

Consultation publique de l'Arcep sur « l'attribution de nouvelles fréquences pour les services mobiles en France »

Réponse de Qualcomm

Qualcomm remercie l'Arcep pour l'opportunité de donner son avis lors de la consultation publique relative à "l'attribution de nouvelles fréquences pour les services mobiles" en France. Qualcomm est convaincu que la mise à disposition du spectre en bande millimétrique (mmWave) pour de nouvelles utilisations et de la bande 26 GHz permettra à l'industrie mobile de répondre à ses besoins croissants en termes de capacité à court et à moyen terme et devrait être disponible de toute urgence au plus tard en 2023.

La bande à 26 GHz (dit ci-après « bande 26 GHz ») offre une opportunité pour les services mobiles en *indoor* et *outdoor* dans les zones urbaines, suburbaines et rurales, comme les centres-villes (par exemple, les rues animées et les places de marché), les zones localisées telles que les stades, les gares, les usines, les campus, les centres commerciaux, etc., ainsi que l'accès sans fil fixe (FWA) et les déploiements haut débit pour les entreprises/industriels. Il est largement reconnu que la 5G dans la bande 26 GHz est une technologie adoptée sur plusieurs marchés avec un écosystème mature d'appareils.

Qualcomm souhaite souligner qu'il est essentiel de définir le cadre d'autorisation le plus adapté pour la bande 26 GHz afin de garantir le décollage et l'essor du marché. Nous pensons que les opérateurs mobiles doivent jouer un rôle central dans l'octroi des licences et le développement du marché afin de maximiser l'échelle, ce qui profitera à l'ensemble de l'écosystème, y compris aux « verticaux », et ainsi faire décoller le marché « mmWave ».

En particulier :

- Il est essentiel que les opérateurs mobiles aient accès à une quantité suffisante de spectre. Fournir aux opérateurs des licences nationales individuelles serait important pour que le marché décolle.
- Idéalement, un opérateur devrait avoir accès à une largeur de bande de 800 MHz mais 400 MHz de spectre contigu par opérateur/réseau pourraient être un bon point de départ pour l'attribution. Nous reconnaissons que cela doit être mis en balance avec la quantité de spectre disponible, le nombre d'opérateurs et le désir éventuel de mettre également à disposition des licences de spectre pour les zones locales.
- Qualcomm reconnaît la complexité de l'utilisation par les opérateurs historiques des 2 GHz inférieurs dans la bande 26 GHz par rapport à la coexistence avec les faisceaux hertziens (ci-après « FHs »). Il est important que l'Arcep cesse de délivrer des autorisations pour les FHs dans cette bande, comme l'ont fait de nombreux autres régulateurs européens, et envisage leur réaffectation à une autre bande de fréquences (par exemple la bande à 32 GHz). Pendant ce processus, les nouveaux lauréats de licences devraient être autorisés à utiliser leur fréquence dans la bande sans causer d'interférences. Des études menées en Allemagne montrent que cette

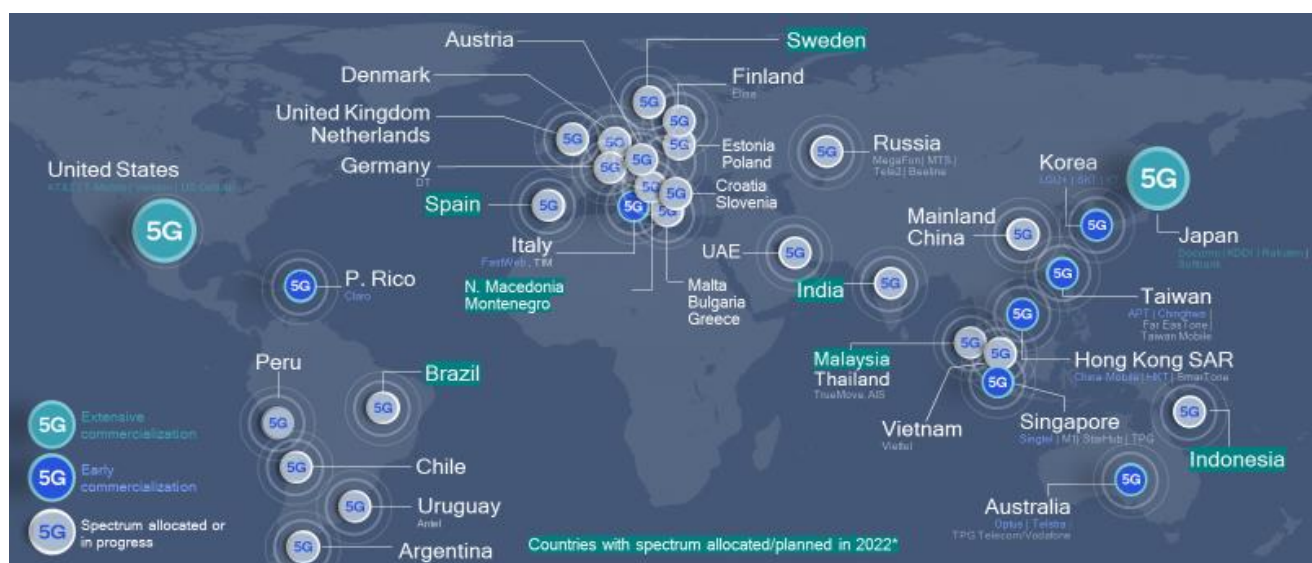
compatibilité est réalisable même dans des villes comme Berlin. En tout état de cause, il est très essentiel que l'attribution de 800 MHz par opérateur/réseau ne retarde pas le processus d'attribution du spectre au premier semestre 2023.

- Des autorisations locales d'utilisation de fréquences devraient être mises à la disposition des opérateurs ainsi que d'autres acteurs tels que les verticaux et les hôtes neutres. L'approche finlandaise offre un équilibre entre les licences locales et les licences nationales. La partie inférieure du spectre à 26 GHz est idéale pour les licences locales et le reste pour les licences nationales.
- Qualcomm suggère la bande 26 GHz soit rendue disponible au plus tard au premier semestre 2023 pour permettre à la France d'être parmi les leaders en Europe et dans le monde et de bénéficier de l'expérience complète de la 5G (bandes basse, moyenne et haute). L'établissement d'un calendrier précis de libération du spectre permettrait aux opérateurs de réseaux mobiles, au secteur et aux principales parties prenantes de planifier leurs investissements en conséquence et de disposer d'une voie claire vers la commercialisation.

Enfin, Qualcomm est en mesure de confirmer que l'infrastructure, les chipsets et les terminaux prenant en charge la bande 24,25-27,5 GHz sont largement disponibles sur le marché.

i) Etat des lieux et Écosystème dans la bande 26 GHz

Le spectre mmWave a été mis à disposition dans plusieurs pays d'Europe et du monde et les déploiements commerciaux ont commencé au Japon, en Corée, aux États-Unis et en Italie, pour n'en citer que quelques-uns. Les déploiements de la 5G en bande moyenne étant bien avancés dans le monde, on s'attend à ce qu'un nombre croissant d'opérateurs commencent à les compléter avec des déploiements en bande millimétrique très bientôt.



Dans plusieurs pays d'Europe, les opérateurs de réseaux mobiles, en coopération avec les gouvernements, les autorités municipales et les fournisseurs d'infrastructures, explorent et testent de nouveaux services permis par la connectivité 5G mmWave. Plus récemment, par exemple, la ville finlandaise de Tampere a posé les jalons pour devenir "l'une des villes les plus rapides d'Europe" en collaborant avec Elisa, Nokia, Qualcomm et CGI pour le lancement de la 5G mmWave. L'objectif de la ville est de combiner des ensembles de données locales - sur l'environnement, les transports, les soins de santé, les services publics, etc. - avec les meilleures infrastructures de communication 5G mmWave afin de développer et d'offrir de meilleurs services à ses citoyens et aux autorités municipales. Pour concrétiser cette ambition, Tampere accueille actuellement un hackathon sur la 5G mmWave et les technologies immersives (XR). Le hackathon invite les communautés de développeurs, des universités et des start-ups à concourir pour concevoir de nouveaux cas d'usages tirant parti des ensembles de données de la ville. Les développeurs sont conviés à utiliser la réalité mixte comme moyen d'interaction et de visualisation des données disponibles, tout en exploitant le réseau 5G mmWave de pointe de Tampere.

Alors que l'adoption du 5G mmWave continue de se répandre dans le monde, les smartphones et une variété d'autres appareils ainsi que les CPEs supportant la bande millimétrique sont introduits sur les marchés. Selon la Global Supplier mobile Association (GSA)¹, l'infrastructure, les chipsets et les appareils supportant la bande 24,25-27,5 GHz sont disponibles sur le marché et l'élan mondial en faveur de l'octroi de licences mmWave à large bande se renforce :

- 192 opérateurs dans 48 pays/territoires ont investi dans la 5G mmWave (tests, essais terrain, planification, acquisition de licences, déploiement ou exploitation de réseaux).
- 140 opérateurs dans 24 pays/territoires détiennent des licences permettant le déploiement de la technologie 5G mmWave dans l'une de ces bandes.
- 28 opérateurs identifiés comme déployant activement le spectre mmWave pour la 5G dans 16 pays/territoires.

Les consommateurs disposent désormais d'un large choix d'appareils compatibles avec les bandes millimétriques - smartphones, ordinateurs portables, des points d'accès hotspots, FWA, etc. Plus de 150 appareils 5G mmWave ont été annoncés par une cinquantaine de fournisseurs, notamment des smartphones, des points d'accès hotspots, des CPEs, des modules et des ordinateurs portables. Une liste des appareils commerciaux 5G mmWave est fournie dans l'image ci-dessous.

¹ GSA June '22. www.gsacom.com

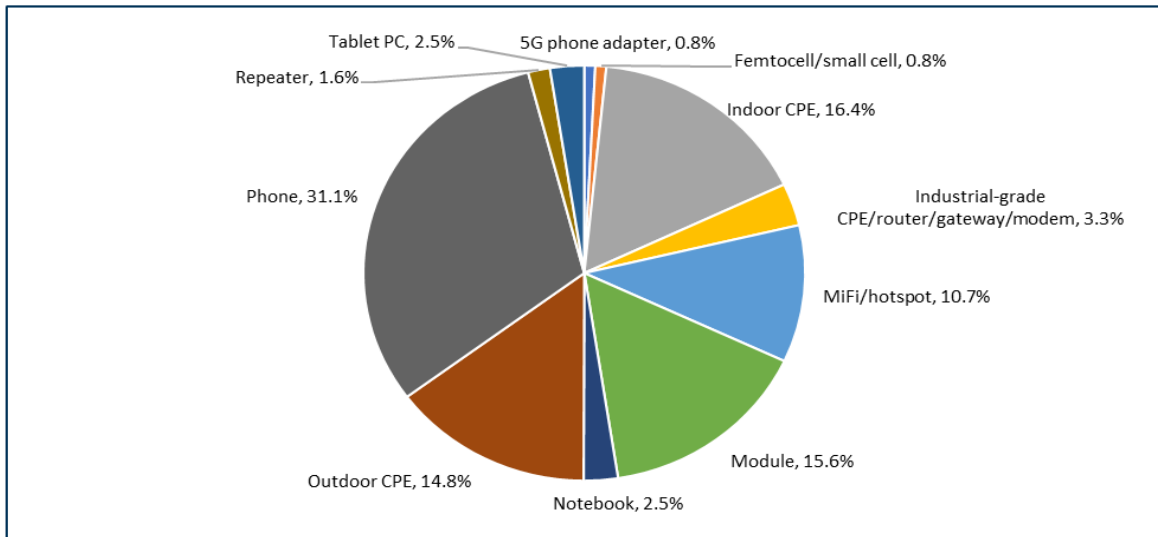


Figure 1: Appareils 5G mmWave annoncés par facteur de forme (source : GSA)

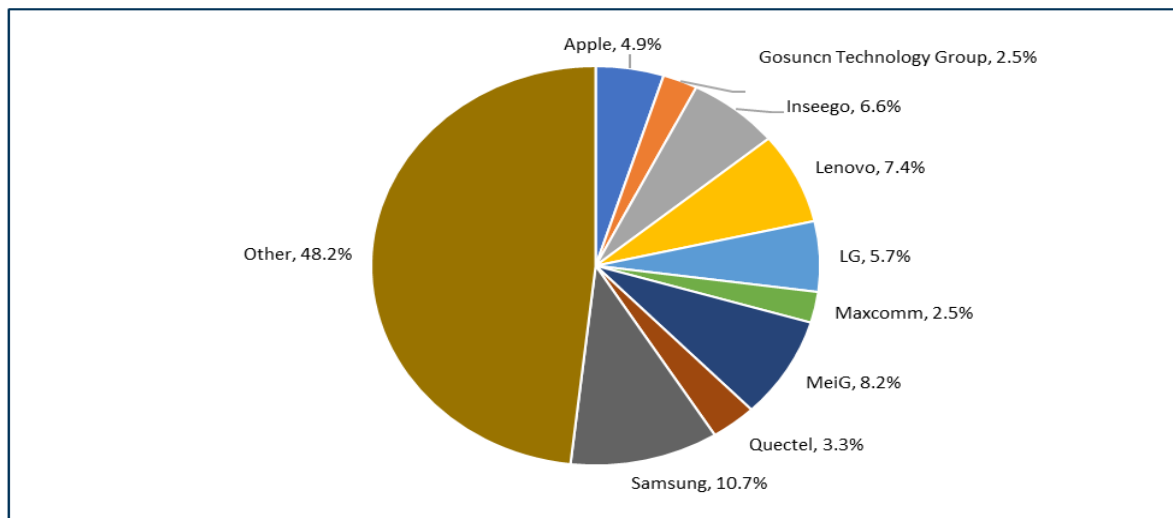
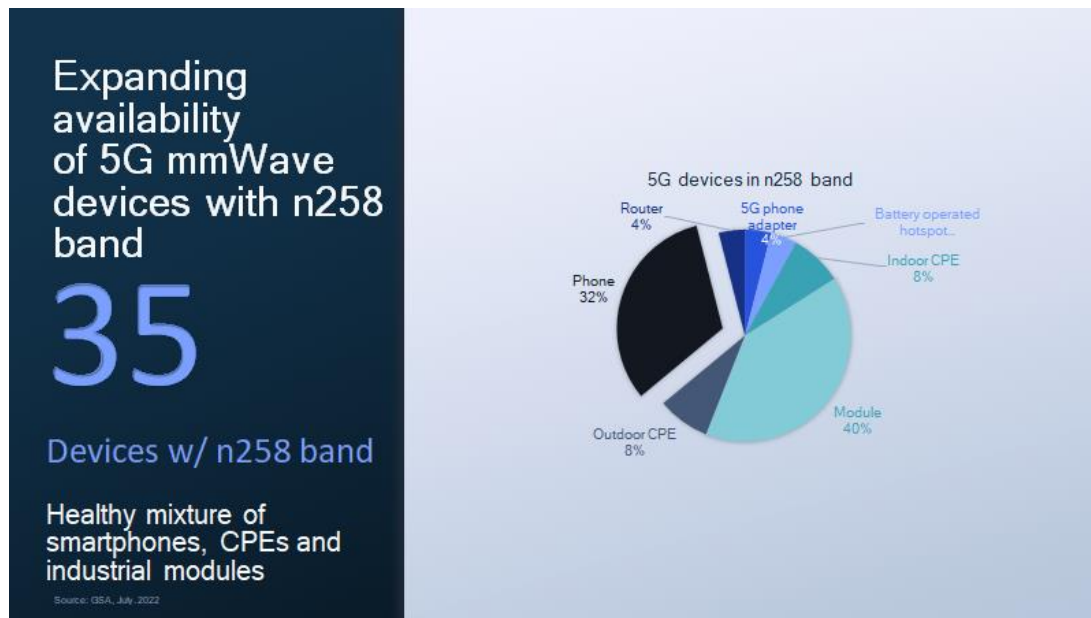


Figure 2: Dispositifs 5G mmWave annoncés par fournisseur (source GSA)

En outre, selon la GSA, il existe au moins 35 appareils disponibles dans le monde entier supportant la bande n258 (26 GHz) (source GSA).



Qualcomm souhaite également mettre en avant certaines des conclusions d'une étude récente publiée par Counterpoint research²:

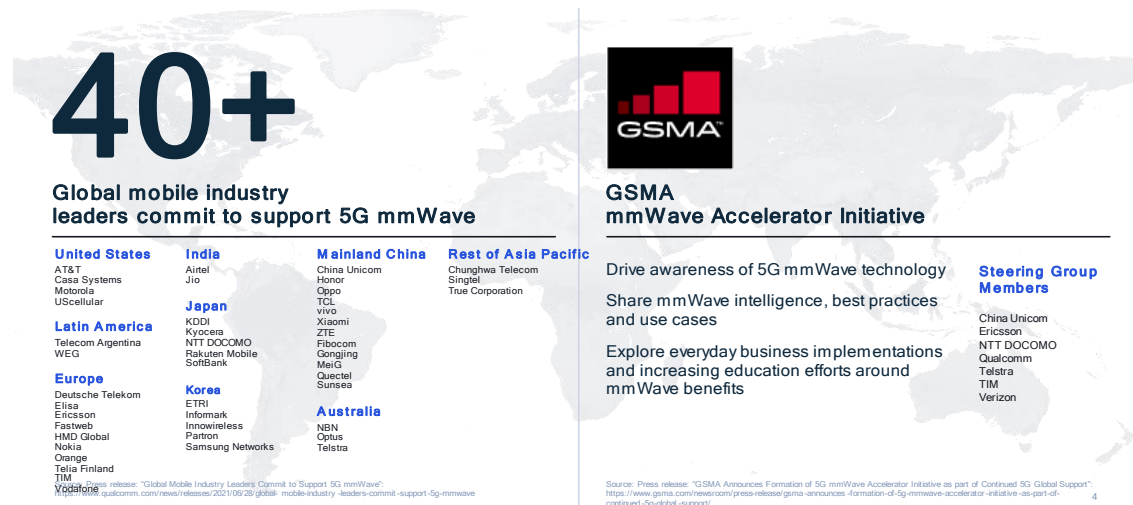
- La 5G mmWave va être la clé pour les équipementiers (OEMs), les opérateurs mobiles pour tenir la promesse de la "vraie 5G" du point de vue des vitesses, de la latence et de la capacité.
- Le différentiel de coût entre un smartphone 5G mmWave+sub-6GHz et un smartphone uniquement 5G sub-6GHz se réduit avec l'augmentation de l'échelle, ce qui permet aux équipementiers de compenser tout coût supplémentaire par une gestion intelligente du portefeuille.
- Un pourcentage croissant de consommateurs commence à opter activement pour les smartphones 5G mmWave afin de profiter des avantages de la "vraie 5G". Le coût des appareils ou des forfaits n'est pas un obstacle.
- C'est aux équipementiers et aux opérateurs d'utiliser la capacité et la couverture 5G mmWave respectivement comme un facteur de différenciation et de se mettre en avant pour offrir aux utilisateurs l'expérience de la "vraie 5G" afin de fournir et de capturer une valeur maximale.

Enfin, il est également important de noter que le soutien des leaders de l'industrie mondiale en faveur de la technologie 5G mmWave s'est accru au cours des 18 derniers mois. La GSMA a annoncé la création d'un accélérateur mondial

² <https://www.counterpointresearch.com/5g-mmwave-ecosystem-economics-already-attractive-part-3/>

avec China Unicom, NTT DoCoMo, Telstra et TIM, ainsi que Verizon, Ericsson et Qualcomm. En outre, plus de 40 entreprises se sont "engagées à soutenir" le déploiement de la 5G mmWave. Ces leaders de l'industrie visent à tirer parti de l'élan existant derrière la 5G mmWave, ce qui leur permet de répondre aux augmentations significatives de la demande de données des utilisateurs et d'étendre le rôle de l'écosystème mobile pour soutenir le développement économique dans de nombreux secteurs. Les détails sont fournis dans la diapositive ci-dessous.

Growing global momentum to deploy 5G mmWave



ii) Scénarios de déploiement, cas d'usage et applications

Qualcomm s'attend à ce que les premiers cas d'usage se concentrent sur les scénarios d'utilisation du Haut débit mobile amélioré (eMBB) et des Communications ultra fiables à faible latence (URLLC) pour les hotspots *indoor* dans les entreprises et les usines et le haut débit mobile *outdoor* dans les zones urbaines denses ainsi que l'accès sans fil fixe (FWA³) dans les macro-scénarios suburbains et ruraux. Les applications telles que la réalité virtuelle/augmentée mobile et la vidéo ultra haute définition, les services de 5G FWA et la maison intelligente, la fabrication intelligente, le véhicule autonome et les soins de santé bénéficieront tous des déploiements de la 5G.

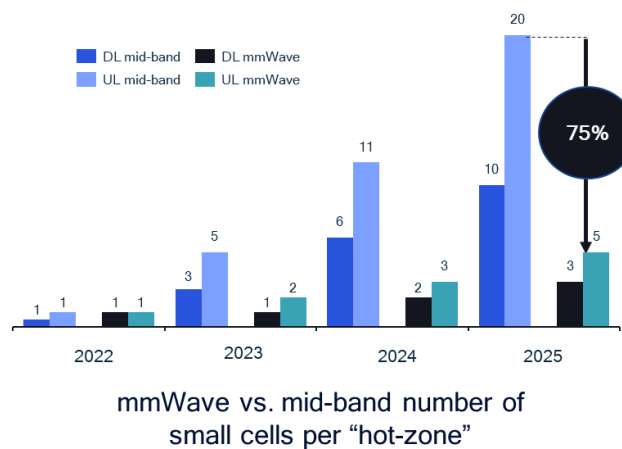
Les débits de données multi-gigabits possibles avec la technologie 5G mmWave et les larges bandes passantes disponibles dans la bande 26 GHz permettront probablement de nouveaux cas d'usage bénéficiant de débits instantanés élevés. D'une part, les utilisateurs finaux, pouvant être des consommateurs individuels ou des machines, pourront télécharger très rapidement de grandes quantités de données, par exemple un film avant de prendre l'avion, des services de type fibre optique sur des ordinateurs portables « *always on* », ou une mise à jour de cartographie haute définition pour un véhicule. D'autre part, le réseau sera en mesure de desservir un grand nombre de points d'extrémité plus

³ Un cas d'usage réalisable pour la 5G mmWave qui permet un déploiement rapide et peu coûteux pour remplacer la fibre optique

exigeants, car les débits de pointe instantanés élevés, combinés à la technologie MIMO, augmenteront considérablement la capacité du réseau et faciliteront donc la décharge du trafic sur les réseaux 4G existants.

La capacité sera une mesure essentielle pour la 5G, car le volume de trafic va exploser dans les années à venir avec l'adoption plus répandue de plans de données compétitifs comprenant l'utilisation illimitée d'applications populaires, le streaming vidéo ou même l'utilisation de données totalement illimitée. L'augmentation de la capacité se concentrera sur des hotspots spécifiques (cafés, lieux de spectacle, places publiques, centres-villes, etc.) et s'alignera sur le déploiement stratégique de petites cellules (*small cells*) à haute capacité couvrant la zone du hotspot. Dans des hotspots spécifiques (cafés, lieux de spectacle, places publiques, centres-villes, etc.), la 4G et la 5G Sub-6 n'offriront pas une qualité d'expérience supérieure, tandis que la 5G mmWave est essentielle pour offrir une qualité d'expérience cohérente, que l'utilisateur se trouve dans un endroit à faible densité (avec la 5G Sub-6) ou à forte densité (avec la 5G mmWave). En outre, la technologie 5G mmWave sera très rentable (par exemple, 75 % dans une zone dense d'une gare, selon une étude de Bell Labs Consulting⁴) dans ces lieux à haute densité, par rapport à la technologie 5G Sub-6, avec 75 % de cellules en moins, ce qui entraînera une réduction de 70 % de la consommation d'énergie.

**Requires the most cost-efficient technology,
esp. in Uplink
Leads to up to 70% less power consumption**



La technologie 5G mmWave apporte également les avantages du MIMO à l'échelle des petites cellules, ce qui permet de maximiser la capacité des petites cellules et la couverture des hotspots. Les déploiements engloberont des lieux (par exemple, des stades) et des emplacements dans les centres-villes. En fonction des schémas de circulation, ils couvriront les principales places publiques et routes du centre-ville, car ce sont les endroits où le trafic est le plus important.

⁴ https://assets.qualcomm.com/The-Business-Imperative-of_5G-mmWave-reg.html

Les déploiements mobiles 5G NR mmWave se concentreront sur les zones urbaines à fort trafic dans les grandes villes mondiales. Afin d'évaluer ce défi de déploiement pour la technologie 5G NR mmWave, Qualcomm a réalisé une série d'études de simulation de la couverture du réseau 5G NR mmWave dans de nombreuses villes du monde. Les résultats des études de simulation menées dans dix villes du monde montrent qu'il est possible d'obtenir une couverture *outdoor* importante en liaison descendante en cas de colocalisation de la 5G NR mmWave avec des sites macro et petites cellules 4G LTE existants. Bien que la couverture 5G mmWave *outdoor* vers *indoor* ne soit pas réalisable pour les mobiles, la couverture 5G mmWave *outdoor* libérera considérablement les ressources dans les bandes de fréquences inférieures à 6 GHz (Sub-6) pour la capacité *outdoor* vers *indoor*, en utilisant la technologie 4G LTE ou 5G NR. En outre, la couverture 5G mmWave *outdoor* peut être complétée par des déploiements 5G mmWave *indoor* ciblés.

Si, dans un premier temps, les opérateurs mobiles se concentrent sur l'expansion rapide des capacités du réseau en commençant les déploiements de 5G NR mmWave sur les marchés urbains denses existants, il existe encore plus d'opportunités pour la 5G mmWave au-delà des réseaux macro traditionnels. L'un des domaines d'intérêt est l'introduction des bandes millimétriques à l'intérieur des bâtiments pour répondre à la demande croissante d'accès haut débit sans fil de type fibre optique dans les lieux très fréquentés, tels que les palais des congrès, les salles de concert et les stades. Ces lieux sont traditionnellement confrontés à une capacité de réseau limitée, ce qui limite la qualité du service qu'ils peuvent fournir (par exemple, des vitesses lentes et une connectivité peu fiable). Grâce à la bande passante nettement plus large et aux gains élevés du multiplexage spatial de la 5G mmWave, les opérateurs mobiles et les fournisseurs de services pourraient rapidement mettre à la disposition d'un grand nombre d'utilisateurs une connectivité de plusieurs gigabits à faible latence.

5G NR mmWave is bringing new waves of opportunities

For outdoor deployments...

- Significantly elevate today's mobile experiences – initially focusing on smartphones
- Deployments predominantly driven by mobile operators – initially focusing on dense urban

For indoor deployments...

- Complementing existing wireless services provided by Wi-Fi—also expanding to new device types
- Bringing superior speeds and virtually unlimited capacity for enhanced experiences

Creating value for the mobile ecosystem
Operators, service providers, venue owners, infra vendors, device OEMs,...

Au cours des derniers mois, plusieurs études économiques ont été menées par la GSMA Intelligence (GSMAi)⁵. Les chercheurs ont examiné un large éventail de scénarios de déploiement de la 5G mmWave, notamment différentes régions géographiques, des réseaux urbains denses en extérieur, des entreprises en intérieur et l'accès sans fil fixe (FWA). Les conclusions générales sont encourageantes et conformes aux attentes de Qualcomm, tous les scénarios montrant que la 5G mmWave peut constituer une stratégie de déploiement rentable. Un résumé rapide est fourni ci-après :

- Réseaux urbains denses : l'étude de la GSMAi s'est penchée sur la période allant d'aujourd'hui à 2025, et elle constate que la 5G mmWave peut être déployée de manière rentable pour fournir une couche de capacité supplémentaire dans les zones urbaines denses en Chine et en Europe.
- FWA : de même, trois déploiements FWA différents ont été analysés, notamment dans les zones urbaines de Chine, les zones suburbaines d'Europe et les zones rurales des États-Unis. L'étude montre que les réseaux 5G FWA utilisant le spectre mmWave peuvent être rentables s'ils parviennent à capter un pourcentage significatif du marché du haut débit résidentiel à fort trafic.
- Entreprises : l'étude a examiné un déploiement 5G mmWave *indoor* dans un grand espace de bureaux. Elle constate que cette stratégie peut également être rentable et générer des économies de coûts entre 5 % et 20 % lorsqu'une part importante du trafic de données doit être prise en charge par des services 5G *indoor*.

GSMAi⁶ a également examiné les conditions dans lesquelles 5G FWA peut être un moyen rentable de fournir des services haut débit (avec des vitesses de téléchargement d'au moins 100 Mbps), par rapport aux technologies filaires alternatives et aux différentes stratégies de déploiement. Ils estiment que pour les déploiements de 5G FWA mmWave dans les zones urbaines et suburbaines en Europe, aux États-Unis et en Amérique latine, les solutions CPE *indoor* de haute puissance pourraient présenter des avantages par rapport aux CPE *indoor* standard, en stimulant la rentabilité du 5G FWA mmWave par rapport au FTTH de 10 à 20 points de pourcentage. En outre, ils estiment qu'une approche hybride consistant à fournir aux abonnés éloignés des stations de base des antennes extérieures, et aux autres des CPE *indoor*, peut améliorer la rentabilité du 5G FWA mmWave de 10 à 15 points de pourcentage.

Les études de GSMAi sont fournies dans l'annexe ci-dessous :



210121-Economics-of-
f-mmWave.pdf



GSMAi FWA TCO
report 2.pdf

⁵ <https://data.gsmainelligence.com/api-web/v2/research-file-download?id=59768858&file=210121-Economics-of-mmWave.pdf>

⁶ <https://data.gsmainelligence.com/research/research/research-2022/the-5g-fwa-opportunity-a-tco-model-for-a-5g-mmwave-fwa-network>

iii) Cadre d'autorisation et exigences en matière de largeur de bande

Qualcomm estime que l'Arcep devrait concevoir une attribution de la bande 26 GHz permettant le déploiement de réseaux d'opérateurs mobiles 5G avec des licences nationales individuelles sur un large spectre contigu d'au moins 400 MHz mais idéalement 800 MHz car cela apportera des avantages considérables en termes de connectivité 5G en France. Il serait important de fournir aux opérateurs mobiles une licence nationale pour que le marché puisse décoller. Il serait important de préserver la capacité des verticaux et/ou d'autres opérateurs infranationaux à accéder au spectre, en particulier dans les zones où les opérateurs mobiles ne prévoient pas ou ne sont pas en mesure de déployer des services. Les licences locales intérieures et extérieures pourraient être utiles dans de tels cas. Des mécanismes tels que l'utilisation ou la perte (*use-it-or-lose-it*), l'utilisation ou le partage (*use-it-or-share-it*), l'utilisation ou la location (*use-it-or-lease-it*), la sous-licence du spectre pourraient garantir une utilisation efficace dans le pays. Si l'Arcep envisage l'utilisation de fréquences dédiées aux verticaux, la mise en réserve de ces ressources de fréquences dédiées dans la partie inférieure de la bande des 26 GHz s'alignerait sur les décisions prises par d'autres États membres de l'UE comme la Suède, le Royaume-Uni, le Danemark, la Finlande, pour n'en citer que quelques-uns, au cours des deux dernières années.

iv) Coexistence avec les services historiques (SFS et FHs)

D'une manière générale, Qualcomm estime qu'il pourrait être possible de préserver certaines des stations terrestres existantes dans le service fixe par satellite (SFS), dans le cas où elles sont placées dans des zones reculées. La protection aux réseaux 5G pourrait être organisée en définissant des zones d'exclusion autour des stations terrestres. En pratique, cela signifie que les fournisseurs de service 5G pourraient se voir attribuer des licences nationales avec plusieurs zones bien définies autour des stations terrestres, où l'utilisation de la 5G n'est pas autorisée ou est fortement limitée. Les nouvelles stations terrestres ne devraient être autorisées qu'à la suite d'un accord commercial entre l'opérateur de la station terrestre et le titulaire de la licence 5G. Qualcomm estime que ce type d'accord peut être conclu entre les titulaires de licences 5G et les opérateurs de stations terrestres, en particulier dans les zones reculées où il est peu probable que la 5G soit déployée dans la bande 26 GHz.

En outre, Qualcomm est conscient des défis que représente la coexistence de la 5G avec les liaisons point à point du service fixe dits faisceaux hertziens (FHs) existantes dans la partie inférieure du spectre 24,25-26,5 GHz. Il est important que l'Arcep cesse de délivrer des licences pour les liaisons fixes dans cette bande, comme l'ont fait de nombreux autres régulateurs européens, et qu'elle planifie leur réaffectation dans une autre bande de fréquences (par exemple la bande 32 GHz). Pendant que ce processus est mené à bien, les opérateurs mobiles devraient bien sûr être autorisés à utiliser leur licence dans la bande dans la mesure du possible sans causer d'interférences. Les approches qui envisagent de déplacer les FHs plus près des zones où il y aura une forte demande de 5G *outdoor* - comme les rues piétonnes très fréquentées, les abords des stades, les lieux de concert, les gares, etc. L'Arcep pourrait également envisager l'idée de créer des "zones 5G *outdoor* précoces" dans les grandes villes et de déplacer les FHs à proximité

afin que le spectre contigu à large bande soit disponible pour de multiples réseaux - comme un moyen de "commencer" au moins jusqu'à ce que davantage de FHs soient transférés et que la 5G *outdoor* puisse être plus largement déployée.

v) Déploiement autonome (SA) de la 5G à 26 GHz

La bande 26 GHz peut être utilisée soit en combinaison avec d'autres bandes, soit en déploiement autonome. Des initiatives pionnières et la commercialisation ont commencé dans le monde entier. Les déploiements autonomes de la technologie 5G mmWave coexisteront pendant un certain temps avec les réseaux traditionnels Non-Standalone (NSA) 5G mmWave et sub-6 GHz, mais la technologie 5G mmWave autonome (SA) permettra aux opérateurs de déployer des réseaux 5G mmWave à large bande passante, et les dispositifs qui les utilisent, en mode autonome, sans nécessiter d'ancrage dans le spectre sub-6. En bref, cela donne aux opérateurs mobiles beaucoup plus de souplesse pour non seulement déployer des services 5G mmWave dans un plus grand nombre de zones, mais aussi un accès à large bande par « fibre optique » sans fil.

vi) Études sur les avantages socio-économiques de la bande millimétrique

Au cours des derniers mois, Qualcomm s'est engagé avec plusieurs consultants et partenaires industriels et a commandité un certain nombre d'études sur les avantages pour l'Europe et les parties prenantes en général du déploiement de la 5G dans la bande mmWave :

- L'étude commanditée avec Ericsson à Analysys Mason, prévoit un bénéfice total pour le PIB de plus de 140 milliards d'euros d'ici 2040, pour un coût d'environ 20 milliards d'euros, sur trente marchés européens. Les usines intelligentes utilisant la bande de spectre 5G mmWave (26 GHz) généreraient 76 milliards d'euros de bénéfices économiques.
- L'analyse du scénario 5G européen réalisée par Qualcomm et Bell Labs Consulting (jointe ci-dessous) se concentre sur la question cruciale de l'attractivité commerciale de la 5G mmWave et de ses propositions de valeur uniques, en expliquant où la déployer et le retour de ces investissements. En effet, la 5G mmWave sera très rentable dans des lieux à forte densité par rapport à la 5G Sub-6.
- Enfin, l'étude de Plum Consulting (jointe ci-dessous) commanditée par Qualcomm et Nokia donne des conseils sur la manière de stimuler la demande du marché européen pour la 5G mmWave.

D'après les études et analyses approfondies, il est évident que la 5G mmWave permet de réaliser un important retour sur investissement. L'amélioration de l'expérience utilisateur et de la satisfaction des entreprises et des consommateurs, au quotidien, entraîne un potentiel de monétisation important et de nouvelles opportunités pour les opérateurs.



Plum_Qualcomm_N
okia 26 GHz final fin



Bell_Labs_Consulting
_The_business_of_5G_



BLC_Qualcomm_The
business imperative