



Réponse de Meta Platforms Ireland Limited à la consultation de l'ARCEP - Préparer le futur des réseaux mobiles.

Résumé exécutif

Meta Platforms Ireland Limited (Meta) remercie l'ARCEP de l'opportunité de contribuer à la consultation publique "*Préparer le futur des réseaux mobiles*". Meta souhaite apporter quelques compléments d'information à la réponse commune soumise par Broadcom Inc., Cisco Systems Inc., Hewlett Packard Enterprise (HPE) et Meta.

Ces compléments d'information portent spécifiquement sur l'évolution des applications internet vers le métavers, en particulier les technologies de Réalité Virtuelle (RV) et Réalité Augmentée (RA).

L'essor de ces applications et technologies sera la principale influence sur l'évolution des besoins en connectivité des consommateurs sur les réseaux fixes et mobiles. Meta invite l'ARCEP à considérer les faits mentionnés ci-dessous :

- La maîtrise des moteurs 3D et de bonnes compétences graphiques sont les prérequis pour innover en RA/RV. Les talents français sont particulièrement nombreux dans ces deux domaines. La France peut se positionner comme leader du métavers si les technologies RA/RV de pointe sont disponibles en France.
- La qualité d'expérience RA/RV est déterminée par la qualité de service de la connectivité locale et personnelle (Local Area Connectivity - LAN - et Personal Area Connectivity - PAN). Les besoins en connectivité étendue (Wide Area Connectivity - WAN) ne sont pas forcément plus importants que pour les applications utilisées aujourd'hui.
- Les terminaux RA/RV utilisent de manière quasi-exclusive le Wi-Fi. Cette tendance ne va pas évoluer dans les prochaines années.
- La combinaison de la fibre et du Wi-Fi est la seule solution de connectivité qui permette de concilier transition numérique et transition écologique. Le Wi-Fi est primordial pour permettre le numérique soutenable.

Réponse détaillée

Question 1. Quelles sont les évolutions les plus pertinentes apportées par les Release 16 et Release 17 de la 5G ? A quelles échéances ces évolutions seront-elles disponibles dans les réseaux et les terminaux ? Le cas échéant, quels besoins nouveaux en fréquences ces évolutions vont-elles susciter ?

La version Release 17 de la 5G introduira les fonctionnalités restreintes (Reduced Capability - RedCap). Ces fonctions seront un premier pas pour permettre l'utilisation de la connectivité 5G dans des équipements de faible complexité et à faible consommation. Ces fonctions sont particulièrement critiques pour les équipements de poche (wearable devices) qui intègrent une batterie de capacité restreinte et possèdent une puissance de calcul limitée. L'élargissement de la 5G vers la faible complexité et la faible consommation se fera progressivement. Il est difficile de prédire aujourd'hui quelle version des standards 3GPP permettra une intégration de ces technologies dans les équipements tels que les lunettes RA/RV.

Les fonctions RedCap ne sont pas de nature à augmenter les besoins en spectre, l'objectif étant au contraire de minimiser la complexité et la consommation.

Question 2. Même question pour la Release 18 (« 5G Advanced »), la 6G et le Wifi 7.

Question 2 : What are the most significant developments brought by 5G Release 18, 6G, and Wi-Fi 7? What is the timeline for these developments to become available on networks and devices? If applicable, what new frequency requirements will these developments generate?

Le Wi-Fi 6E et Wi-Fi 7 très basse puissance (Very Low Power - VLP) et faible puissance en intérieur (low power indoor - LPI) sont les technologies critiques respectivement pour la connectivité personnelle et la connectivité locale. Le Wi-Fi VLP et LPI permettent une connectivité haut débit et faible latence à basse consommation et complexité.

Les équipements RA/RV requièrent un degré d'intégration et de miniaturisation significativement plus élevé que les téléphones portables. Les batteries, processeurs, haut-parleurs et les écrans doivent être beaucoup plus compacts pour permettre une intégration dans des lunettes qui peuvent être portées confortablement. Les équipements doivent aussi minimiser leur consommation électrique, non seulement pour minimiser la taille de la batterie mais aussi pour répondre aux contraintes de dissipation thermique.

Les techniques de traitement de l'image local (local rendering), c'est à dire l'utilisation d'un équipement situé à faible distance des lunettes RA/RV pour effectuer les calculs et manipulations graphiques les plus complexes, permettent d'améliorer la qualité graphique des lunettes RA/RV sans impacter leur complexité ou leur consommation électrique. L'équipement de traitement du signal peut être un PC, une box internet ou un téléphone portable.

Le local rendering n'est viable que si le lien entre les lunettes RA/RV et l'équipement de traitement du signal sont reliés par une connectivité haut débit, faible latence, faible complexité et faible consommation. Le Wi-Fi 6E et le Wi-Fi 7 offrent la combinaison d'une large bande passante large et d'une faible complexité, permettant aux équipements RA/RV de s'activer, transmettre leur information le plus rapidement possible et se remettre en veille le plus vite possible, afin de permettre une consommation électrique extrêmement basse. De plus, les

connexions Wi-Fi locales offrent une latence beaucoup plus faible que la latence supportée par les réseaux mobiles.

Le Wi-Fi 6E et le Wi-Fi 7 vont porter la prochaine vague d'innovation numérique. En particulier, le Wi-Fi 6E et le Wi-Fi 7 sont les solutions de connectivité essentielles pour le métavers, car ce sont les seules technologies permettant la généralisation du local rendering.

Question 3. Identifiez-vous d'autres évolutions des technologies mobiles pour des usages spécifiques, qui pourraient susciter des besoins nouveaux en fréquences, par exemple les communications entre terminaux ou le broadcast/multicast ? Si oui, lesquelles et pour quels usages ?

Les technologies Wi-Fi 6E et Wi-Fi 7 VLP et terminal à terminal (Client to Client - C2C) sont critiques pour l'essor des RA/RV, car ils permettent une connectivité locale directe entre des lunettes RA/RV et un équipement effectuant du traitement de l'image local (local rendering), par exemple un PC, une box internet ou un téléphone portable.

Éviter l'utilisation de multiples liens, ou de liens longue distance, est nécessaire pour supporter la faible latence et la faible consommation.

Question 4. En tant qu'opérateur ou entreprise, dans quelle mesure prévoyez-vous d'intégrer ces architectures ouvertes dans votre stratégie de déploiement de réseau ? Plus particulièrement, dans quel cadre et pour quels besoins estimez-vous pertinente l'introduction du edge computing dans les réseaux mobiles ? Quels enjeux notamment en matière d'accès, de caractéristiques de déploiement et d'usages identifiez-vous ? Comment faudrait-il y répondre ?

La RA/RV a besoin du local rendering pour limiter la puissance de calcul et la consommation des lunettes RA/RV. Le local rendering repose sur une connectivité locale à haut débit et faible latence, pour connecter les lunettes RA/RV à un PC, une box internet ou un téléphone mobile. Les utilisateurs ont besoin d'une connectivité locale mariant haute qualité de service (QoS) et bas coût. Le Wi-Fi VLP, LPI et C2C sont les seules technologies offrant une QoS suffisante et une complexité acceptable.

Il est important de permettre aux utilisateurs français, aux petites et moyennes entreprises (PME) et aux services publics de déployer ces solutions de connectivité locale de manière adaptée à leurs besoins spécifiques. Il est également critique de s'assurer que cette connectivité locale reste abordable pour tous les budgets.

Question 5. En quoi ces changements d'architecture appellent, le cas échéant, un changement dans la gestion de l'accès aux ressources fréquentielles (identité des titulaires d'autorisations de fréquences, quantités attribuées ...) ?

Les techniques de local rendering vont augmenter significativement les besoins en connectivité locale et personnelle. Le trafic local généré entre les lunettes RA/RV et l'équipement de traitement du signal a besoin d'une qualité de service et d'une capacité beaucoup plus élevée que le trafic longue distance, pour une même application RA/RV. De plus, la grande majorité du trafic longue distance utilise le réseau fixe, en particulier le réseau fibre, qui ne génère aucun besoin additionnel en ressources fréquentielles. Ces deux éléments expliquent pourquoi le trafic local sans fil va augmenter beaucoup plus rapidement que le trafic mobile.

Il est important que l'ARCEP réserve suffisamment de spectre pour la connectivité locale sans fil pour permettre l'amélioration de la qualité d'expérience et l'essor des innovations RA/RV.

Question 10. Parmi ces usages, certains d'entre eux sont-ils plus spécifiquement appelés à se développer dans un environnement fixe, à l'intérieur de bâtiments par exemple, ou bien en mobilité ? Le cas échéant, pour quelles raisons ?

Les applications métavers sont pour le moment principalement portées par la réalité virtuelle, qui par nature est utilisée quasi-exclusivement à l'intérieur des bâtiments. Les premières applications de réalité augmentée, par exemple [la première prothèse de genou assistée par AR, réalisée à l'hôpital Lariboisière par le professeur Rémy Nizard](#), sont aussi déployées principalement à l'intérieur des bâtiments, pour des applications professionnelles de haute précision.

La RA/RV va contribuer significativement aux innovations numériques de nombreux secteurs clés tels que l'éducation, la santé, la productivité des entreprises et les services gouvernementaux. Tous ces secteurs utilisent de manière quasi exclusive une connectivité à l'intérieur des bâtiments, comme l'explique le [rapport LS Telcom "Socio-Economic Benefits of IMT vs RLAN in the 6425-7125 MHz band in Europe"](#).

Question 11. Le cas échéant, quelles nouvelles technologies mobiles seraient nécessaires pour couvrir l'ensemble de ces usages ? Pour couvrir vos usages en tant qu'utilisateur ?

Les technologies Wi-Fi 6E et Wi-Fi 7 sont les briques de connectivité essentielles pour les utilisateurs internet et les innovateurs. Le Wi-Fi dans la bande 6 GHz permettra de distribuer la connectivité gigabit à l'intérieur des bâtiments et de permettre les innovations numériques, en particulier l'émergence du métavers.

Les équipements RA/RV avancés sont susceptibles d'utiliser également les technologies à bande ultra large (Ultra wideband - UWB) permettant par exemple de détecter des obstacles ou d'analyser plus précisément les mouvements de la main.

Finalement, les technologies 5G RedCap pourraient aussi contribuer à améliorer la connectivité des équipements de poche (wearables) sur le moyen et long terme.

Question 12. Quels nouveaux besoins en fréquences identifiez-vous pour répondre à ces usages avec les technologies existantes, et, le cas échéant, avec l'introduction de nouvelles technologies ? Pour quelles raisons (capacité, débit, couverture...) ?

Le Wi-Fi 6E et le Wi-Fi 7 ont besoin d'avoir accès à de nombreux canaux de 160 MHz pour permettre les déploiements en zone urbaine et périurbaine, ainsi que dans les environnements professionnels (y compris bureaux, usines, universités).

Les réseaux de haute densité, par exemple le récent déploiement de [16 000 points d'accès Wi-Fi 6E sur le campus de l'université du Michigan](#) auront de manière évidente besoin de plus de trois canaux de 160 MHz pour distribuer une connectivité gigabit fiable.

Les équipements VLP vont utiliser de manière opportuniste les canaux non utilisés par le LPI, afin d'éviter toute interférence. Un seul foyer aura donc besoin de deux canaux de 160 MHz (un pour le LPI, l'autre pour le VLP) pour avoir accès à une connectivité locale permettant de pleinement bénéficier des avantages de la fibre et de la RA/RV. Les environnements comme les salles de classe, les centres de formation ou de congrès auront évidemment besoin de plus de canaux.

La bande 6 GHz est la seule bande disponible pour le Wi-Fi LPI gigabit et le VLP fiable. Les bandes 2.4 et 5 GHz ne supportent pas les canaux 160 MHz. La bande 57-71 GHz ne supporte ni une couverture suffisante pour le LPI, ni une fiabilité suffisante pour le VLP. La bande 57-71 GHz sera donc amenée à compléter la bande 6 GHz pour un nombre limité d'applications, mais ne pourra pas la remplacer.

Question 26. Quel rôle joue le Wifi dans l'ensemble des solutions pour fournir des services à l'intérieur des bâtiments ? Le cas échéant, pour quels usages le Wifi n'est-il pas une technologie appropriée, et pour quelles raisons ?

Le Wi-Fi est la technologie de connectivité sans fil dominante. Dans un pays comme la France, où le réseau fixe délivre plus de 90% du trafic internet, le Wi-Fi délivre approximativement 80% du trafic, alors que 10% passe par un câble et 10% par les réseaux mobiles. Au niveau européen, le Wi-Fi transporte approximativement 90% du trafic internet total.

Il est important de noter que le Wi-Fi ne supporte pas exclusivement la connectivité internet, mais supporte également la connectivité sans fil locale, dont l'importance sera croissante au cours des prochaines années comme expliqué dans notre réponse à la question 5. La connectivité locale est également très importante pour les applications professionnelles, par exemple dans les entrepôts ou les usines.

Les canaux de 160 MHz et la faible complexité permettent aux équipements Wi-Fi de supporter une qualité de service élevée, une latence faible et une basse consommation.

Des [analyses de marché récentes aux Etats-Unis](#) comparant la taille du marché CBRS (connectivité locale basée sur des technologies mobiles) et la taille du marché Wi-Fi 6 GHz offrent une perspective claire sur le nombre relatif d'applications ayant besoin d'une qualité de

service supérieure à celle offerte par le Wi-Fi. Les scénarios de déploiement nécessitant une connectivité locale 5G peuvent apporter des bénéfices économiques non négligeables, mais ne représentent qu'une petite fraction de l'ensemble des scénarios de connectivité locale sans fil.

Question 29. Avez-vous des propositions (leviers d'action, moyens, stratégies etc.) à partager en matière de gestion du spectre ou d'attribution de fréquences pour réduire l'impact environnemental des réseaux et plus généralement promouvoir un numérique soutenable ? Quelles exigences ou prérequis seraient nécessaires pour rendre opérant, le cas échéant, ce levier (disponibilité de données, cohérence méthodologique, contrôle/audit a posteriori etc.) ?

La meilleure approche pour réduire l'impact environnemental de la connectivité est d'apporter le trafic au plus proche de l'utilisateur par le réseau fibre, comme indiqué dans le [rapport de l'ARCEP sur le numérique soutenable](#).

Le [rapport du Radio Spectrum Policy Group \(RSPG\) sur le changement climatique](#) indique clairement que maximiser la largeur des bandes disponibles et éviter les techniques d'aggrégations de canaux sont deux leviers critiques pour minimiser l'impact environnemental des communications sans fil. L'attribution de la bande haute 6 GHz aux réseaux mobiles conduirait directement à une réduction des largeurs de canaux pour le Wi-Fi et l'augmentation de l'utilisation d'aggrégations de canaux pour la 5G. En revanche, l'attribution de la bande haute 6 GHz au Wi-Fi permettrait de maximiser la taille des canaux Wi-Fi utilisés et de minimiser l'utilisation de l'aggrégation de canaux.

Question 31. Pour chacune des bandes de fréquences mentionnées en partie 4, identifiez-vous des impacts environnementaux positifs ou négatifs propres à l'utilisation de ces bandes de fréquences ?

Avec la généralisation d'offres de connectivité fibre au-delà de 100 Mbps, la distribution de cette connectivité à l'intérieur du bâtiment va devenir le lien limitant la qualité d'expérience sur les réseaux fixes. Un utilisateur passant de 500 Mbps à 1 Gbps ne constatera aucune amélioration de son accès internet s'il ne peut utiliser un canal Wi-Fi de 160 MHz dans la bande 6 GHz.

Limiter le spectre 6 GHz disponible pour le Wi-Fi à 480 MHz générerait immédiatement un niveau de congestion élevé qui forcerait les équipements Wi-Fi à utiliser des canaux de 80, voire 40 MHz. Cette limitation empêcherait directement la France de développer un numérique soutenable en favorisant l'utilisation des réseaux mobiles par une limitation artificielle de la QoS offerte par le réseau fixe. Une telle approche entraînerait une surconsommation électrique importante et l'émission superflue de quantités importantes de gaz à effet de serre.

Un autre effet indirect concerne les émissions liées à la fabrication des terminaux. Les terminaux Wi-Fi 6 GHz supportent l'intégralité de la bande 5925-7125 MHz de manière native. Leur opération est pour l'instant restreinte à 480 MHz par le biais du firmware. Permettre l'utilisation de toute la bande multiplierait les capacités de ces équipements et leur permettrait

de maintenir leurs performances sur le moyen et long terme. Ceci permettrait de maximiser la durée de vie de ces terminaux, de prolonger leur utilisation et de réduire leur remplacement. Permettre à ces équipements de fonctionner de manière optimale contribue de manière considérable à limiter leur impact environnemental.

En comparaison, l'introduction de réseaux mobiles dans la bande 6 GHz inciterait les utilisateurs à acquérir rapidement de nouveaux terminaux mobiles supportant la bande. A moyen terme, les utilisateurs seront forcés de renouveler leurs équipements Wi-Fi à cause de la saturation de la bande de fréquence. Une telle décision entraînerait donc deux vagues additionnelles de remplacement des terminaux - au prix d'un impact environnemental considérable.

Question 34. Parmi toutes les bandes de fréquences listées ci-dessus et détaillées par la suite, lesquelles apparaissent prioritaires pour vos besoins ?

Ouvrir l'ensemble de la bande 6 GHz au Wi-Fi est critique pour l'essor de la RA/RV.

L'internet immersif et le métavers vont être les principaux facteurs d'innovation internet pour la transition numérique de secteurs tels que l'éducation, la santé, la productivité et les services gouvernementaux.

Les innovations métavers reposent sur la maîtrise des moteurs 3D et du graphisme numérique, deux secteurs d'excellence français. La France est en position privilégiée pour devenir un leader mondial du métavers, à condition que les créateurs d'application - et les utilisateurs locaux - aient accès aux équipements AR/VR de pointe, dont les performances sont directement impactées par la qualité de la connectivité locale et personnelle.

Ouvrir la bande 6425-7125 MHz au Wi-Fi est un prérequis pour permettre à la France de bénéficier de son plein potentiel d'innovation métavers.

Question 78. Quels usages envisagez-vous dans cette bande [57-71 GHz], dans ce cadre d'autorisation générale ? L'introduction de la 5G vous semble-t-elle pertinente ? A quel horizon ?

La bande 57-71 GHz permet le déploiement de solution d'accès fixe sans fil (Fixed Wireless Access - FWA) sur la base de technologies telles que Terragraph. Le FWA à 57-71 GHz peut distribuer une connectivité gigabit dans les zones où le coût du déploiement de la fibre est prohibitif et/ou entraîne des délais importants.

La bande 57-71 GHz peut aussi compléter la bande 6 GHz pour la connectivité locale et personnelle. Cependant, les cas d'utilisation de cette bande seront réduits à cause de la consommation électrique élevée, de la couverture réduite et de la faible fiabilité offertes en comparaison de la bande 6 GHz.

Question 92. Comment appréciez-vous les perspectives de développement de ces usages (Wifi, IMT) ? Identifiez-vous d'autres usages appelés à se développer dans cette bande ?

La bande 6 GHz est critique pour la connectivité locale et personnelle, la brique fondamentale pour la prochaine vague d'innovation numérique. Il n'existe aucune autre bande pour remplacer la bande 6 GHz pour ces applications, en particulier parce que la majorité des économies avancées ont ouvert - ou sont sur le point d'ouvrir - l'ensemble de la bande au Wi-Fi.

Inversement, la bande ne peut soutenir un large déploiement mobile car:

- les réseaux mobiles dans cette bande seront fortement limités en terme de nombre de stations de base déployées, pour permettre la coexistence en particulier avec les services satellites dans cette bande, mais aussi la coexistence avec les liens fixes qui sont importants dans de nombreux pays européens,
- l'écosystème mobile dans la bande 6 GHz sera toujours limité comparé à l'écosystème disponible dans la bande 3400-3800 MHz, puisque la majorité des économies comparables à l'Europe ont opté pour le Wi-Fi dans la bande 6 GHz. L'introduction de l'IMT dans la bande 6 GHz haute forcerait l'Europe à rompre l'alignement de son écosystème 5G avec les Etats-Unis, le Canada, la Corée ou encore le Japon, pour réaligner son écosystème avec la Chine et la Russie. L'impact d'un tel choix sur les utilisateurs et les industriels européens serait vraisemblablement considérable.

Question 93. Quelles modalités de cohabitation avec les usages existants (faisceaux hertziens, services satellitaires) dans cette bande seraient nécessaires ?

Les Wi-Fi LPI et VLP coexistent aisément avec les liens fixes et le satellite, conformément au cadre réglementaire existant dans la bande 5945-6425 MHz.

Selon les études UIT conduites par l'ANFR, adopter une restriction significative du nombre de stations 5G autorisées dans la bande, ainsi que supposer que 70% des utilisateurs se situent à l'intérieur des bâtiments, permettent la coexistence avec le service satellite par la plus petite des marges. Le dépassement d'une seule de ces hypothèses - par exemple le non respect par un pays tel que la Russie de la densité limite de déploiement des stations de base supposée dans les études - amènerait directement à des interférences envers le service satellite. Les études menées par les opérateurs satellites concluent à l'impossibilité de la coexistence avec les satellites opérant dans cette bande.

Les études de compatibilité avec les liens fixes menées par la BNetzA démontrent que la coexistence entre l'IMT et le service fixe demande des distances de séparation très larges (plus de 50km). Le déploiement de l'IMT dans cette bande aurait pour pré-requis une migration de l'ensemble des liens fixes déployés dans la bande 6425-7125 MHz.

Question 94. Pensez-vous que la bande soit appropriée pour mettre en place un partage dynamique du spectre afin de concilier les usages envisagés ?

Le partage dynamique du spectre amène un surcoût et augmente la complexité des terminaux, ce qui indirectement limite considérablement le marché adressable et limite donc l'utilisation efficace du spectre. En particulier, le partage dynamique du spectre n'est pas conciliable avec la majorité des applications VLP qui ne disposent pas forcément d'une connectivité internet.

Le partage dynamique du spectre est une solution appropriée quand plusieurs applications opèrent typiquement sur des lieux géographiques distincts, ou à des horaires disjoints. Dans le cas de la 6 GHz, les acteurs IMT ont clairement indiqué viser principalement les utilisateurs à l'intérieur des bâtiments dans les zones urbaines denses, c'est à dire précisément les utilisateurs qui ont accès à la fibre et dont la demande en connectivité Wi-Fi est la plus importante. Il ne peut donc y avoir aucun bénéfice mutuel au partage du spectre dans cette bande, les acteurs IMT cherchant précisément à remplacer l'accès fixe, et non à le compléter. Les réseaux 5G peuvent offrir une connectivité à faible capacité, QoS dégradée et coût significatif, tout en entraînant un coût écologique considérable. En comparaison, le Wi-Fi permet une bien meilleure QoS à coût nul et un impact environnemental significativement réduit.

Les besoins en spectre des réseaux mobiles sont aujourd'hui inexistant, alors que [les stations de base 3400-3800 MHz représentent moins de 4% du nombre de stations 4G déployées en Europe](#). Au cas où les besoins des réseaux mobiles dans les zones urbaines denses dépassent la capacité offerte par la 3400-3800 MHz, les solutions 5G NR-U permettraient aux opérateurs d'utiliser la bande 6 GHz pour leurs besoins en capacité sur une base partagée. Ceci n'aurait pas nécessairement d'impact sur leur QoS, les applications critiques pouvant utiliser la 3400-3800 MHz, tandis que les applications moins contraintes (par exemple diffusion de vidéo en mobilité) pourraient utiliser la capacité complémentaire dans la bande 6 GHz.

Question 98. Au-delà de tous les sujets abordés dans les sections précédentes de cette consultation, quels autres enjeux relatifs à l'attribution de nouvelles fréquences pour les réseaux mobiles mériteraient d'être portés à l'attention de l'Arcep ?

[Notre contribution à l'appel à évidence de la commission européenne](#), apporte des informations complémentaires sur le sujet de la bande 6 GHz, en particulier en relation avec le point d'ordre du jour 1.2 de la Conférence Mondiale des Radiocommunications 2023 (CMR23).