

# Il est temps de repenser la 6G

Ce n'est pas plus de bande passante dont les utilisateurs ont besoin

BY WILLIAM WEBB

10 FÉVR. 2025



DAVIDE COMAI

**L** A COURSE MONDIALE À L'EXPANSION DE LA BANDE passante mobile est-elle une course folle ? Les vitesses maximales de données – sur les appareils mobiles, à la maison, au travail – pourraient-elles être « assez rapides » pour la plupart des gens et pour la plupart des usages ?

Ces questions hérétiques méritent d'être posées, car les données de suivi de la bande passante de l'industrie ont récemment révélé quelque chose de surprenant : la croissance des données terrestres et mobiles ralentit. En fait, en l'absence d'un changement radical dans les modèles d'utilisation de la technologie grand public et du haut débit, la demande de débit de données devrait atteindre moins de 1 milliard de bits par seconde (1 gigabit par seconde) dans quelques années seulement.

C'est un gros problème. La présomption d'une croissance sans fin des débits de données sans fil et terrestres à large bande a été pendant des décennies un facteur clé du financement de la recherche en télécommunications. Pour faire tourner les salles des machines de R&D des télécommunications, les équipes de recherche du monde entier ont innové une succession apparemment infinie de technologies pour étendre les débits de bande passante, telles que le passage de la 2G aux réseaux cellulaires numériques, les capacités améliorées de transfert de données de la 3G et la connectivité sans fil à faible latence de la 5G.

Pourtant, l'utilisation actuelle par les consommateurs semble devoir mettre des bâtons dans les roues. Les débits de données 5G typiques du monde réel atteignent aujourd'hui jusqu'à 500 mégabits par seconde pour les vitesses de téléchargement (et moins pour les téléchargements). Et certaines premières études suggèrent que les réseaux 6G pourraient un jour fournir des données à 100 Gb/s. Mais le côté demande de l'équation suggère une situation très différente.



## **Les applications grand public grand public nécessitant plus de 1 Gbit/s frôlent l'inexistence.**

Cela s'explique en partie par le fait que les applications mobiles nécessitant plus de 15 à 20 Mb/s sont rares, tandis que les applications grand public grand public nécessitant plus de 1 Gb/s sont presque inexistantes.

Tout au plus, pour répondre à la demande de plusieurs applications actives et utilisateurs simultanés, il faut des centaines de Mbit/s de portée. À ce jour, aucune nouvelle technologie grand public n'a émergé pour étendre les marges de bande passante bien au-delà du plateau de 1 Gb/s.

Pourtant, les entreprises et les chercheurs du sans-fil visent toujours aujourd'hui un marché où la demande des consommateurs engloutira autant de bande passante que possible

grâce à leurs réseaux mobiles. L'idée ici semble être que si plus de bande passante est disponible, de nouveaux cas d'utilisation et de nouvelles applications émergeront spontanément pour l'utiliser.

Est-ce une conclusion si évidente, cependant ? De nombreuses technologies ont connu des phases où les clients adoptent avec enthousiasme chaque amélioration dans un paramètre donné, jusqu'à ce qu'un point de saturation soit atteint et que les améliorations soient finalement accueillies par un haussement d'épaules collectif.

Considérons un très bref historique de la vitesse dans le transport aérien commercial. Aujourd'hui, les avions de transport de passagers volent à environ 900 kilomètres à l'heure et ont continué à traverser le ciel à la même vitesse au cours des cinq dernières décennies. Bien que les avions de passagers supersoniques aient trouvé un créneau des années 1970 au début des années 2000 avec le Concorde, le transport supersonique commercial n'est plus disponible pour le marché grand public aujourd'hui.

Pour être clair, il peut encore y avoir des cas d'utilisation de niche pour de nombreux gigabits par seconde de bande passante sans fil, tout comme il peut encore y avoir des dirigeants ou des dirigeants mondiaux qui continuent d'attendre avec impatience de couvrir le monde à des vitesses supersoniques.

Mais que se passera-t-il si la grande majorité de la demande de

bande passante des consommateurs de la 6G finit par ressembler au profil 5G d'aujourd'hui ? C'est une possibilité qui vaut la peine d'être imaginée.

## Prenons l'exemple d'un monde saturé de bande passante

La transmission de vidéos 4K haut de gamme nécessite aujourd'hui 15 Mb/s, selon Netflix. Les mises à niveau du haut débit domestique, par exemple de centaines de Mb/s à 1 000 Mb/s (ou 1 Gb/s), ne font généralement que peu ou pas de différence notable pour l'utilisateur final moyen. De même, pour ceux qui disposent d'une bonne connectivité 4G, la 5G améliore beaucoup moins l'expérience mobile que les annonceurs aiment le prétendre, bien que les réseaux 5G soient, selon Cisco, 1,4 à 14 fois plus rapides que la 4G.

Donc, en gros, pour un appareil mobile typique d'aujourd'hui, aller bien au-dessus de 15 Mb/s frise l'inutile. Pour une maison, en supposant que deux ou trois habitants naviguent ou regardent séparément, quelque part entre 100 Mb/s et 1 Gb/s marque le point de saturation approximatif au-delà duquel de nouvelles améliorations deviennent de moins en moins perceptibles, pour la plupart des cas d'utilisation.

Pour explorer un cas d'utilisation plus extrême, l'une des plus grandes exigences en matière de bande passante dans les

technologies grand public récentes est Microsoft Flight Simulator 2024, dont la « demande de bande passante à couper le souffle », selon les termes de Windows Central, s'élève à un maximum de 180 Mb/s.

Arrêtez-vous un instant pour y réfléchir. Il s'agit d'un produit technologique de pointe nécessitant moins d'un cinquième de 1 Gbit/s, et un tel appétit vorace pour la bande passante est aujourd'hui considéré comme « à couper le souffle ».

Mais qu'en est-il de la nécessité de « pérenniser » les réseaux mondiaux ? Peut-être que la plupart des réseaux mobiles et terrestres n'ont pas besoin d'une connectivité de plusieurs Gb/s maintenant, disent les partisans du plus grand est toujours mieux. Mais le monde le fera bientôt !

Pour commencer, quelles technologies gourmandes en bande passante se profilent aujourd'hui à l'horizon ?

En septembre, Apple a dévoilé son iPhone 16, qui, selon le PDG Tim Cook, comporterait l'IA générative au sens large « des produits [Apple] ». Les nouvelles capacités d'IA d'Apple pourraient-elles être un cheval noir menaçant et consommateur de bande passante ?

Un cas d'utilisation à large bande passante impliquerait que le dernier iPhone utilise l'appareil photo pour reconnaître une scène et commenter ce qu'elle contient. Cependant, ce n'est pas différent

de la fonction de recherche visuelle de Google Lens, qui n'a pas changé de manière significative le trafic réseau. En effet, ce type de fonctionnalité, peut-être utilisée quelques fois par jour, pourrait nécessiter une bande passante équivalente à une seconde ou deux de vidéo haute définition. Rien de tout cela ne suffirait à saturer les capacités générales de bande passante mentionnées ci-dessus.

Pour se faire un peu plus l'avocat du diable, considérons un lot représentatif de cinq technologies grand public potentiellement à large bande *passante qui existent déjà*. L'un d'entre eux semble-t-il prêt à générer la demande de plusieurs Gb/s que l'utilisation actuelle du net n'a pas ?

Qu'en est-il des voitures autonomes, par exemple ? Ils auront sûrement besoin d'autant de bande passante que possible.

Pourtant, les rares voitures autonomes qui circulent aujourd'hui dans le monde sont généralement conçues pour fonctionner sans beaucoup de communication instantanée sur Internet. Et aucune technologie autonome au détour ne semble prête à changer substantiellement l'équation, en ce qui concerne les besoins en bande passante instantanée. L'avenir de l'autonomie est peut-être révolutionnaire et finalement inévitable, mais il ne semble pas nécessiter de connectivité réseau bien au-delà d'une connexion 5G décente.



## **Aucune nouvelle technologie n'a émergé qui exige des exigences de réseau bien au-delà de ce que la 4G et la 5G offrent déjà.**

Le même argument s'applique à l'Internet des objets (IoT), qui ne devrait pas augmenter le trafic réseau au-delà de ce qu'une connexion 4G décente pourrait produire.

De même, les communications holographiques n'offrent pas plus d'utilisation de la bande passante que les études de cas ci-dessus. Pour un utilisateur typique, les hologrammes ne sont en fait que des projections vidéo stéréographiques. Ainsi, si un seul flux 4K nécessite 15 Mb/s, les flux 4K stéréo nécessitent 30 Mb/s. Bien sûr, des représentations sophistiquées de scènes 3D entières pour de grands groupes d'utilisateurs interagissant les uns avec les autres dans le monde pourraient éventuellement augmenter les besoins en bande passante. Mais à ce stade, nous entrons dans des technologies imaginées de type *Matrix* sans aucune preuve solide suggérant qu'une bonne connexion 4G ou 5G ne répondrait pas aux demandes de bande passante de la technologie.

L'IA en général est le joker dans le jeu. Les mystérieuses orientations futures de cette technologie suggèrent que les besoins en bande passante large bande et sans fil de l'IA pourraient dépasser 1 Gb/s. Mais considérez au moins les connus connus dans l'équation : à l'heure actuelle, les applications d'IA actuelles

impliquent de petites quantités de texte d'incitation ou quelques images ou clips vidéo envoyés vers et depuis un appareil périphérique comme un smartphone ou une tablette grand public. Même si l'on tient compte de l'augmentation spectaculaire des besoins en bande passante du texte rapide et des photos et vidéos à partir de là, il semble peu probable qu'ils égalent ou dépassent les exigences déjà contraignantes d'un simple flux vidéo 4K. Ce qui, comme indiqué ci-dessus, semble suggérer des demandes de bande passante modestes de l'ordre de 15 Mb/s.

Le métavers, quant à lui, a fait un flop. Mais même s'il reprend de la vigueur demain, les estimations actuelles de ses besoins en bande passante vont de 100 Mb/s à 1 Gb/s, le tout dans la portée de la 5G. Certes, les prévisions à plus long terme les plus agressives pour le métavers suggèrent que les applications de pointe pourraient exiger jusqu'à 5 Gb/s de bande passante. Et s'il est vrai qu'en janvier, Verizon a fourni une bande passante de plus de 5 Gb/s dans un réseau 5G expérimental, il est peu probable que ce résultat soit reproductible pour la plupart des consommateurs dans la plupart des contextes de sitôt.

Pourtant, même en tenant compte de l'inaccessibilité pratique des vitesses de 5 Gbit/s sur un réseau 5G réel, un lecteur doit toujours peser le fait que de telles applications imaginées qui pourraient finalement consommer 5 Gbit/s de bande passante représentent un extrême. Et seul le haut de gamme de ce sous-ensemble est ce qui pourrait un jour dépasser les vitesses de données offertes par la

technologie 5G actuelle.

En d'autres termes, je dirais qu'aucune nouvelle technologie n'a émergé qui exige des exigences de réseau bien au-delà de ce que la 4G et la 5G offrent déjà. Ainsi, à ce stade, assurer la pérennité des télécommunications en prévision de dizaines ou plus de Gb/s de demande de bande passante par les consommateurs semble être une assurance coûteuse souscrite contre un événement improbable.

## Les consommateurs ont déjà découvert le plateau du gigabit

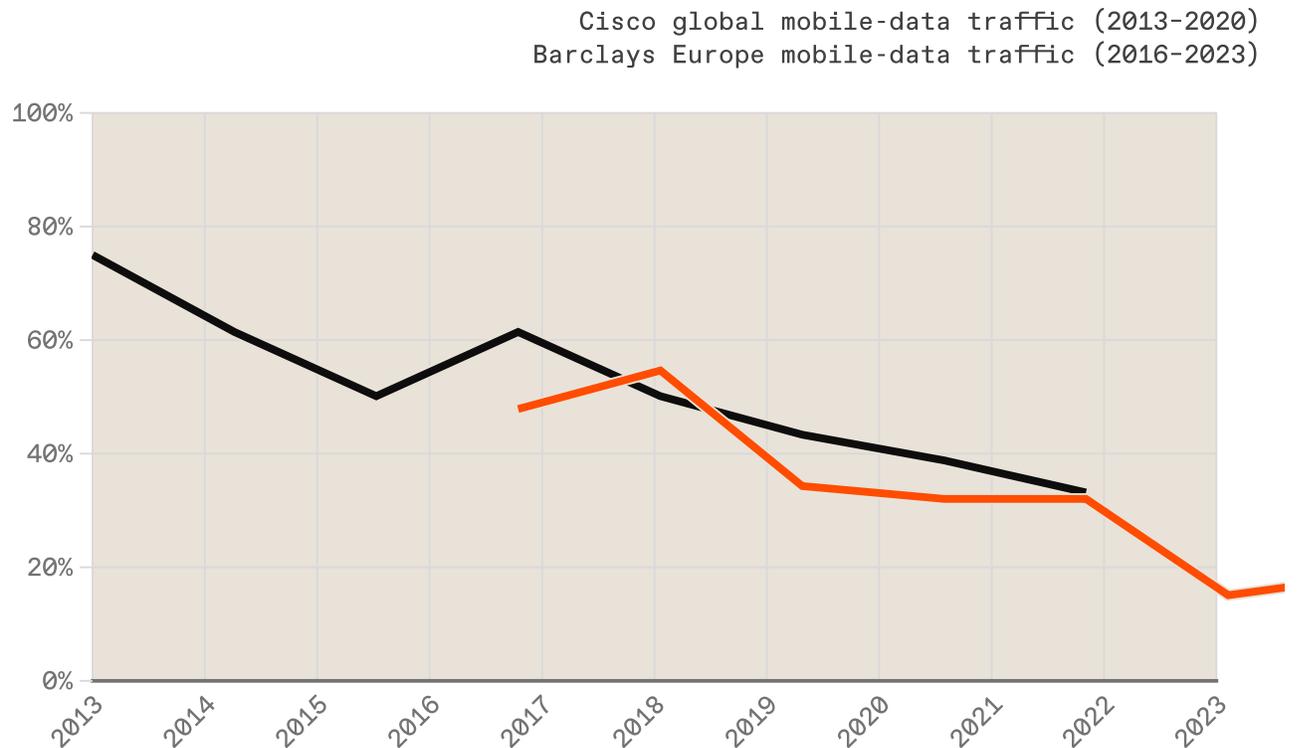
Comme on peut le voir dans les graphiques ci-dessous, extraits de mon livre, *The End of Telecoms History, et compilés* à partir d'un mélange de sources, dont Cisco et Barclays Research, une tendance à la baisse de la croissance des données est évidente depuis au moins la dernière décennie.

Les statistiques suivies dans les graphiques « Croissance de l'utilisation des données mobiles » et « Croissance de l'utilisation des données fixes » peuvent sembler un peu contre-intuitives au premier abord. Mais il est important de préciser que ces graphiques ne suggèrent *pas* que l'utilisation globale de la bande passante est en baisse. Au contraire, la conclusion à laquelle ces graphiques mènent est que le taux de *croissance* de la bande passante ralentit.

S'approcher de la croissance zéro

## Growth of Mobile-Data Usage

Real-world data-rate usage for mobile devices is increasing less and less year over year



Source: Cisco (black graph); Barclays Europe (orange graph)

IEEE Spectrum

Alors que la croissance des données mobiles ralentit, l'industrie des télécommunications est confrontée à une nouvelle réalité. Les réseaux 5G actuels [lignes noire et orange] et les réseaux terrestres à haut débit [ligne orange] répondent à la plupart des besoins des consommateurs. Les fournisseurs de ces deux secteurs ont constaté une diminution de la croissance de leur utilisation de données au cours des dernières années.

## Growth of Landline-Data Usage

Real-world data-rate usage for stationary Internet connections is increasing less and less year over year



Source: Communications Chambers

IEEE Spectrum

Commençons par les données mobiles. Entre 2015 et 2023, la croissance de la bande passante a connu une baisse constante d'environ 6 % par an. La tendance générale est un peu plus difficile à interpréter dans les données de bande passante des lignes fixes, car il y a un pic important lié au COVID en 2020 et 2021. Mais même en tenant compte de cette anomalie tout à fait compréhensible, la tendance est que la croissance du haut débit à domicile et au bureau a chuté en moyenne d'environ 3 % par an entre 2015 et 2023.

L'extrapolation des tendances de ces deux courbes permet de

conclure que la croissance des données devrait finalement tomber à zéro, ou du moins à un nombre négligeable, d'ici 2027 environ.

C'est une conclusion impopulaire. Cela va à l'encontre du battement de tambour persistant d'un avenir à plusieurs Gb/s que les « experts » des télécommunications revendiquent depuis des années. Par exemple, en novembre 2023, la Maison-Blanche de Biden a publié sa stratégie en matière de spectre, qui stipule que « selon une estimation, le trafic de données sur les réseaux macrocellulaires devrait augmenter de plus de 250 % au cours des 5 prochaines années et de plus de 500 % au cours des 10 prochaines années ».

De plus, la société de télécommunications Ericsson, basée à Stockholm, a récemment prédit une « augmentation » à court terme du trafic de données mobiles. Et le régulateur des télécommunications du Royaume-Uni, Ofcom, prévoit un taux de croissance de la bande passante de 40 % dans un avenir prévisible.

Mais, comme le montrent les graphiques ci-dessous, de nombreux utilisateurs de téléphones mobiles et d'Internet dans les pays développés semblent accéder à toute la bande passante dont ils ont besoin. Les débits de données ne sont plus le facteur contraignant et déterminant qu'ils étaient.

La nécessité de continuer à développer des réseaux plus rapides et plus grands est donc peut-être exagérée aujourd'hui. Ce chapitre de l'histoire d'Internet est sans doute maintenant terminé ou il le

de l'histoire d'Internet est sans doute maintenant terminée, ou il le sera bientôt.

## L'industrie des télécommunications va également changer de vitesse

Les implications d'une couverture et d'une bande passante suffisantes sont les plus évidentes dans le secteur de la fourniture d'équipements.

Les principaux fournisseurs de réseaux devront peut-être s'habituer à la nouvelle réalité de la stabilisation des débits de données. Les récents licenciements d'Ericsson et de Nokia et les faillites de petits fournisseurs (tels qu'Airspan Networks) sont-ils un signe avant-coureur de ce qui s'en vient pour les marchés des télécommunications ?

Les opérateurs investissent déjà moins dans les équipements 5G et sont probablement déjà proches des dépenses de « maintenance uniquement ». La plupart des opérateurs mobiles et fixes n'ont pas connu de croissance des revenus supérieure à l'inflation depuis de nombreuses années, mais ils espèrent que la situation s'intournera d'une manière ou d'une autre. Peut-être, cependant, si l'on en croit les chiffres mentionnés ici, ce revirement n'est pas à venir.





DAVIDE COMAI

Les télécommunications ont toujours été une industrie à forte croissance, mais les tendances actuelles suggèrent qu'elle se dirige vers quelque chose de plus statique, plus proche d'un service public, où dans ce cas, le bien public est de fournir une connectivité de données fiable. En extrapolant ces tendances, les fournisseurs d'équipements n'auront pas besoin d'investir autant dans l'expansion de la bande passante, mais se concentreront plutôt sur l'amélioration des marges sur les gammes de produits existantes.

Un certain degré d'extension de la bande passante pour les réseaux 6G sera toujours nécessaire. L'exemple du métavers ci-dessus suggère une gamme de « hauteurs de plafond » dans le nombre

maximal de Gb/s que les utilisateurs exigeront dans les années à venir. Pour la plupart, 1 Gb/s semble encore être plus que suffisant. Pour ceux qui utilisent des applications haut de gamme comme les futurs mondes virtuels immersifs, peut-être que ce plafond est plus proche de 5 Gb/s. Mais concentrer les efforts de recherche sur les déploiements 6G capables de fournir 10 Gb/s et plus pour tout le monde ne semble pas être fondé sur les technologies grand public actuellement imaginables.

Pour s'adapter à une nouvelle réalité potentielle d'exploitation de leurs réseaux sans fil à des conditions plus proches de celles d'un service public ou d'un produit de base, de nombreuses entreprises de télécommunications pourraient faire face à un avenir de restructuration et de réduction des coûts. Une analogie utile ici sont les compagnies aériennes à bas prix, qui prospèrent parce que la plupart des consommateurs choisissent leur billet d'avion en fonction du coût. De même, la façon dont les futures entreprises de télécommunications pourraient conquérir une plus grande part de la clientèle pourrait être de plus en plus dictée non pas par l'innovation technologique, mais par le prix et le service à la clientèle.

Pour être clair, la nécessité de nouvelles recherches sur les télécommunications se poursuivra. Mais l'expansion de la bande passante n'étant plus une priorité, d'autres innovations comprendront certainement des moyens moins coûteux et plus efficaces ou plus fiables de fournir des services existants.

Si la demande des consommateurs pour toujours plus de données mobiles continue de se tarir, les régulateurs n'auraient plus besoin de trouver de nouvelles bandes de spectre pour le cellulaire toutes les quelques années, puis de mener des enchères. En effet, la demande de spectre pourrait diminuer dans la plupart des régions. Les régulateurs peuvent également avoir à se demander s'il n'est pas préférable de réduire le nombre d'opérateurs pour un pays, avec peut-être un seul réseau fixe et mobile sous-jacent dans de nombreux endroits, tout comme les services publics d'électricité, d'eau, de gaz, etc., sont souvent structurés autour d'un seul opérateur (ou d'un ensemble limité de ceux-ci).

Enfin, les politiciens devront repenser leur désir d'être à l'avant-garde de mesures telles que les foyers connectés par la fibre, le déploiement de la 5G ou le leadership national en 6G. C'est un peu comme vouloir être en tête de la ligue pour le nombre de Ferrari par habitant. Au lieu de cela, le nombre de foyers disposant d'une connectivité suffisante et le pourcentage du pays couvert par un mobile de 10 Mb/s pourraient être de meilleurs indicateurs à poursuivre en tant qu'objectifs politiques.

Un autre domaine de recherche impliquera certainement d'élargir la couverture dans les zones et les régions mal desservies du monde, tout en maintenant les coûts bas grâce à des solutions plus respectueuses de l'environnement. En dehors des zones urbaines, le haut débit est parfois lent, la connectivité mobile étant

inexistante. Même les zones urbaines contiennent ce que l'on appelle des non-taches, tandis que la couverture intérieure peut être particulièrement problématique, en particulier lorsque le bâtiment est revêtu de matériaux presque impénétrables aux ondes radio.

D'une manière générale, les télécommunications ont deux façons principales de combler le fossé numérique actuel. La première est réglementaire. Le financement gouvernemental, que ce soit par le biais d'une nouvelle réglementation ou de subventions existantes déjà en vigueur, peut aller aux fournisseurs de télécommunications dans de nombreuses régions qui ont été identifiées pour l'expansion du haut débit. Les sources indirectes de financement ne doivent pas non plus être négligées, par exemple pour permettre aux opérateurs de conserver les droits de licence du spectre radioélectrique et sans payer de frais d'enchères.

Le deuxième élément est technologique. Les déploiements de télécommunications en milieu rural à moindre coût pourraient inclure le déploiement d'Internet par satellite. Une meilleure couverture intérieure peut être obtenue via des réseaux 5G privés ou grâce à un meilleur accès au Wi-Fi existant et amélioré.

Les scénarios ci-dessus représentent un changement de direction majeur, passant d'une industrie construite autour de l'innovation d'une nouvelle génération mobile tous les dix ans à une industrie axée sur la réduction des prix et l'augmentation de la fiabilité. L'ère

de la 6G à venir n'est peut-être pas ce qu'imaginent les prévisionnistes des télécommunications. Son aube n'annonce peut-être pas une poussée audacieuse vers 10 Gb/s et au-delà. Au lieu de cela, l'ère de la 6G pourrait inaugurer quelque chose de plus proche d'une période d'ajustement, avec les plus grandes opportunités pour ceux qui comprennent le mieux comment profiter de la fin de l'ère de croissance rapide de la bande passante dans l'histoire des télécommunications. ■

*Cet article est paru dans le numéro imprimé de mars 2025 sous le titre « Repenser la 6G ».*