmoins, il est toujours disponible en option avec les routeurs sans fil AC standard. En ce qui concerne le courant alternatif sans fil, le Beamforming est désormais une norme avec le Beamforming Explicite.

### **Le Beamforming 802.11 AC ou le Beamforming Explicite**

Pour pouvoir utiliser le Beamforming Explicite, votre routeur ainsi que l'adaptateur sans fil de votre appareil doivent prendre en charge cette technologie. De cette façon, ils peuvent parvenir à une entente que le routeur et les appareils puissent tous connaître la direction mutuelle sur le canal et la direction de la transmission. Imaginez des signaux auxquels ils doivent envoyer des informations.

Ainsi, les signaux qu'ils transmettent maintenant prennent l'aspect d'un « faisceau » plutôt que de signaux uniformes dans l'espace. Aujourd'hui, le Beamforming Universel ou le Beamforming 802.11 AC est devenu une norme dans les réseaux AC, tant le routeur que les appareils doivent le prendre en charge, ce qui le rend beaucoup plus compatible.

### **Circonstances de l'Activation ou de la Désactivation du Beamforming en Wifi**

Compte tenu de toutes les informations précédemment présentées, nous vous proposons maintenant quelques lignes directrices claires et précises pour vous aider à configurer les options de Beamforming de votre routeur sans fil.

Les recommandations relatives à «l'Utilisation Générale» sont valables aussi bien pour le Beamforming Explicite que pour le Beamforming Implicite.

### **Utilisation Générale**

Étant entendu que le Beamforming optimise généralement les performances de votre appareil à moyenne et longue portée, Vous ne devriez envisager d'activer le Beamforming que lorsque vous habitez une maison assez grande. En activant cette fonction, vous pouvez augmenter la puissance de votre signal dans des espaces autrefois plus difficiles à atteindre, comme les coins de la maison ou les placards.

En revanche, dans un espace plus petit, comme un petit appartement ou un studio, le rendement des performances peut être vraiment limité, c'est pourquoi vous devez faire des tests et des essais pour voir s'ils sont bénéfiques ou non.

### **Quand Faut-il Activer le Beamforming Explicite ou le 802.11ac Beamforming?**

Puisque le Beamforming Explicite est uniquement applicable lorsque le dispositif et le routeur supportent la norme 802.11 AC, vous ne devez activer cette option que lorsque les appareils de votre réseau sont compatibles avec la [norme AC sans fil](#).

Il faut également souligner que certains des dispositifs N peuvent également prendre en charge le Beamforming Explicite, cependant, ils présentent généralement des problèmes de compatibilité. Le mieux est d'activer cette option pour voir si elle s'applique à vos appareils.

### **Quand Faut-il Désactiver le Beamforming Explicite ou le 802.11ac Beamforming?**

Puisque le Beamforming Explicite est une option pour les appareils à courant alternatif (parfois les appareils N), vous devriez donc le désactiver pour les appareils sans fil B et G que vous pourriez encore avoir.

Il faut également désactiver le Beamforming Explicite si celui-ci cause des problèmes avec vos appareils Wi-Fi N et le point d'accès AC.

### **Quand faut-il Activer le Beamforming Implicite ou le Beamforming Universel?**

Activez le Beamforming Implicite lorsque le Beamforming Explicite est inopérant. En règle générale, vous devriez tester cette option pour voir si elle vous aide à améliorer les performances de votre signal à moyenne portée.

### **Quand faut-il Désactiver le Beamforming Implicite ou le Beamforming Universel?**

Désactivez cette option dès que vous pouvez utiliser le Beamforming Explicite, puisque cette option fonctionne mieux que l'option implicite. Si vous utilisez à la fois le courant alternatif et d'autres technologies sans fil, il peut être intéressant de séparer les appareils sur des fréquences différentes (par exemple [2,4GHz ou 5GHz](#)), ou même de dédier vos anciens routeurs à tous les appareils qui ne fonctionnent pas en courant alternatif.

Extrait de Wikipedia

## Histoire du beamforming dans les normes de téléphonie cellulaire]

Les techniques de beamforming dans les [standards](#) de [téléphonie mobile](#) ont progressé au fil des générations en utilisant des systèmes de plus en plus complexes pour obtenir de plus grandes densités de cellules, avec des débits plus importants.

- Mode passif : solutions (quasiment) non standardisées
  - Le Wideband Code Division Multiple Access ([W-CDMA](#)) supporte le beamforming basé sur la [direction d'arrivée du signal \(en\)](#) (DOA) [\[réf. nécessaire\]](#) ;
- Mode actif : solutions standardisées
  - 2G — [GSM](#) : Sélection de l'antenne d'émission pour du beamforming simplifié (1 seul faisceau par cellule radio) [\[réf. nécessaire\]](#) ;
  - 3G — W-CDMA / [UMTS](#) : beamforming à matrice d'antennes d'émission (TxAA) [\[réf. nécessaire\]](#) ;
  - 4G — [LTE<sup>2</sup>](#) : [Multiple input multiple output](#) (MIMO) beamforming optionnel à base de pré-codage avec [Space-division multiple access \(en\)](#) (SDMA) ;
  - Au-delà de la 4G ([4G+](#), [5G](#), ...) — pour supporter le SDMA, on prévoit des solutions de beamforming plus avancées telles que le beamforming rétroactif et le beamforming multi-dimensionnel permis par du [MIMO massif](#).
  - Mode WiFi introduit dans la norme IEEE .802.11n (beamforming Explicite – BE)