

Réponse Hub One à la consultation publique  
proposée par l'Arcep

« Préparer le futur des réseaux mobiles »

23 septembre 2022

# Sommaire

Propos liminaires .....	4
Question 1 .....	6
Question 4 .....	9
Question 5 .....	10
Question 6 .....	11
Question 7 .....	11
Question 8 .....	11
Question 9 .....	12
Question 10 .....	13
Question 11 .....	14
Question 12 .....	15
Question 13 .....	15
Question 14 .....	17
Question 15 .....	17
Question 16 .....	18
Question 17 .....	20
Question 18 .....	21
Question 24 .....	21
Question 25 .....	22
Question 26 .....	23
Question 30 .....	23
Question 32 .....	24
Question 34 .....	25
Question 36 .....	25
Question 39 .....	26
Question 40 .....	26
Question 41 .....	26
Question 43 .....	26
Question 46 .....	27
Question 47 .....	27
Question 51 .....	27
Question 52 .....	27
Question 53 .....	27
Question 54 .....	28
Question 55 .....	28

Question 56 .....	28
Question 57 .....	28
Question 58 .....	29
Question 59 .....	29
Question 60 .....	29
Question 64 .....	30
Question 65 .....	31
Question 66 .....	31
Question 68 .....	31
Question 69 .....	31
Question 72 .....	32
Question 73 .....	32
Question 74 .....	32
Question 75 .....	32
Question 76 .....	33
Question 82 .....	33
Question 83 .....	34
Question 84 .....	34
Question 86 .....	35
Question 92 .....	35
Question 93 .....	35
Question 94 .....	35
Question 98 .....	35

## **Propos liminaires**

Hub One souhaite remercier l'Arcep de lui donner l'opportunité d'apporter ses commentaires au sujet du futur des réseaux mobiles.

Cette consultation est l'occasion de rappeler que la 5G se distingue en deux typologies d'usages principales, (i) les réseaux ouverts au public et (ii) les réseaux privés à destination des professionnels.

Les usages pour les réseaux publics restent modérés et resteront limités à l'utilisation des fonctionnalités de slicing qui ne répondront pas complètement aux besoins des industriels - notamment du fait du nombre limités de slices possibles, et qui arriveront réellement à maturité tardivement (2026).

Les problématiques soulevées par les industriels requièrent ainsi le développement de réseaux privés dédiés. Des acteurs réellement spécialisés dans ces problématiques peuvent répondre de façon légitime à ces besoins très spécifiques ; ce sont aujourd'hui des opérateurs/intégrateurs avec de fortes compétences de planification de réseaux radios d'entreprise, d'intégration de capteurs et de terminaux, de développement de services logiciels reliés aux SI industriels existants (ERP, Warehouse Management Systems, etc.)

Les principales fonctionnalités de réseaux 5G privés attendues par les industriels sont (i) la sécurité et l'étanchéité du réseau par rapport au monde extérieur, (ii) la maîtrise de la qualité de service et la prédictibilité en fonction de la criticité métiers des flux de données (latence faible, très haut débit), (iii) la couverture indoor – voire outdoor – précise et homogène, et bien sûr (iv) un taux de disponibilité adapté aux enjeux métiers et business. Et en dehors du segment du transport, tous les usages sont principalement locaux et nécessitent donc des réseaux locaux.

Aujourd'hui, les réseaux mobiles privés professionnels utilisent la bande 2,6 GHz. Bien que cela soit une évolution très positive depuis l'ouverture du guichet en 2019, Hub One considère que l'utilisation de cette bande n'est pas suffisante pour couvrir toutes les surfaces et adresser tous les usages demandés (exemple : vidéos). Prochainement, d'autres gammes de fréquences seront en effet nécessaires, notamment des fréquences plus basses, afin d'assurer les usages critiques en limite de couverture en plaine distante ou encore en indoor profond industriel très confiné, et des fréquences plus hautes - notamment pour assurer des compléments de performances réellement adaptés aux nouveaux usages et apporter plus de bande passante.

De plus, il convient de continuer l'effort de corrélation entre l'attribution des fréquences et le développement de l'écosystème associé : un sujet clé nous semble être celui concernant la libération des fréquences proches de la bande 5G cœur 3,5-3,8 GHz, qui sont les bandes qui concentrent le plus d'écosystème de solutions à connecter - sachant que, plus spécifiquement pour le cas des aéroports, la bande d'expérimentation n77 (3,8 – 4 GHz) proposée par l'Arcep n'est malheureusement pas disponible à date en raison de sa proximité avec les radio altimètres et pourrait être remplacée par la bande 3410-3490 MHz.

Par ailleurs, Hub One propose également le principe d'attribution des fréquences suivant : plus une bande de fréquence est basse, plus la surface minimum d'attribution doit être élargie (quelques dizaines de km<sup>2</sup> pour les bandes PMR) et, à l'inverse, plus une bande de fréquence est haute, plus la surface

minimum d'attribution doit être restreinte (quelques milliers de m<sup>2</sup> pour les fréquences millimétriques avec séparation des usages indoor surface, indoor souterrain et outdoor). Le risque, dans le cas contraire, est celui d'un marché qui tarderait à se développer, et ce dans un scénario encore plus complexe que celui de la bande 38 puisque la bande n258 (26GHz) sera probablement réservée à quelques usages géographiquement très définis.

Pour répondre aux besoins de simplification des process d'attribution des fréquences demandés par les industriels français, il conviendrait que le régulateur ne cherche pas à s'appuyer sur un modèle de réseau grand public et à le distordre pour répondre aux besoins industriels. Hub One se positionne par exemple en faveur d'une simplification de la mise à disposition des fréquences afin d'avoir une démarche simple et rapide, si possible avec un guichet unique (ARCEP, ANFR, Mairies avec DIM et DP).

Enfin, certains usages industriels requièrent une continuité entre le réseau privé et le réseau public et nécessitent donc une solution de bascule sur un réseau opérateur national. Pour ce faire, un modèle de RAN SHARING et un modèle de ROAMING peuvent être envisagés mais nécessitent une régulation afin d'éviter toute asymétrie de concurrence entre les opérateurs nationaux et les acteurs spécialisés dans les réseaux privés (voir nos propositions dans la réponse à la question 17).

Enfin pour le cas spécifique de la couverture à l'intérieur des bâtiments, Hub One remercie l'Arcep d'avoir poussé les opérateurs nationaux à publier un cahier des charges pour le raccordement, cependant celui-ci se révèle encore incomplet : il manque les exigences techniques liées à la 5G en indoor, la prise en compte des sites complexes (ex. gares, métros, centres commerciaux), des règles claires sur les modèles de neutral host et de BTS Hôtel, une offre de mutualisation des raccordements opérateurs.

**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 ?

Hub One souligne les évolutions suivantes comme présentant le plus de pertinence concernant la Release 16.

- (i) Concernant l'Internet des Objets (IoT), plus spécifiquement le « *Massive machine-type-communications – mMTC* », Hub One note que l'amélioration des protocoles permet de regrouper les transmissions pour en limiter le nombre, et de faire fonctionner le LTE-M et le NB-IoT sur un cœur de réseau 5G (5GC) ;
- (ii) Concernant les applications à faible latence et haute fiabilité « *Ultra reliable low-latency communication – URLLC* », Hub One considère que la Release 16 a permis une amélioration quant aux implémentations de fonctionnalités IoT industrielles sur le profil URLLC. Par exemple, pour dupliquer certains paquets de contrôle afin d'augmenter la fiabilité de la transmission, véhiculer un signal d'horloge avec une granularité de 10ns ou améliorer le déterminisme de l'allocation de ressources radio etc. ;
- (iii) Concernant le « *Time Sensitive Network – TSN* », Hub One note que l'introduction du TSN servira de pont essentiel entre les réseaux de technologie de l'information qui gèrent les processus industriels et les réseaux opérationnels qui gèrent les dispositifs fonctionnant du côté fabrication. La norme TSN fournira une mise en réseau avec des garanties de précision pour les données critiques, idéales pour les systèmes de contrôle recevant des données de capteurs, les applications de vision par ordinateur, etc. (Pour rappel, les process de fabrication 4.0 et l'IoT sont déployés sur de nombreux secteurs, notamment l'automobile, le pétrole, le gaz, les services publics, l'alimentation, les boissons et les produits pharmaceutiques). La 5G, avec des performances de connectivité sans fil avancées, transforme le processus de fabrication industrielle, et la Release 16 améliorera la précision des données nécessaires aux systèmes de contrôle qui reçoivent des données de la vision par ordinateur et des capteurs. La 5G s'appuie fortement sur une faible latence et des capacités déterministes très fiables pour divers systèmes de contrôle industriels et le trafic de données.
- (iv) Hub One remarque également que le « *TSN-over-5G* » prendra en charge les services TSN en 5G pour permettre aux appareils industriels tels que les capteurs et les connecteurs de communiquer efficacement sans fil avec les contrôleurs industriels et de manière déterministe. Les solutions de l'industrie 4.0 en ont besoin pour aider à améliorer les systèmes industriels. Le « *TSN-over-5G* » permet la synchronisation entre le TSN et le fonctionnement Ethernet TSN sur le système 5G, la transmission 5G ultra-fiable à faible latence (URLLC), la gestion de la qualité de service (QoS) 5G de bout en bout et les algorithmes de planification intelligents.
- (v) Hub One souligne l'introduction de fonctionnalités permettant de mettre en œuvre une porteuse NR dans des bandes sous autorisation générale (non licenciées), comme le 5 GHz et bientôt le 6GHz (NR-U) ;
- (vi) Le cas de la mobilité intelligente (*Vehicle-to-Everything - V2X*). Un meilleur déterminisme de la QoS et des boucles de rétroaction permettant par exemple d'ordonner aux véhicules de

prendre de la distance à temps si la qualité radio se dégrade. On peut relever également des améliorations quant à l'architecture pour s'interfacer avec les serveurs applicatifs, introduction du NR-sidelink permettant la communication directe entre véhicules sur la base de l'interface radio NR ;

- (vii) Plus largement, le cas de la mobilité. En effet, l'amélioration de la fiabilité de la connexion en situation de forte mobilité permet d'assurer un service à de plus hautes vitesses, comme à bord des trains, à noter jusqu'à 350 km/h en LTE et 500 km/h en NR ;
- (viii) S'agissant des terminaux, Hub One remarque l'amélioration générale des fonctionnalités de mise en veille et des protocoles pour économiser l'énergie et limiter les émissions des terminaux, en particulier pour les terminaux IoT sur batterie ;
- (ix) Pour ce qui concerne le backhaul, il convient de noter qu'il y a une amélioration quant à l'intégration de fonctionnalités permettant de multiplexer accès et backhaul sur les stations de base en bande millimétriques, les faisant ressembler à un réseau maillé (dit « *mesh* »). Ceci permet de grandement faciliter leur installation dans les zones où les stations de base ne peuvent pas être toutes connectées à la fibre ;
- (x) Hub One note également l'introduction de fonctionnalités destinées à des marchés ou usages particuliers - dans les secteurs maritime et de la sécurité publique par exemple. En effet, une géolocalisation plus précise et un meilleur cheminement des appels d'urgence permettent, notamment, d'améliorer les dispositifs d'alertes en tout genre ;
- (xi) Aussi, Hub One souligne des améliorations générales de l'efficacité spectrale du système, par exemple sur le MU-MIMO ou encore la diminution du PAPR ou bien la fiabilité des handovers. Sans oublier également, une amélioration du support de la continuité du service voix dans différents scénarii (SRVCC) ;
- (xii) Hub One constate enfin des améliorations générales sur des aspects liés au cœur de réseau et au « *network slicing* ».

Par ailleurs, Hub One a également des observations relatives à la future Release 17 et les améliorations relatives au réseau d'accès radio et cœur, elle souligne notamment :

- (i) Le dispositif « *Reduced Capability* (dit RedCap) *Device* ». Il est également appelé NR Light. Il permet des améliorations de couverture et la prise en charge des normes de communication par satellite, ce qui a un impact sur les stratégies IoT à long terme. Les appareils RedCap donneront lieu à un nouvel appareil NR qui sera moins complexe pour les applications IoT dites haut de gamme. Ils offriront des vitesses de transmission de données plus rapides que les technologies LPWA (« *Low Power Wide Area* ») telles que l'IoT à bande étroite (NB-IoT) et la communication de type machine LTE (LTE-M). Ces appareils seront nettement moins chers que les appareils multi-gigabit NR déployés, mais avec des vitesses plus lentes. RedCap réduira le coût des appareils et permettra aux entreprises de construire des systèmes avec des communications Half-Duplex Frequency Division Duplex (HD-FDD). Contrairement aux communications Full-Duplex FDD (FD-FDD), où un appareil et une station de base cellulaire peuvent se transmettre des données en même temps, avec HD-FDD, seul l'appareil ou la station de base cellulaire peut transmettre des données à un moment précis. Bien que le HD-FDD puisse

réduire les vitesses de transmission de données, il simplifie grandement (et réduit ainsi le coût) la conception des radiofréquences (RF) des dispositifs RedCap multibandes.

- (ii) Les fonctionnalités « *New Radio (NR) Sidelink Enhancements* ». Celles-ci permettent aux appareils de se découvrir et de communiquer entre eux à des débits de données extrêmement élevés et à faible latence. Ils sont idoines pour les services de jeux et de streaming peer-to-peer ainsi que pour les communications améliorées AR, VR et autres appareils portables. Avec la version 16, l'accent était mis sur la couche physique, les protocoles et ses fonctionnalités pour différents types de distribution, à savoir la diffusion, la monodiffusion et la diffusion groupée. Il a également stimulé les services Vehicle-to-Everything (V2X) en développant des applications de groupe, de conduite avancée, de capteurs étendus et de conduite à distance. La version 17 se concentrera principalement sur les améliorations de la liaison secondaire NR pour prendre en charge une plus grande fiabilité du service V2V, des fonctionnalités d'économie d'énergie pour les piétons/usagers vulnérables de la route, des cas d'utilisation D2D commerciaux - permet aux terminaux de communiquer entre eux à travers une interface radio des réseaux cellulaires, etc.
- (iii) En ce qui concerne les améliorations apportées aux UAV (véhicules aériens sans pilote) Hub One note l'amélioration des exigences pour les UAV au profit de ses services commerciaux. De nombreux aspects fonctionnels et applicatifs tels que la latence de communication, la fiabilité et les exigences de mobilité telles que la cartographie, la navigation, les photographies, la vidéographie ainsi que la communication vers le gestionnaire de trafic UAV (UTM) ou les serveurs cloud seront au centre de cette version.
- (iv) Quant à la question du RAN 5G, c'est, en effet, un réseau d'accès radio 5G utilise à la fois les fréquences Sub-6GHz et mmWave pour fournir une connectivité sans fil aux appareils. La version 17 du 3GPP poursuit la tendance de la version 16 et inclut l'amélioration de la couche physique, du protocole radio et de l'architecture radio.
- (v) Enfin, concernant l'IoT, le système 5G étendra la prise en charge de la synchronisation temporelle et des communications sensibles au temps pour les applications IIoT. L'architecture du système 5G permet à toute fonction d'application (AF), dans le même domaine de confiance ou dans un domaine de confiance différent, de fournir ses exigences en matière de qualité de service (QoS), les caractéristiques du trafic pour l'optimisation de la planification de la QoS, l'activation et la désactivation de la synchronisation temporelle.

D'un point de vue global, la majorité des fonctions nécessaires à l'industrie et au monde professionnel sont introduites dans la Release 16. En revanche, pour un usage en conditions réelles, il conviendra d'attendre la Release 17 pour que ces fonctionnalités soient optimisées et permettent une vraie intégration dans les processus industriels.

D'un point de vue planning, la majorité des fonctionnalités de la release 16 sont censées sortir en 2023. A l'heure actuelle, la feuille de route des constructeurs, que ce soit des fournisseurs de réseaux et des équipementiers n'est pas complètement finalisée et ne permet donc pas de planifier clairement l'arrivée des releases sur les réseaux et les terminaux.

Enfin, d'un point de vue fréquences, les Releases 16 et 17 permettent de supporter les bandes non licenciées.



**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 ?

En tant qu'opérateur mobile, Hub One regarde avec la plus grande attention les deux architectures suivantes dites "open-RAN" et "Edge Computing".

L'Open-RAN présente deux intérêts majeurs pour les opérateurs, à savoir, (i) la fin de la dépendance mono-fournisseur et (ii) la capacité à déployer son réseau en fonction des besoins finaux.

- (i) Les opérateurs peuvent maintenant diversifier leurs fournisseurs et éviter toute dépendance. Il arrive, en effet, que les opérateurs soient dépendants des livraisons d'équipements et de logiciels d'un seul fournisseur. Désormais, les opérateurs qui souhaitent se départir des solutions d'un seul fournisseur le pourront pour des réseaux ouverts multifournisseurs avec un contrôle renforcé et une flexibilité améliorée.
- (ii) La capacité à découper le RAN en plusieurs éléments (CU, DU, RU) présente un intérêt majeur. D'une part, ce découpage permet maintenant de centraliser certaines fonctionnalités du RAN qui étaient localisées auparavant sur chaque station de base et par conséquent d'optimiser ses coûts. D'autre part, cette souplesse d'architecture permettra d'adapter son RAN aux cas d'usage. Par exemple, la norme prévoit de synchroniser des fonctionnalités et des éléments du RAN avec la mise en place des fonctionnalités TSN (Time Sensitive Network). Un RAN monolithique et complètement fermé ne permet pas de gérer ce type de cas.

Dans le cas d'Hub One, opérateur de réseaux mobiles privés professionnels, l'intérêt de pouvoir centraliser certaines fonctionnalités pour des questions d'optimisation économique n'est pas intéressante au regard de la taille d'un réseau privé professionnel. Cet avantage est important pour les opérateurs de réseaux nationaux avec un grand nombre de sites radios déployés.

De plus, cette technologie ne nous semble pas suffisamment mature à ce stade, en particulier sur la bande de fréquence des réseaux mobiles privés professionnels en France - c'est-à-dire n38, pour être implémentée sur des sites clients. Néanmoins, ce modèle deviendra une opportunité s'il permet d'apporter une réponse positive au triptyque suivant : (i) plus de fonctionnalités ou des fonctionnalités spécifiques requises par les clients ;(ii) des coûts moindres - équipements et intégration ; (iii) une complexité raisonnable en ce qui concerne le déploiement et l'exploitation - avec notamment une pérennité satisfaisante des solutions.

Quant à l'Edge Computing, afin de préciser le périmètre, il convient de concevoir deux niveaux d'approche. Le premier, concerne la mise en place de fonctionnalités du cœur de réseau chez un client c'est-à-dire un cœur de réseau dédié ou des éléments du cœur de réseaux en local tel que l'UPF. Le second niveau de compréhension est relatif à la mise en place de solutions de traitement de données en local.

Hub One propose la mise en place de solutions de cœur de réseaux en local - qu'elles soient full ou light. En effet, en tant qu'opérateur, nous pouvons proposer à nos clients de partager une partie de l'infrastructure, notamment le cœur de réseau. Cela permet une réduction des coûts et de la complexité du projet. Néanmoins, il apparaît que nombreux sont les industriels qui souhaitent conserver le traitement de leurs données (ou de certaines données applicatives) sur leurs sites.

L'Edge Computing permet aussi de déporter le traitement en local et donc d'assurer des performances - bien que les cas d'usages nécessitant une latence inférieure à 10 ms de soient pas encore très répandus, tout comme une robustesse nécessaire aux processus métiers critiques. Les traitements vidéos recourant à l'intelligence artificielle ("IA") sont très certainement les cas d'usage qui permettent le mieux de démontrer l'intérêt du Edge Computing. Cela peut concerner des cas aussi divers que la détection d'intrusion, le contrôle qualité, ou encore par exemple la détection de débris sur les pistes. En somme, l'utilisation combinée de l'IA et de l'Edge Computing apparaît comme le meilleur compromis pour pallier les défis que représentent les traitements de données en local – que ce soit au pied d'un mât radio ou bien pour une solution embarquée dans un véhicule, et l'envoi des données vers un serveur non-présent sur site.

L'Edge Computing permet également de sécuriser les données sensibles en les conservant sur site.

**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 ...) ?

Ces architectures ouvertes demandent, *a minima*, une clarification sur les modalités d'obtention des autorisations d'utilisation de fréquences (AUF). En effet, cela permet d'envisager des modèles où propriétaire du cœur, exploitant du cœur, propriétaire de la radio et exploitant de la radio peuvent être les mêmes ou non, en fonction des contraintes et des besoins clients.

Hub One observe de plus en plus de prospects et clients qui souhaitent se tourner vers des modèles de possession et d'exploitation d'équipements qui n'étaient sans doute pas envisagés à la base. Plusieurs exemples de configuration se sont présentés :

- le client possède le cœur, mais pas la radio, Hub One possède la radio et exploite l'ensemble ;
- ou bien le client possède le cœur et la radio, Hub One exploite l'ensemble.

Dans ces cas, plusieurs questions se posent et mériteraient des éclaircissements. La réglementation à ce sujet pourrait permettre aux acteurs d'anticiper, notamment dans leurs appels d'offre, leurs besoins et les tenants et aboutissants du modèle choisi. Par exemple, les clients s'interrogent à propos de qui (Hub One ou lui-même) doit être attributaire de l'AUF.

Ce besoin de clarification rejoint celui de l'accessibilité aux bandes de fréquences. En effet, l'enveloppe minimale de 100 km<sup>2</sup> et le coût de la redevance afférente sont des freins pour les nombreux industriels. L'ARCEP a déjà permis aux acteurs déjà attributaires d'AUF de procéder à une extension géographique de leur AUF et ainsi d'offrir une alternative à ces industriels. Comme il est suggéré dans le Rapport Herbert, en date du 3 mars 2022, le changement de granularité dans la zone couverte par les AUF permettrait une utilisation plus efficace du spectre. Hub One propose le principe d'attribution des fréquences suivant : plus une bande de fréquence est basse, plus la surface minimum d'attribution doit être élargie (quelques dizaines de km<sup>2</sup> pour les bandes PMR) et, à l'inverse, plus une bande de fréquence est haute, plus la surface minimum d'attribution doit être restreinte (quelques milliers de m<sup>2</sup> pour les fréquences millimétriques avec séparation des usages indoor surface, indoor souterrain et outdoor). Le risque, dans le cas contraire, est celui d'un marché qui tarderait à se développer, et ce dans un scénario encore plus complexe que celui de la bande 38 puisque la bande n258 (26GHz) sera probablement réservée à quelques usages géographiquement très définis.

Enfin, Hub One relève qu'une simplification des démarches est déjà à l'œuvre pour les démarches auprès de l'Arcep, notamment avec la mise en place d'une digitalisation de plusieurs procédures. Certains cas d'usage, notamment les événements éphémères, pousse Hub One à s'interroger si cet effort de

simplification ne pourrait pas être poursuivi quant aux délais d'attribution des fréquences. En effet, les délais de procédures actuels, auxquels s'ajoutent les difficultés d'approvisionnement d'équipements, desservent le recours à cette technologie mobile au profit d'autres technologies telles que le WiFi. Si l'on devait aller plus loin dans cette démarche de simplification, Hub One suggère que toutes les formalités qui entourent l'obtention de fréquences, à titre expérimental ou non, et leur exploitation – Arcep, COMSIS, ANFR, Dossier Information Mairie, Déclaration Préalable, puissent être adressées à une seule entité qui serait un guichet unique pour l'attribution de fréquences.

**Question 6** En quoi ces changements d'architecture (notamment décentralisation et déport des fonctionnalités réseau, edge computing, Open RAN, ...), peuvent-ils être un frein ou une accélération à la mutualisation des réseaux ? Quels enjeux concurrentiels identifiez-vous ?

L'accès à ces nouvelles formes d'architecture sont en effet un facteur de développement de la mutualisation des réseaux ; ainsi, pour assurer une forte compétitivité du marché, l'enjeu concurrentiel va être de faciliter l'accès à ces réseaux publics mutualisés aux opérateurs alternatifs afin de proposer des offres de réseaux hybrides (cf. questions 16, 17 et 18).

**Question 7** Quelles conséquences pourraient avoir ces nouvelles architectures sur la sécurité des réseaux ? Le cas échéant, quelles mesures seraient nécessaires pour prendre en compte celle-ci ?

Les États membres de l'Union Européenne, avec le soutien de la Commission européenne et de l'ENISA, l'Agence Européenne pour la Cybersécurité, ont publié en mai 2022 un rapport sur la cybersécurité du RAN ouvert, applicable en partie à la question globale des nouvelles architectures 5G ouvertes.

Concrètement, l'ouverture de l'ensemble des interfaces inter « *Network Element* », la capacité à faire porter l'ensemble de ces fonctionnalités de manière virtualisée ainsi que la complexité d'intégration entre ces différents éléments augmentent significativement la surface d'attaque, le nombre de « porte d'entrée » à sécuriser ainsi que le nombre de fournisseurs en capacité de s'intégrer dans la chaîne technique.

Le levier principal pour gérer ce risque est de maîtriser le développement de la solution et donc la capacité du fournisseur à développer sa solution avec le bon niveau de sécurité – c'est-à-dire trouver l'ensemble des briques chez des fournisseurs français ou européen.

A l'heure actuelle, au regard du niveau de maturité de ce type d'architecture, le meilleur levier opérationnel reste de limiter le nombre de fournisseurs dans sa chaîne technique.

**Question 8** Quels autres usages et fonctionnalités attendus identifiez-vous ?

Les cas d'usages présentés ici sont assez complets, il conviendrait cependant d'y ajouter :

- (i) la géolocalisation centimétrique ;
- (ii) les systèmes d'anticollision ;
- (iii) la réalité augmentée AR et/ou réalité virtuelle VR ;
- (iv) la robotisation (AGV – *Automatic Guided Vehicle* / AMR *Automatic Mobile Robot* / AIV – *Automatic Intelligent Vehicle* ou encore les cobots) et le lien avec les jumeaux numériques.

(v) les véhicules autonomes : voitures, grues, drones etc.

Les usages listés sont des cas que l'on pourrait qualifier de "technologiques" c'est-à-dire que cette liste énumère quelle technologie peut fonctionner avec la 5G. De ce fait, ces cas s'apparentent donc à des familles de cas d'usages pour les industriels. Alors qu'en réalité, le détail de ces cas d'usages est quant à lui beaucoup plus important et spécifiques aux secteurs de marché voire aux entreprises elles-mêmes.

Par exemple, de la "remontée de données de capteurs" peut servir à de la traçabilité de biens ou de produits finis, au cas de smart building ou de maintenance préventive ou encore l'affectation des ressources en temps réel (pilotage de production ou d'opérations) etc. De même la vidéo, en lien avec une réponse précédente, peut se décliner sur des usages de vidéosurveillance et/ou vidéoprotection, de contrôle qualité, de détection d'intrusion, de détection d'objets, de reconnaissance faciale etc.

Par ailleurs, certains usages doivent pouvoir être conçus en mobilité, autant en mobilité intra-site industriel qu'inter-sites. Par exemple, sur la plateforme aéroportuaire, on peut envisager qu'un collaborateur ait besoin de poursuivre, sous le réseau privé et sans interruption, l'utilisation d'une application sur son terminal alors qu'il se trouve à l'Aéroport de Roissy et se rend à l'Aéroport d'Orly.

D'autres industriels rencontrent ou rencontreront ces problématiques. Pour beaucoup d'acteurs, il existe de réels enjeux autour de la convergence technologique. Tout l'intérêt réside dans le fait que tous les usages peuvent être regroupés dans un même terminal. Or, à l'heure actuelle, dès lors que le terminal quitte la zone de couverture, l'utilisateur doit, soit utiliser un autre équipement ou bien une autre carte SIM : ce qui revient à annuler les bénéfices de cette convergence technologique. Bien qu'il existe des pistes d'alternatives, telles que le Multi-SIM ou le Multi-IMSI, il n'empêche que ces alternatives exigent que l'utilisateur soit titulaire de plusieurs abonnements, ce qui n'est pas satisfaisant pour le marché. De cette situation ressort un réel besoin d'offres roaming entre les réseaux privés professionnels et les réseaux publics. C'est d'ailleurs là que la notion d'opérateur mobile privé a tout son sens car, si le cœur de réseau de ce dernier est mutualisé entre plusieurs clients, cela diminue d'autant le nombre d'intégrations à réaliser.

**Question 9** Quels marchés seraient visés par ces usages ? Avec quelles perspectives d'évolution et à quelle échéance ?

Il existe plusieurs marchés de la 5G. Hub One se focalise, notamment, sur les usages professionnels, critiques dits « *business critical* ».

Dans ces marchés, il convient de concevoir plusieurs facteurs de segmentation de marché :

- (i) Les secteurs d'activités. En fonction de chacun d'entre eux, il est possible de définir notamment des budgets cibles, le niveau de criticité des cas d'usages et des niveaux de maturité (par exemple: Sécurité Publique, Défense / Militaire, Automobile, Chimie / Pétrochimie, Oil & Gas / Mining, Utilities, Logistique, Agroalimentaire, Manufacturing , High-tech / Semi-conducteurs, Divertissement, Territoires Connectés / Collectivités, Santé, Ports, Aéroports, Gares, Education supérieure & Recherche, Transport / mobilité (avions, bateaux, bus, trains, etc.), Construction, Agriculture, Lifescience, Smart office.
- (ii) La typologie de sites, notamment dans le cas où le client serait établi sur du multi-sites / mono-site, campus, avec des environnements indoor / outdoor / ou bien les deux, mais également la vétusté des sites et état des infrastructures existantes (fibre, niveau d'obsolescence ou limitations éventuelles des technologies en place)

(iii) La taille des entreprises, autrement dit, si le client a une emprise nationale et/ou internationale.

D'un marché à l'autre, Hub One n'envisage pas la réponse à l'expression de besoin de la même manière.

Dans le cas de besoin pour sites de type « entrepôts », les cas d'usage les plus pertinents sont a priori liés à la robotisation (par exemple les robots autoguidés appelés aussi « *Automated Guided Vehicle* » ou « AGV »), à la digitalisation des processus (en lien avec la tendance de passage des terminaux vers des interfaces Android), à l'accès aux applications métiers (en remplacement du WiFi), aux communications entre opérateurs (en remplacement de talkies-walkies ou de DECT « *Digital Enhanced Cordless Telephone* ») et peut-être, à terme, l'utilisation de la réalité augmentée ou virtuelle.

Dans d'autres secteurs, comme la chimie, la pétrochimie ou encore le pétrolier, il s'agit de sites qui ont souvent des composantes indoor et outdoor et des zones ATEX (« *ATmospheres EXplosives* » autrement dit des zones où il existe de forts risques d'explosion et qui nécessitent des aménagements spécifiques), ce qui amène des cas plus en rapport avec la criticité des activités et la protection des collaborateurs et des biens, comme la détection d'intrusion, vidéosurveillance, « PTI » protection des travailleurs isolés, *mission-critical- push-to-talk* dit « MC-PTT », connexion data en mobilité, remontée d'informations ou d'alertes par des capteurs, etc.

Enfin, la question de l'échéance est la plus complexe. Il semble que les secteurs les plus propices à avancer soient les plus critiques (et avec des opérations en outdoor) et pour lesquels la pertinence de la technologie a été prouvée chez nos voisins européens (notamment l'automobile).

Aujourd'hui, le secteur a des projets à l'étude sur la 5G, qui sont soit à l'état de réflexion (mais qui ne sont toujours pas mis en production), soit plus avancés (à l'instar de Safran, ArcelorMittal, Total et EDF qui sont en 4G à date, ...) avec des réseaux déployés ou des pilotes.

A priori, peu d'entreprises de taille intermédiaires sont concernées, à quelques exceptions près. L'initiative des FabLabs pourrait conduire à une accélération du marché et surtout à l'évangélisation d'entreprises de tailles plus variables, mais ils ne verront pas le jour avant 2023.

**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 ?

Parmi les usages présentés, il est possible de les catégoriser en fonction leurs usages :

- (i) Les usages qui a priori peuvent être pertinents sur un site comme en mobilité sont : les communications voix (ou vidéo) interpersonnelles et l'accès à internet (notamment dans les domaines du transport et de la logistique), transferts de données massif en upload et diffusion et captation vidéo (par exemple, pour les trains, remontée vidéo des rames ou pour des besoins de maintenance des équipements), remontée de données de capteurs (sur un site : pour faire de la maintenance, du smart building, du contrôle qualité, etc. et en mobilité pour de la traçabilité par exemple), interactivité en temps réel (gaming, pilotage à distance, métavers...)
- (ii) Les usages qui a priori sont plutôt destinés à de l'usage sur un site : transfert de données massif vers les utilisateurs comme la vidéosurveillance ou bien la maintenance prédictive des machines, communication symétrique pour un nombre important de petits flux de données entre des machines,



communications ultra-fiabiles et critiques - mais il y a aussi des besoins en mobilité par exemple pour le marché utilities, pour les collectivités ou encore les autoroutes.

**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 ?

D'une façon globale, la 5G devrait pouvoir répondre à tous les besoins mais se pose les questions de coûts et d'exploitation notamment en ce qui concerne la maîtrise de la technologie comme c'est le cas pour le WiFi pour que cela puisse être adopté facilement par tous les acteurs qui le souhaitent.

Aujourd'hui, les technologies utilisées dans les différents segments décrits à la question 9 sont surtout : le WiFi - qui n'est pas une technologie mobile mais utilisée comme telle, le DECT en indoor et la PMR - notamment le Tetra en outdoor.

Cela implique des terminaux dédiés technologie par technologie, des terminaux industriels, souvent sourcés chez d'autres acteurs que les équipementiers habituels par exemple, Zebra, Honeywell, Siemens, etc.

Concrètement, en reprenant les cas d'usage de la question 8, mis à part les cas des communications voix interpersonnelles ou des communications critiques qui peuvent être délivrées par des technologies DECT ou PMR et la remontée d'information qui peut être traitée en LoRA ou par une autre technologie IoT, les autres cas d'usages nécessitent le recours soit à la 4G, soit à la 5G. Les cas d'usages qui nécessiteront la 5G sont ceux nécessitant un fort besoin en débit (notamment la multiplication des usages vidéo) et/ou de temps réel (dans certains cas industriels sans intervention humaine, mais ceux-ci ne sont pas encore aboutis en France). Le cas d'usage M2M (massive IoT) pourra également s'appuyer sur la technologie mobile 5G.

Enfin, c'est bien la multiplication des cas d'usages, de natures très diverses, qui justifie le passage à la 5G avec plus de capacité et une gestion plus fine des QoS.

Le passage aux technologies mobiles de type réseau privé professionnel permet ainsi une rationalisation des technologies et des flottes de terminaux -fu fait qu'il ne soit plus nécessaire de se procurer des terminaux spécifiques). En revanche, le remplacement progressif de ces flottes deviendra une nécessité et soulèvera des défis, notamment en ce qui concerne la conduite du changement, la revente des matériels obsolètes, la poursuite des objectifs RSE etc., bien que cette évolution ne soit pas le seul phénomène qui pousse à ce renouvellement. En effet, une grande tendance de fond incite à un remplacement graduel de ces terminaux pour aller vers l'"Android". Combinées, ces tendances pourraient devenir un vecteur de rationalisation de flottes pour aller vers des terminaux multi-usages. Par conséquent, l'utilisation de réseaux mobiles Voix et Data s'avère la direction la plus pertinente pour le marché.

Enfin, Hub One remarque l'expansion d'un nouveau marché, celui des terminaux reconditionnés. Ce marché se développe à grande vitesse du fait des pénuries d'approvisionnement et des obligations RSE qui s'imposent aujourd'hui. Cela peut permettre d'envisager sous un nouvel angle le remplacement progressif des flottes de terminaux. A noter, cependant que ces terminaux ne sont pas compatibles avec les nouvelles normes. Ce marché n'est pas toujours compatible avec les nouvelles technologies, comme l'attribution de nouvelles fréquences qui nécessitent un modem dédié.

**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...) ?

Pour les réseaux mobiles privés, Hub One estime que des bandes de fréquences sont nécessaires pour des besoins de couvertures notamment indoor, et d'autres bandes de fréquences pour des besoins de débits et d'augmentation de capacité.

A l'heure actuelle, la bande de fréquence dédiée aux réseaux mobiles privés est la bande 38. Outre le fait qu'elle soit unique et isolée - pas de bande overlay de repli aux caractéristiques plus robustes, cette bande présente deux contraintes majeures. Aussi, elle est relativement haute en fréquence ce qui ne facilite pas la couverture et elle n'offre pas une grande largeur, notamment en accès TDD, pour porter des réseaux 4G et 5G efficaces.

Nous avons donc besoin d'un accès facilité à des bandes plus basses. Les bandes 450 MHz et 700 MHz pourraient être intéressantes pour faciliter la couverture pour des usages voix et IoT – notamment pour la continuité et la fiabilité des communications faible débit en grande quantité.

Pour les besoins capacitaires et de débits – débit descendant moyen supérieur à 100Mbps, nombre d'utilisateurs actifs haut débit par secteur élevé, sans une trop forte contrainte de couverture, les fréquences disponibles dans les bandes 77 (3.8-4.2GHz) et le bas de la bande 78 (3410-3490MHz) pourraient permettre de répondre aux besoins, le tout avec un écosystème de terminaux et d'équipementiers prêt.

Les cas d'usages et la capacité à déployer sont, pour le moment, à l'étude pour les bandes supérieures à 6 GHz (26 GHz), mais les bandes n'ont d'intérêt que si le matériel fixe et mobile disposent d'un écosystème développé.

**Question 13** Quelles perspectives la 5G offre-t-elle au tissu économique et industriel français ? En quoi les évolutions prévues (latence réduite, nombre massif d'objets connectés, débit amélioré) peuvent-elles s'avérer nécessaires pour embrasser l'ensemble des usages envisagés par les utilisations professionnelles de cette technologie ? Quel marché ces évolutions représentent-elles ? Quels bénéfices économiques peut-on attendre de l'appropriation de ces nouveaux services par les verticaux en général, ou par votre secteur en particulier ?

En ce qui concerne les besoins industriels, la 5G est la seule occasion de moderniser concrètement les infrastructures numériques à destination du numérique industriel.

Aujourd'hui, les entreprises industrielles (entrepôts, usines, zones industrielles, zones logistiques) sont en voie, plus ou moins poussée, de digitalisation de leurs opérations.

Par exemple, dans la grande distribution, les acteurs tels que Carrefour, Auchan, etc. sont en concurrence directe d'acteurs comme Amazon qui se sont entièrement construits sur de l'automatisation et du numérique. Pour digitaliser ces opérations, dans la chaîne logistique comme dans les rayons, ces acteurs doivent se doter de services qui soient automatisés, qui utilisent la donnée et l'intelligence artificielle.

On peut citer :

- (i) en usine, les possibilités de jumeau numérique, de robots collaboratifs, d'analyse prédictive, etc. ;
- (ii) en entrepôt, l'automatisation d'inventaires ou d'opérations, la géolocalisation fine et traçabilité d'actifs, de l'analyse basée sur des capteurs vidéo ;

- (iii) dans le segment du transport ou de la livraison, par exemple des besoins de véhicule autonomes ;
- (iv) en magasin, des possibilités d'automatisation d'inventaire, de caisse, etc.

Dans tous ces cas, en ce qui concerne les lieux fermés, les seuls réseaux data haut débit qui étaient disponibles jusqu'à présent étaient des réseaux wifi avec une planification dédiée et adaptée à ces environnements. Ces réseaux jouent leur rôle mais ont des limites de qualité, notamment pour les services à base de remontée de flux vidéo mélangés à d'autres flux critiques par exemple.

La possibilité de déployer un réseau mobile sur ces sites à des conditions économiques compatibles est donc une condition *sine qua non* pour permettre à ces industries de se moderniser. Compte tenu de l'importance de ces industries pour l'économie européenne, le sujet est majeur.

Or aujourd'hui, il faut réaliser que les réseaux imaginés pour le grand public sont inadaptés à ces besoins :

- (i) la stratégie de couverture d'un opérateur grand public n'est, par construction, pas adaptée à une couverture optimisée d'un entrepôt : ce n'est pas ce qu'on demande à un opérateur grand public, qui a au contraire des obligations de couverture large et non pas sur mesure ;
- (ii) les terminaux utilisés sont totalement différents avec les terminaux grand public : douchettes à code barre, lecteurs de tag RFID, robots porte-charge, terminaux durcis ; quand bien même il y aurait convergence, à titre d'exemple, sur des opérations aéroportuaires, même des usages similaires à ceux du grand public (voix, data) nécessiteront toujours des équipements utilisables avec des gants, et utilisables par -20°C comme +40°C ;
- (iii) l'écosystème des constructeurs est donc radicalement différent : les acteurs majeurs sont des multinationales comme Zebra et Honeywell, Cypherlab, etc. ;

Les acteurs télécom répondant à ces besoins sont aujourd'hui souvent des intégrateurs avec de fortes compétences de planification de réseau wifi d'entreprise, d'intégration de capteurs, de développement de services logiciels reliés aux SI industriels existants (ERP, warehouse management systems, etc.)

Dans ce contexte, ce n'est pas la 5G en tant que technologie, mais la 5G en tant que possibilité d'un réseau apportant du débit qui est une opportunité économique majeure.

La technologie de déploiement sera, de fait, 4G ou 5G en fonction de la date de déploiement, puisqu'au niveau mondial les équipements seront disponibles avec cette génération de réseau, mais les principales fonctionnalités attendues sont donc de la **couverture indoor précise**, de la **latence faible**, du **débit important**, de la **sécurité** et de la **disponibilité** adaptée.

Et en dehors du segment du transport, tous les autres usages sont **locaux** et nécessitent des réseaux **locaux**.

C'est à cette aune qu'il faut comprendre le besoin industriel français.

Pour y répondre, et quelque soient les choix de fréquence faits, il serait pertinent que le régulateur ne cherche pas à reproduire un modèle de réseau grand public et à le distordre pour répondre au besoin industriel.

Ce n'est pas une question d'acteur télécom : tous les grands opérateurs grand public ont la capacité de décider d'investir pour servir ce marché ; mais c'est une question de pertinence et de type de service, de capacité d'intégration, de terminaux, etc.



**Question 14** Quels pourraient être les besoins spécifiques de mise à disposition de ressources temporaires pour des occasions particulières (chantiers, événements ponctuels) ?

Il convient de différencier les périmètres concernés : chantiers, événements ponctuels et gestion de crise.

Pour le cas de la gestion de crise, une grande partie des acteurs dispose(ra) des ressources liées au RRF (« Réseau Radio du Futur »), mais d'autres acteurs "secondaires" ne seront pas forcément dans le périmètre du RRF.

En termes de besoins précis, le premier est un besoin de vélocité dans l'attribution de fréquences.

C'est le cas pour un événement où les acteurs sont amenés à faire des démonstrations de leurs produits alors qu'ils ont une des échéances courtes par rapport à la date à laquelle l'attribution de fréquence doit être effective.

Dans le cas des chantiers les projets peuvent être davantage anticipés, mais sur une période limitée dans le temps.

Enfin, pour la gestion de crise, il s'agit d'un besoin immédiat avec des bulles tactiques notamment.

Le besoin est aussi celui de la simplification (cf. question 5) avec un guichet unique pour obtenir toutes les autorisations d'un seul interlocuteur administratif. Dans le cas d'un événement et d'une crise, il conviendrait d'être dispensé des démarches auprès de l'ANFR et des collectivités territoriales.

Pour les chantiers de construction, en revanche, il s'agit plus d'une attribution temporaire que d'éphémère et donc il est compréhensible que plus d'éléments soient demandés, mais là encore, il serait préférable de diminuer la quantité d'informations demandées.

Enfin, les besoins en termes de ressources peuvent varier. Si l'on considère uniquement le périmètre du besoin de réseau privé professionnel (donc en bande 38) pour ce qui est des communications critiques et de l'accès internet, alors 10 à 20 MHz peuvent suffire. Mais dans le cas de besoins vidéo, qui peuvent survenir dans les trois cas (crise, événements, construction), alors il conviendrait de pouvoir attribuer les 40 MHz de façon temporaire. La difficulté, notamment pour les événements, est de s'assurer que d'autres acteurs ne soient pas lésés. Il serait souhaitable d'envisager une coordination avec les organisateurs de l'événement.

**Question 15** Quels sont les besoins spécifiques des entités implantées dans plusieurs pays ? Identifiez-vous des besoins spécifiques aux très petites, petites ou moyennes entreprises (TPE et PME) ? Quels pourraient être les enjeux concernant les ressources fréquentielles qu'ils requièrent (quantité de fréquences, qualité de service associée, etc.) ?

Pour pouvoir utiliser un même équipement d'un pays à un autre il est nécessaire d'avoir soit des équipements supportant différentes technologies et/ou différentes fréquences - ce qui peut être coûteux, soit une harmonisation des fréquences d'un pays à l'autre. La première solution étant complexe et coûteuse, il paraît nécessaire d'harmoniser les fréquences à l'international, *a minima* au sein de l'Union Européenne.

**Question 16** Pour quels usages et quels besoins le recours à chacun des trois types de réseaux listés supra semble-t-il être le plus pertinent ? Pour quelles raisons ? Quelles sont les exigences et prérequis afin que le recours à ces types de réseau puisse satisfaire ces besoins ? Quelles sont les bandes de fréquences qui permettraient le mieux de satisfaire ces besoins ? Quels sont les acteurs qui pourraient offrir ces solutions ?

Dans un premier temps, certains modèles de déploiement ne sont pas mentionnés plus haut. En effet, on peut envisager les cas suivants :

- (i) Des réseaux opérés par un opérateur mobile privé (le cœur et la radio appartiennent à l'opérateur, la radio est dédiée, ou non, à l'entreprise cliente selon qu'elle soit sur un site isolé ou au contraire sur une zone dite "campus" tel qu'un port ou un aéroport) ;
- (ii) Des réseaux hybrides avec local break out à partir du cœur de réseau d'un opérateur mobile privé.

Ce sont des modèles déjà mis en place par Hub One, notamment sur les aéroports parisiens.

Le choix entre les différents modèles repose sur plusieurs critères, parmi lesquels :

- (i) Le besoin de protection des données et la perception de risques liés à la cybersécurité : les modèles opérés sans local break out demandent un certain niveau de pédagogie sur la protection des données. Il est par ailleurs hautement important d'accompagner ces infrastructures de protections spécifiques comme par exemple les APN dédiés, liens VPN, etc.
- (ii) La maîtrise de l'infrastructure : de nombreux clients entreprises ont l'habitude de disposer de leur propre infrastructure sur des technologies existantes (PMR, DECT et surtout wifi). Il s'agit d'abord, avant de faire un choix - qui pourrait finalement être tout de même celui du "*on premise*", d'expliquer les différences avec les technologies connues au client et les impacts qui en découlent.
- (iii) La taille des équipes spécialisées dans les Systèmes d'Information chez les clients et leur capacité à monter en compétences. En effet, disposer de toutes une infrastructure "*on premise*" a des impacts importants sur la compétence des équipes. Ces équipes ont développé des compétences sur d'autres technologies, dont une partie seulement peut être réutilisée autour de réseaux mobiles qui ont des spécificités comme notamment les différences entre le 3GPP et IEEE)
- (iv) La criticité du besoin : pour des installations critiques, une dépendance à un système à distance présente une faiblesse en termes de robustesse (avec le besoin d'un WAN) et potentiellement de SLAs. Il est important, a minima de redonder ce WAN. Dans les cas où un seul fourreau a accès au site du client, cela peut poser un problème. Les solutions à distance peuvent aussi s'envisager comme une redondance de systèmes locaux. C'est notamment le cas que traite Hub One pour l'un de ses clients en expérimentation au Havre dans le cadre du projet DEV5GINDUSTRIE
- (v) Le débit requis : si le débit requis par les usages est important, alors on privilégiera les modèles qui laissent les données en local, sinon le coût des liens WAN est prohibitif.
- (vi) La latence attendue. Bien qu'aujourd'hui les cas d'usages demandant une latence faible ne sont pas nombreux, certains cas commencent à émerger sur la nécessité du déterminisme de cette latence, plus compliqué à garantir avec un WAN.

- (vii) Le niveau de prix : plus le modèle est opéré, plus le prix est abordable (en théorie, cf. point ci-dessus sur le WAN), tant sur les coûts directs (équipements, ingénierie, intégration, déploiement, exploitation) que sur les coûts indirects (compétences des équipes etc.). Pour le moment, le modèle n'a pas été éprouvé concernant le local break out, qui, à la connaissance de Hub One ne permet pas d'économies substantielles sauf dans des cas de multi-sites à connecter.
- (viii) La structure des sites clients : les modèles opérés ou avec local break out semblent intéressants particulièrement dans deux cas :
- (i) Les campus : ports, aéroports, gares, zones industrielles ; plateformes logistiques, collectivités qui se prêtent à des réseaux opérés multi-tenant ;
  - (ii) Les clients multisites pour lesquels on peut envisager qu'un ou plusieurs sites disposent d'une infrastructure complète, qui serve lesdits sites mais aussi de "parents" à des sites de taille plus petite ou moins critiques de la région.

Tous les modèles privés (opérés par un opérateur privé, hybrides avec « *local break out* », ou strictement privés) peuvent faire l'objet d'une demande de continuité d'usage en dehors du réseau privé pour tout ou partie des utilisateurs ou objets connectés. Cette continuité peut se faire via la mise en place de roaming avec les opérateurs nationaux (mais ceux-ci ne proposent pas d'offre financièrement raisonnable), ou alors des solutions techniques alternatives (multi SIM, multi IMSI) qui ne sont à date pas satisfaisantes en termes d'expérience client.

Concernant les acteurs, les modèles opérés supposent l'intervention d'un acteur de type opérateur (public ou privé) ; les modèles hybrides peuvent faire appel à plusieurs types de profils, sachant que si un opérateur public est nécessaire dans la chaîne de la solution, l'acteur local peut être un intégrateur ou un « *towerco* » proposant d'une manière ou d'une autre un accès au réseau public ; les modèles privés sont des modèles de types intégration.

Il y a en revanche, au-delà des purs modèles d'infrastructures, d'autres raisons pour lesquelles il est préférable de mettre en avant un profil de type opérateur privé, comme le cas des campus et du multi-tenant, avec notamment une gestion d'infrastructure et une gestion utilisateurs bien particulière.

Sur les bandes de fréquences actuelles, deux types de fréquences sont à disposition et dépendent du type d'acteurs. Les MNOs peuvent répondre avec la bande 3,5 GHz selon tous les modes - avec ou sans slice, les opérateurs privés et les intégrateurs répondent quant à eux en bande 2,6 GHz, sauf si le contexte expérimental peut permettre l'utilisation de la bande 3,8-4 GHz. Les bandes millimétriques sont possibles aussi, en expérimentation mais l'équation économique reste à établir.

D'une manière générale, par rapport à l'écosystème de solutions à connecter au réseau, il conviendrait de pouvoir disposer de bandes proches de la bande cœur publique des 3,5 GHz mais en « mode » privé et local pour des raisons objectives de sécurité et de SLA lié à une architecture privée

**Question 17** S'agissant des réseaux hybrides, pour quelles raisons le mix/la complémentarité entre les deux types de réseau pourrait-il être requis (résilience, complément de couverture, continuité d'accès au réseau ...) ? Quels seraient les schémas d'hybridation (distribution des éléments/des fonctionnalités entre réseau privé et réseau opéré) les mieux adaptés pour répondre aux besoins ou usages identifiés supra (par exemple accès sur le réseau public, cœur privé) ? Quel rôle joue l'accès aux fréquences dans ces différents schémas ?

La complémentarité des réseaux publics et privés dans le cadre d'un modèle hybride peut apporter de la résilience, de la couverture à coûts maîtrisés, et de la continuité d'accès nationale et internationale.

Les retours du marché montrent que le facteur clé demandé par les entreprises est la continuité d'accès au réseau et le passage privé vers public et inversement. En effet, l'objectif prioritaire d'un réseau privé est de proposer une solution sécurisée (résilience) et dédiée en termes de couverture au besoin du client industriel, mais la capacité à pouvoir sortir de ce réseau privé et avoir une continuité d'accès est centrale.

Dans cette problématique, deux schémas d'hybridation sont envisageables :

- RAN SHARING (MOCN) : Consiste à raccorder le cœur de réseau privé au réseau radio public. Ce modèle est complexe à mettre en place au niveau national mais peut répondre à une extension de couverture autour du site privé. Les opérateurs nationaux Grand Public ont directement accès à ce modèle car ils sont propriétaires de sites Grand Public à proximité ou peuvent avoir des accords de mutualisation avec d'autres opérateurs Grand Public.
- ROAMING (ou full MVNO) : Capacité à trafiquer sur un réseau grand public avec une SIM privée. Cette solution permettrait à n'importe quel utilisateur privé d'utiliser sa ligne privée en dehors de son site et répondre strictement à la question de la continuité de service. Cette solution nécessite une interconnexion entre le cœur privé et un cœur Grand Public. Une solution pour l'ensemble des cœurs privés serait la mise en place d'une plateforme d'agrégation des réseaux privés ayant un accord avec un ou plusieurs MNO.

Dans les 2 cas, il y a sur ces modèles hybrides une asymétrie de concurrence entre les opérateurs Grand Public qui disposent de fait de la capacité à réaliser la continuité d'usage privé/public de par leur réseau national, et les acteurs spécialisés dans les réseaux mobiles privés qui ne peuvent répliquer cet atout clé.

Ainsi pour assurer une saine concurrence sur le modèle RAN SHARING, le régulateur pourrait obliger les opérateurs Grand Public à proposer une offre d'accès de gros leur réseau radio sur un nombre donné de sites.

Pour le modèle de ROAMING ou full MVNO, on peut imaginer que les opérateurs privés souhaitant se raccorder et devenir une plateforme d'agrégation pourraient bénéficier d'une clause de la nation la plus favorisée, c'est-à-dire avoir les mêmes conditions tarifaires de raccordement MVNO que le contrat déjà signé avec l'opérateur Grand Public le plus favorable malgré des volumes d'utilisateurs bien moindres.

La gestion des fréquences n'est pas centrale pour ce type de solution car elle ne nécessite pas de demande particulière pour ce type de fonctionnement.

**Question 18** Toujours concernant les réseaux hybrides, quels types d'acteurs pourraient se positionner pour contribuer aux différents schémas d'hybridation ? Quels modèles d'affaires seraient alors envisageables pour la fourniture de telles solutions (par exemple modèle d'opérateur neutre) ?

S'il existe des contraintes techniques fortes pour que le service soit réellement opérationnel dans un réseau hybride - et donc une collaboration forte entre les fournisseurs, cela est aussi lié aux métiers des fournisseurs : un opérateur grand public n'a pas les mêmes ambitions qu'un opérateur PMR - que l'on peut facilement assimiler à un acteur privé. Ainsi, si la technologie 5G devait pouvoir répondre à tous les besoins, c'est aussi la façon dont l'infrastructure est opérée qui va permettre de répondre à des besoins métiers plus ou moins forts.

L'accès à la fréquence permet d'augmenter la bande passante et donc de pouvoir faire passer plus de données, de prioriser plus de données par un même opérateur.

Dans le cadre des réseaux hybrides, la souplesse de l'architecture 5G permet de facilement séparer la partie Privée et de la partie publique.

Par exemple, un opérateur neutre opérant un réseau privé peut accueillir sur son RAN - via RAN sharing ou MOCN, un opérateur. L'opérateur privé sera considéré comme un opérateur neutre sur le RAN. Ce modèle peut être étendu à une ville dans le cadre d'un projet de Smart City. De la même manière un opérateur privé doit pouvoir s'appuyer sur le RAN d'un opérateur public pour étendre ou compléter sa couverture. Ce modèle est déjà en place entre les opérateurs publiques. Il peut donc l'être avec un opérateur privé.

**Question 24** Quelles sont les évolutions attendues des usages à l'intérieur des bâtiments ? Pour répondre aux besoins, quelles seraient les solutions techniques et les modèles d'affaires (par exemple opérateur neutre) les plus appropriés ? quels types d'acteurs seraient susceptibles de les déployer ? Quels seraient les enjeux concurrentiels, techniques, réglementaires ou d'autre nature liés à ces solutions et modèles d'affaires ?

Les usages 5G à l'intérieur des bâtiments sont très dépendants du type de bâtiment, de l'activité concernée. Ces usages sont en pleine évolution. Les infrastructures actuellement déployées supportent la 5G dans la limite de ce que la technologie est en mesure de fournir, notamment vis-à-vis du débit. Les nouveaux usages bénéficient des apports de la 5G. Si l'on prend par exemple l'utilisation de drones, le recours à l'IA, l'utilisation de l'imagerie en temps réel, tous ces usages ont des besoins notamment de latence réduite et de gestion de la QoS, que la 5G permet d'adresser.

Un des problèmes de la 5G en indoor est que l'usage essentiellement porté sur la bande 3,5GHz la rend moins efficace en termes de propagation, en comparaison aux fréquences basses. Pour les infrastructures antennaires indoor déjà existantes, et non compatibles avec les fréquences supérieures à 2.6 GHz, le passage vers la 5G en 3.5GHz nécessite une refonte des installations ce qui entraîne des travaux d'adaptation onéreux.

Aujourd'hui pour fournir la couverture des 4 opérateurs dans un bâtiment on peut demander à chaque opérateur de venir installer une solution indoor (Femto, Pico, DAS...), mais ceci n'est pas compatible avec une politique de maîtrise des coûts et de RSE.

C'est également le cas du modèle de répétition des signaux existants sur la 2G/3G/4G grâce au cahier des charges multi-opérateurs mis en place par l'Arcep, mais celui-ci doit être complété sur plusieurs aspects clés :

- (i) L'absence d'exigences techniques liées à la 5G en indoor ;
- (ii) L'absence de règles claires des opérateurs sur les modèles de *Neutral Host* et de *BTS Hotel*, ce qui a pour conséquence de freiner leur développement au détriment des entreprises clientes. Ces modèles sont pourtant très répandus chez nos voisins notamment au Royaume-Uni ;
- (iii) Les sites complexes sont hors périmètre du cahier des charges (gares, métros, centres commerciaux etc.) ;
- (iv) Les tarifications opérateurs non homogènes pour les clients finaux ainsi que des offres de mutualisation des raccordements transmissions des opérateurs toujours indisponibles.

Il est à noter que ce modèle DAS de répétition des signaux opérateurs n'est pas le plus vertueux, notamment d'un point de vue énergétique, car il consiste à réduire la puissance des baies opérateurs pour ensuite la réamplifier dans un système actif de *master* et *remote* avant injection dans un réseau d'antennes passives ou actives.

De façon plus innovante, on pourrait envisager de demander que le modèle RAN SHARING déjà appliqué pour couvrir les zones blanches outdoor soit appliqué dans un système de couverture indoor standard.

En effet, il s'agirait pour un des opérateurs de mettre à disposition à un acteur du neutral host, tout ou partie de ses fréquences de la bande 3,5GHz comme le propose l'Arcep dans le document « *Modalités et les conditions d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public* » (Annexe à la décision n° 2019-1386 au paragraphe I.5.2).

Ainsi, l'acteur *Neutral Host* déploierait et exploiterait un réseau RAN émettant des fréquences 5G pour le compte du propriétaire du bâtiment, réseau RAN qui serait alors raccordé directement aux cœurs de réseau des principaux opérateurs mobiles. Ce modèle serait plus vertueux car il permettrait une réduction du nombre de matériels déployés, des coûts, de l'empreinte carbone.

**Question 25** Quelles fréquences supplémentaires pourraient permettre de répondre aux besoins de couverture et de qualité de service indoor, et de quelle manière ? En particulier : la bande 26 GHz est-elle adaptée pour des solutions ad hoc en indoor ? Les bandes 450 MHz et 1,4 GHz pourraient-elles permettre, vu leurs qualités de propagation, un gain de couverture en indoor via les réseaux mobiles ? Quelles autres fréquences pourraient être envisagées pour répondre à ce besoin de couverture ?

L'utilisation du 26 GHz en indoor, pour un usage homogène c'est-à-dire dans tous les espaces, nécessiterait le déploiement massif d'antennes dans l'enceinte du bâtiment du fait des contraintes de propagation du signal. L'utilisation de bandes existantes pourrait être une solution pertinente pour amenuiser ces problématiques :

- (i) Le « *refarming* » des bandes 700/800, qui sont peu déployées dans l'indoor actuellement (sauf dans le métro).
- (ii) L'utilisation de bandes non-GSM (450 MHz, 1,4 GHz), mais il conviendrait qu'une attribution de fréquences soit faite comme pour les autres bandes soit aux opérateurs historiques soit à de nouveaux intervenants.

Une alternative intéressante, notamment pour la couverture indoor des milieux industriels, serait l'utilisation de la bande 3.8-4GHz qui est plus proche de la bande cœur 5G : elle serait en effet dédiée aux acteurs « verticaux » et offrirait une bonne alternative aux fréquences disponibles en outdoor mutualisées.



**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 WiFi permet de fournir une connexion Data pour les utilisateurs, la voix des communications portée par les réseaux mobiles publics (*VoWiFi*) peut également être utilisée mais cela nécessite un paramétrage spécifique du mobile qui n'est pas forcément à la portée de tous les utilisateurs. Il est nécessaire également que les opérateurs l'autorisent sur leur réseau.

Sur le sujet de la VoWiFi en particulier, elle nécessite un paramétrage réseau spécifique. La majorité des réseaux ne bénéficie pas de ce type de réglage et donc ne présente pas la qualité (*expérience client, latence, efficacité spectrale et nombre d'utilisateurs au m<sup>2</sup>*) attendue notamment au regard de la qualité du réseau mobile

Le wifi n'est pas approprié dès lors pour un usage ou une application donnée où l'utilisateur doit pouvoir bénéficier de continuité de service en mobilité.

Dans les zones publiques, proposer du WiFi aux usagers nécessite de passer par un portail de connexion moyennant une identification. Ce mécanisme de connexion entraîne régulièrement l'abandon, par l'utilisateur, de la poursuite du parcours d'identification.

**Question 30** En tant qu'opérateur ou entreprise, disposez-vous d'une stratégie environnementale ou de réduction des émissions de gaz à effet de serre au niveau de votre organisation ? Comporte-t-elle un volet réseau ou numérique ? Avec quels outils ou quelle méthodologie contrôlez-vous le respect de cette stratégie ? De quelle manière la sollicitation et l'utilisation de fréquences jouent un rôle dans cette stratégie ?

Hub One met activement en place une politique environnementale basée sur 5 piliers :

- (i) Améliorer notre efficacité énergétique et réduire notre empreinte carbone ;
- (ii) Développer la seconde vie des produits et augmenter le taux de valorisation de nos déchets ;
- (iii) Développer des solutions IT for GOOD qui contribuent à la responsabilité sociétale et environnementale de nos clients ;
- (iv) S'appuyer sur une politique d'achats responsables et sélectionner des fournisseurs et sous-traitants selon des critères RSE et environnementaux ;
- (v) Sensibiliser nos collaborateurs aux enjeux environnementaux.

Nous réalisons chaque année un bilan énergétique et un bilan carbone ; en 2022 nous avons réalisé un bilan GES. Nous compensons nos émissions de CO2 scope 1 et 2 depuis 2020 et nous plantons des arbres en France.

Notre politique environnementale comporte un volet numérique et nous intervenons sur les 4 piliers du numérique responsable : Ecology by design, IT for good, Green IT et Green by use. Nous sommes adhérents de Planet Tech Care et signataires de la Charte numérique responsable. Nous avons participé en 2022 au Cyber Clean Up Week, réalisé des sensibilisations au numérique responsable pour nos collaborateurs. Nous lançons en 2022 notamment des sensibilisations et formations sur l'éco conception logicielle avec Green IT.

Pour ce qui est de la partie réseau, nous poursuivons la virtualisation de nos serveurs, nous mettons en œuvre les recommandations de notre audit énergétique (remontée des consignes de température,

confinement de nos datacenters pour éviter déperdition de froid etc.) ; nous menons des travaux d'urbanisation des salles avec des rangées chaudes et des rangées froides ; nous modernisons de nos infrastructures voix, radio, data.

Le contrôle de cette stratégie dépend principalement du bilan énergétique et carbone annuel pour 2022 (Bilan GES réglementaire) avec analyse quantitative et qualitative. Il existe un suivi et une présentation au Comité de Pilotage RSE, CODIR et CSE.

Le lien entre mobile privé - nouvelles fréquences et impact environnemental est complexe. En effet, certains éléments sont favorables à l'environnement, d'autres non.

Hub One remarque l'impact positif des éléments suivants :

- (i) Le remplacement de plusieurs technologies, au moins en partie, (DECT, Wifi, PMR ...) avec pour certaines moins d'équipements radio pour une même zone de couverture (notamment pour le Wifi et le DECT) et la rationalisation des flottes de terminaux (moins de besoin de terminaux spécifiques compatible avec une seule des technologies) ;
- (ii) La technologie en elle-même présente des avantages, même si toutes les fonctionnalités attendues ne sont pas encore disponibles : plus haut débit par kilowatt d'énergie consommé, communication « dirigée » entre terminaux et station de base (*beamforming*), impact des small cells - le signal traverse une distance moins grande, *sleep mode* ;
- (iii) Enfin, la 5G permettra d'aller encore plus loin dans la traçabilité et le pilotage de l'énergie en temps réel et donc permettre aux entreprises de diminuer leur consommation (selon Ericsson, une diminution d'environ 5% qui peut être envisagée).

Hub One n'est pas sans remarquer quelques effets moins favorables également :

- Si la 5G privée professionnelle ne vient pas remplacer de technologie, alors cela représente une augmentation nette de consommation d'énergie ;
- Les usages rendus possibles par la 5G (et non pas la 5G en elle-même) occasionnent une forte augmentation du volume de data à traiter, ainsi que la multiplication des *endpoints* ;
- Enfin, la 5G et notamment la 5G privée professionnelle, qui est en France située loin des bandes "cœur" (2,6 GHz vs. 3,5 GHz) occasionne le renouvellement des flottes de terminaux, même si au fil de temps les terminaux proposeront plus naturellement la ou les bandes de fréquences les plus répandues. Cependant, ce n'est pas la seule tendance de fond qui conduit à ce renouvellement. On peut également citer la tendance au passage à Android dans la logistique par exemple. Cet impact peut être modéré par le développement très important du marché du reconditionné - pour des questions de RSE mais aussi et surtout de pénurie.

**Question 32.** Comment les stratégies d'attributions de fréquences peuvent-elles contribuer à la mutualisation des infrastructures ? Au-delà du cadre existant, quelles sont les mesures spécifiques en matière de partage de réseaux mobiles pour les déploiements futurs qui pourraient être utiles ? Dans quelles bandes de fréquences et pour quelles raisons ?

Le développement des acteurs neutral host en indoor et en outdoor via un soutien actif de la part du régulateur serait un bon moyen pour accentuer les opportunités de mutualisation des réseaux RAN entre opérateurs. En effet, Hub One propose, dans certaines zones mal desservies par les opérateurs au regard des entreprises présentes, que les MNOs soient obligés de proposer une offre de raccordement à leur réseau sur une infrastructure radio neutre en RAN sharing ; ceci pourrait se faire à partir du moment où l'acteur Neutral Host respecterait les règles de design et de déploiement existantes déjà entre opérateurs



pour la couverture des zones blanches. Un cahier des charges précis multi-opérateurs pourrait ainsi être spécifié et publié par les opérateurs sous l'égide du régulateur.

A minima, Hub One suggère que, dès lors qu'il existe une infrastructure voisine de la zone considérée, le demandeur pourrait se voir imposer d'entrer en contact avec l'attributaire des fréquences à proximité pour explorer les possibilités de mutualisation sous l'égide du principe de négociations de bonne foi.

Ces stratégies pourraient pallier plusieurs défis, notamment la réduction des coûts d'infrastructures, les difficultés d'approvisionnement ou encore les objectifs environnementaux et énergétiques.

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

Hub One a ciblé plusieurs bandes en fonction de leurs caractéristiques avec par ordre de priorité :

- (i) 3410 - 3490 MHz
- (ii) 3800 - 4200 MHz
- (iii) 450 MHz
- (iv) 6425 - 7125 MHz
- (v) 26 GHz

**Question 36** Parmi les bandes de fréquences qui font l'objet de questions ci-dessous, lesquelles semblent les plus appropriées à une attribution localisée ? A une réutilisation par usage secondaire ?

Les opérateurs nationaux disposant déjà de larges bandes, il nous semble capital d'élargir le spectre des fréquences attribuées au niveau local pouvant développer la concurrence autour de la 5G pour les verticaux - notamment les acteurs industriels, par l'agilité des acteurs dits "alternatifs" en complément des acteurs dits "globaux". En effet, les bandes de fréquences basses permettent de substituer les usages actuels de la PMR, par définition locaux. En y ajoutant la data, les bandes de fréquences intermédiaires permettent d'apporter une alternative 5G satisfaisante à la bande cœur des MNOs (à l'instar de ce qui est fait en Allemagne ou au Royaume-Uni), et les bandes de fréquences hautes dites "millimétriques" sont essentiellement locales par conséquent une attribution nationale ne serait pas pertinente.

Hub One souhaite proposer le principe suivant : plus une bande de fréquence est basse, plus la zone minimum d'attribution doit être élargie (quelques dizaines de km<sup>2</sup> pour les bandes PMR) ; à l'inverse, plus une bande de fréquence est haute, plus la surface minimum d'attribution doit être restreinte (quelques milliers de m<sup>2</sup> pour les fréquences millimétriques avec séparation des usages indoor surface, indoor souterrain et outdoor).

Dans le cadre d'une gestion efficace des bandes de fréquences, l'Arcep a inscrit dans ses dernières modalités d'attribution la possibilité d'autoriser des acteurs à des usages secondaires sans garantie de non-brouillage. A part dans des cas spécifiques de lieux isolés et étanches par rapport à l'environnement extérieur comme les souterrains, Hub One a des difficultés à percevoir comment cette mesure pourrait être appliquée à des usages industriels qui risqueraient d'être perturbés par le réseau "*primaire*" utilisant les mêmes bandes de fréquences, étant donné que le principe même des réseaux privés étant de fournir une garantie de service et donc de non-brouillage.

**Question 39** Compte tenu de cette contrainte pérenne, estimez-vous pertinent que ce bloc soit proposé pour attribution ?

Pour Hub One, la faible largeur de cette bande ne la rend pas pertinente pour des usages indoor mobile ou pour des réseaux privés professionnels.

**Question 40** Quels impacts pourraient avoir respectivement ces niveaux de seuils sur les utilisations potentielles de la bande 1,4 GHz et les déploiements que vous pourriez envisager ?

Dans les usages aéroportuaires, les bandes d'extension sont très difficilement exploitables et représentent plus de la moitié de la totalité de la bande 1,4 GHz, ce qui est considérable. Par ailleurs, l'écosystème d'équipementiers n'est pas mature. Hub One n'envisage pas son utilisation au vu des besoins clients identifiés.

Pour autant, Hub One note que :

- Les niveaux de seuils nous interdiraient le plein usage de la bande sur des zones très critiques – comme les abords des avions, les zones d'exploitation avion, ce qui représente plus de la moitié de la couverture outdoor sur les plateformes aéroportuaires.
- En phase 1, sur plus de 50% de la largeur de bande totale.

Cela représente des contraintes lourdes de validation avec les exploitants aéroportuaires.

**Question 41** Les contraintes de déploiements mentionnées ci-dessus constituent-elles un réel frein à l'utilisation des fréquences dans les sous-bandes 1492 - 1517 MHz (en phase 1) et 1502 - 1517 MHz (en phase 2), et par voie de conséquence au souhait de se porter candidat pour obtenir ces fréquences ? Le cas échéant, quelle date de prise en compte des seuils de la phase 2 pourrait être pertinente ?

Hub One répond par la positive, ces contraintes constituent un frein important car même après la phase 2, l'usage sur une grande partie de l'aéroport serait limité et complexe à mettre en place.

Par voie de conséquence, c'est un frein pour se porter candidat, quelle que soit la date.

**Question 43** Compte tenu des protocoles normalisés, des équipements et terminaux disponibles, quelles sont les bandes de fréquences, actuelles ou à venir, auxquelles la bande 1,4 GHz pourrait être appairée, en fonction de la technologie (4G, 5G ...) et de la sous-bande considérée (bande cœur ou bande complète) ? Veuillez préciser, le cas échéant, le calendrier de disponibilité de ces protocoles, équipements ou terminaux permettant cette utilisation.

Hub One ne dispose pas des calendriers de disponibilité des compatibilités du CA dans cette bande.

**Question 46** Les équipements actuellement disponibles ou à venir permettraient-ils le partage d'installations actives (par exemple *via* des *Multi-Operator Core Networks*) dans la bande 1,4 GHz ? Comment s'effectuerait ce partage dans le cas de réseaux déjà mutualisés ? Y aurait-il des difficultés particulières ?

Hub One reconnaît qu'une des difficultés particulières serait de faire correspondre les couvertures des bandes d'attaches des différents opérateurs sous la couverture SDL.

**Question 47** Parmi les utilisations listées ci-dessus, pourriez-vous préciser ceux qui vous paraissent les plus pertinents, compte tenu notamment de la nécessité d'appairer cette bande avec une autre bande de fréquences, des technologies disponibles et, le cas échéant, en tant qu'opérateur, de la couverture actuelle ou programmée de votre réseau ?

Selon Hub One, c'est bien l'augmentation du débit mobile qui nous semble la plus pertinente, puisque dans notre cas, la couverture serait sensiblement la même que pour le 2,6 GHz. Autrement dit, cela permettrait d'élargir la bande. Enfin, Hub One souligne que la 4G/5G fixe sont aussi intéressantes mais cela ne concerne qu'une petite partie des utilisateurs.

**Question 51** Dans quelle mesure les différentes utilisations susmentionnées sont-elles réalisables de façon pertinente « à réseau constant », c'est-à-dire uniquement en installant de nouveaux équipements sur des sites mobiles déjà existants ou prévus à moyen terme ?

Hub One note que la bande est proche du 2,6 GHz TDD, donc l'augmentation du réseau mobile est réalisable à réseau constant, en utilisant, par exemple, un schéma de planification pour conserver la même densité de sites radio.

**Question 52** L'utilisation de la bande 1,4 GHz peut-elle se substituer à l'utilisation d'une bande existante ou s'ajouterait-elle nécessairement aux fréquences que les opérateurs peuvent déjà utiliser ? Favoriserait-elle l'extinction d'une technologie ?

Pour Hub One, l'utilisation de la bande 1,4 GHz ne peut pas se substituer à l'utilisation d'une bande existante étant donné son caractère SDL.

**Question 53** Le fait que cette bande nécessite d'être appairée afin d'être utilisée favorise-t-il la mise en veille ou l'extinction de ses émetteurs ?

Selon Hub One, les médias optionnels semblent être adaptés à un usage fin de l'énergie consommée. Cependant, sans trafic, les signaux physiques de broadcasting doivent rester en permanence (SS, PBCH etc.) pour offrir un service continu, en mobilité notamment.

Des mécanismes plus avancés de mise en veille seraient envisageables mais avec le concours de l'équipementier. La mise en veille conserve, en générale, l'alimentation des amplificateurs et, par conséquent, la consommation n'est jamais nulle. S'il était question d'une veille profonde – non standard, les performances, notamment en mobilité, pourraient être affectées, particulièrement quant au temps de mise à disposition nominale du service.

A la lumière de ces différents points, il semble que cette bande appairée ne facilite pas concrètement la mise en veille.

**Question 54** Estimez-vous pertinent d'attribuer simultanément l'intégralité des fréquences de la bande 1,4 GHz ? Quand souhaiteriez-vous disposer des fréquences de cette bande ?

Hub One ne considère pas pertinent cette modalité d'attribution du fait des contraintes d'exploitation des bandes d'extension en milieu aéroportuaire.

**Question 55** En tant qu'opérateur, quelle quantité de fréquences de la bande 1,4 GHz souhaiteriez-vous être autorisés à utiliser ? Avez-vous une préférence sur le positionnement de ces fréquences au sein de cette bande ?

Hub One estime que si elle devait choisir cette bande, seule l'intégralité de la bande cœur serait pertinent pour ses usages.

**Question 56** Quels sont d'après vous les avantages et inconvénients de ces deux options ? Avez-vous une préférence pour l'une d'entre elles ? Pour quelles raisons ? En voyez-vous d'autres ? Concernant la première option, quelle serait la taille pertinente des blocs à attribuer ? Dans le cas de la seconde option, quelles seraient, d'après vous, les obligations qu'il serait nécessaire d'introduire, notamment en matière d'accueil des autres opérateurs ?

Hub one n'a pas, dans ses usages, les accès fixes hertziens à proprement parlé.

**Question 57** Quels sont les cas d'usages que vous attendez avec cette bande de fréquences ? Identifiez-vous des freins à leur déploiement ?

Hub One présente un intérêt certain aujourd'hui pour la bande des 26 GHz afin d'apporter plus de débit dans le cadre de la mise en place de réseaux mobiles privés professionnel, puisqu'actuellement seule la bande des 2,6 GHz est proposée à titre pérenne et n'offre au maximum que 40 MHz de largeur de bande.

Hub One a identifié plusieurs cas d'usage, notamment :

- Certains nécessitent plus de débit, comme la vidéo, associée ou non à de la RA/RV, de l'IA ou des jumeaux numériques ;
- D'autres, dans des zones très réduites, soit des zones plus étendues mais en "line of sight" en lien avec la hauteur de la bande.

Hub One s'interroge sur deux enjeux majeurs, d'une part (i) la pertinence technico-économique et (ii) l'existence d'un écosystème de terminaux et de solutions.

D'une part, (i) si des expérimentations dans certains contextes radio ont déjà eu lieu - il convient de poursuivre l'exercice et ce dans d'autres contextes. D'autre part, (ii) s'il n'y a pas de marché, les constructeurs ne produisent pas d'équipements adaptés et donc sans équipement il n'est pas possible de cibler un marché.

De fait, vu les contraintes connues, Hub One s'intéresse particulièrement à cette bande de fréquence en complément de la bande 2,6 GHz, soit dans un scénario NSA (Hub One a travaillé sur la question avec Qualcomm jusqu'à la standardisation B38 en bande d'ancrage 4G et n258 en 5G par le 3GPP) soit dans un scénario 5G SA avec carrier aggregation dans lequel la bande 2,6 GHz assure la couverture et la bande 26 GHz apporte du débit pour certains cas d'usages ou au contraire certains lieux / hotspots qui multiplient les cas d'usages.

Il est ainsi prévu d'expérimenter - dans le cadre du projet DEV5GINDUSTRIE - les cas d'usages de sécurité périmétrique, de détection de débris, la détection de drones ou encore de maintenance autour de l'avion. Les premiers cas d'usage étant plutôt des cas nécessitant du débit sur des zones potentiellement vastes mais "dégagées", les suivants plutôt des zones ayant beaucoup de cas d'usage mais plus localisés.

**Question 58** Quelle largeur de bande minimum vous semble pertinente pour exploiter un réseau mobile et fournir les usages que permet cette bande de fréquences ?

Hub One suggère un minimum de 300 MHz de largeur de bande (par bloc de 100MHz) afin que l'exploitation d'un réseau dans ce type de bande reste pertinente et efficiente.

Les débits montants pourraient atteindre de plus de 1Gbps (format de trame conventionnel) ce qui est notamment attendu pour les usages vidéo en zone très dense (plusieurs vidéos très haute définition, vidéos très fluides en temps réel).

**Question 59** Cette bande de fréquences peut-elle être déployée dans un réseau sans que d'autres bandes de fréquences plus basses (bandes d'ancrage) soient utilisées par ce même réseau ? Si non, pourquoi et quelles autres bandes de fréquences seraient nécessaires, en 5G NSA et 5G SA ?

Hub One considère que techniquement, l'utilisation de la n258 en 5G SA sans bande d'accroche est possible. En revanche, l'utilisation ne paraît pas forcément pertinente d'un point de vue économique pour le client (du fait de la densité de radios) et d'un point de vue expérience utilisateur en mobilité.

Il est plus probable que des scénarii NSA avec la bande 38 notamment ou SA FR1+FR2 soient à privilégier

C'est, notamment, ce qui est envisagé dans le cadre de l'expérimentation DEV5GINDUSTRIE.

**Question 60** A quel horizon souhaitez-vous voir l'attribution de cette bande de fréquences ? A court/moyen terme, l'attribution de la sous-bande comprise entre 26,5 et 27,5 GHz vous semble-t-elle suffisante pour assurer les cas d'usages que vous avez identifiés ?

Hub One a aujourd'hui la capacité de déployer des infrastructures sur la n258 et est, d'ailleurs, en cours de préparation pour ses expérimentations.

Cependant, le marché, quant à lui, semble moins mature et ce, pour plusieurs raisons. D'abord, c'est en partie à cause du fait que l'écosystème de terminaux et solutions est encore inexistant ou, à tout le mieux, à ses prémices.

Ensuite, parce qu'il est nécessaire qu'un nombre minimum d'équipements professionnels existe pour faire émerger une demande, ce qui n'est aujourd'hui pas le cas. Les besoins importants en débit étant actuellement principalement couverts par la fibre, les seuls cas d'usages dits "matures" seraient ceux pour lesquels le déploiement de fibre serait trop onéreux ce qui explique le test du cas d'usage de sécurité périmétrique proposé par Hub One, mais il convient de s'assurer que la mise en place d'une telle infrastructure en n258 soit réellement moins coûteuse.

Cette infrastructure ne le sera probablement jamais si un seul cas d'usage est à couvrir - et par conséquent requiert le déploiement de tout un réseau, mais dans l'hypothèse où l'on a déjà déployé un réseau mobile privé professionnel - sur la bande 38 par exemple, et qu'il ne faut qu'une extension en n258 pour aller couvrir tel ou tel cas d'usage, alors la question se pose et fait l'objet de nos expérimentations à venir.

**Question 64** Quelles modalités géographiques d'attribution de la bande 26 GHz vous semblent pertinentes ? Pourquoi ? Dans les différents cas, quelles devraient être les largeurs de bandes attribuées ?

Pour la partie 26,5 - 27,5 GHz, il semblerait judicieux que l'attribution soit réalisée sur une base locale au cas par cas pour des entreprises (clients) ou pour les acteurs qu'ils auront mandatés (par exemple un opérateur/intégrateur télécom) et ce, dans le but de se concentrer autour des usages privés, qui ne disposent en France que de 40 MHz au maximum de largeurs de bande dans des scénarii pérennes - c'est-à-dire hors bande 3,8-4,0 GHz qui n'est qu'expérimentale.

Ce cas se rapprocherait plutôt du modèle appliqué en Allemagne. Comme précisé dans la question 58, il semblerait qu'une largeur minimale de 300 MHz soit nécessaire, justement pour augmenter les capacités en débit. En revanche, il convient de proposer des tranches de 100 MHz contiguës pour un total de 300MHz, afin d'optimiser la bande passante disponible pour fournir un très haut débit attendu par les utilisateurs finaux

En termes de maillage géographique, là encore il convient d'avoir de la flexibilité avec une maille minimale qui ne soit pas supérieure à une superficie de 300 m par 300 m en emprise au sol avec multi-étages, qui est une taille moyenne d'entrepôt ou d'usine de type ETI.

En effet l'usage de la bande étant un usage de proximité, voire très localisé, à l'intérieur même d'un site, il serait profitable de se faire attribuer une AUF pour une superficie très petite.

Plus une bande de fréquence est haute, plus la surface minimum d'attribution doit être restreinte (ex. séparation des usages indoor surface, indoor souterrain et outdoor). Le risque, dans le cas contraire, est celui d'un marché qui tarderait à se développer - dans un scénario encore plus difficile que celui de la bande 38 puisque la bande 258 serait probablement réservée à quelques usages géographiquement très définis.

Pour la partie basse de la bande, la question est plus complexe, et peut potentiellement faire l'objet d'attributions plus large, destinées à plusieurs types d'acteurs et par conséquent avec le satellite et le FH, en s'ouvrant aussi aux réseaux mobiles 5G.



**Question 65** Compte tenu des éléments ci-dessus, quel calendrier d'attribution vous paraît le plus pertinent ?

Pour Hub One, l'ouverture du guichet est une question prioritaire : celle-ci pourrait libérer, pour les réseaux 5G privés professionnels, des bandes de fréquences proches des 3,5 GHz, qui sont les bandes qui concentrent le plus d'écosystèmes.

L'ARCEP a déjà libéré la bande 3,8-4,0 GHz pour des expérimentations, cependant le marché a besoin d'autorisations pérennes. En revanche, il ne paraît pas souhaitable d'en limiter l'usage pour des utilisations "fixes". L'idée est bien de disposer d'une ressource pour les réseaux mobiles privés professionnels, plus importante que les 40 MHz de la bande 38 et plus proche des 3,5 GHz.

**Question 66** Quelle bande de garde sera nécessaire pour que les équipements 5G soient en mesure de respecter le niveau de puissance défini par la CEPT tout en assurant la coexistence avec les radars du ministère des armées utilisant les fréquences sous 3,4 GHz ? À quel horizon voyez-vous la possibilité d'utiliser une bande de garde plus faible ?

Hub One confirme un besoin premier de bande de garde entre 10 et 20 MHz car les études de coexistence ne sont pas encore terminées. En effet, au-delà des techniques conventionnelles de filtrage spectral, les nouveaux mécanismes de coexistence - comme les masques BEM, sont encore assez nouveaux dans les usages sur cette technologie.

**Question 68** Concernant la deuxième option, quelle serait la granularité minimale de fréquences à attribuer par titulaire ? Quelles modalités de coexistence entre les différents titulaires d'autorisation de fréquences dans la bande 3,4 – 3,8 GHz faudrait-il mettre en place ?

Compte tenu de la gamme de fréquences et de la largeur de cette bande, la granularité minimale en TDD devrait être de 40MHz pour se différencier de la bande n38, tout en laissant la possibilité d'attribuer la totalité de la bande à un acteur souhaitant pousser la mutualisation du réseau sur une emprise géographique donnée.

Les modalités de coexistence seraient alors fondées sur la base de partage technique entre les parties sur les contraintes de rayonnement et de synchronisation. Les règles seraient établies selon une analyse du minimum d'effort à fournir par chacun pour obtenir les meilleures performances d'exploitation du spectre.

**Question 69** Quelle option, parmi celles présentées ci-dessus, estimez-vous la plus pertinente ? Pour quelles raisons ?

Comme Hub One l'a évoqué aux questions 64 et 65, le second scénario est à privilégier avec une attribution de la totalité de la bande en local (hors bande de garde).

Hub On remarque qu'en effet (i) la 5G publique bénéficie déjà de grandes largeurs de spectre, là où aujourd'hui les réseaux privés professionnels ne disposent, de manière pérenne, que de 40 MHz au maximum et (ii) les écosystèmes de terminaux les plus développés sont proches des 3,5 GHz.

Enfin, à l'instar de ce qui se fait en Allemagne, même si d'autres facteurs expliquent la différence de développement du marché professionnel, notamment le développement de cas d'usages digitaux et fibrage relatif des pays, ce marché se développera d'autant plus que la 5G pourra réellement délivrer ses promesses, c'est-à-dire avec beaucoup de débit donc une meilleure largeur de bande et avec des solutions adaptées qui existent déjà sur ces bandes de fréquences.

Aujourd'hui, lorsque Hub One prospecte sur ce sujet et que nous réussissons à intéresser un industriel sur les bénéfices des réseaux 5G privés professionnels, nous faisons rapidement face à ces deux problématiques, par exemple il n'y a que très peu de tablette disponible en n38 SA sur des PLMN privés, sans que l'on ait à recourir aux tablettes durcies.)

**Question 72** Quels sont, selon vous, les cas d'usages attendus avec cette bande de fréquences ? Envisagez-vous de répondre au guichet d'expérimentation ?

Hub One note que cette bande a plusieurs avantages, notamment : sa largeur, sa capacité de couverture et sa disponibilité sur les terminaux du fait de sa proximité avec la bande cœur 5G. En termes de cas d'usages, on peut s'appuyer sur cette bande pour des cas d'usage comprenant de la vidéo, de la réalité augmentée/virtuelle, de l'analyse vidéo ou encore du pilotage à distance.

Hub One envisage sérieusement de répondre au guichet d'expérimentation dans le cadre des pilotes liés au plan de relance 5G.

**Question 73** Voyez-vous un intérêt à utiliser cette bande pour de la 5G ou une autre technologie mobile ? À quel horizon ? Avec quelle quantité et quel périmètre géographique ? Pour fournir quels services ?

Hub One considère cette bande comme très importante pour la 5G et notamment en ce qui concerne les fonctionnalités eMBB. Selon nous, 100 MHz seraient nécessaires pour répondre aux besoins d'usages tels que la vidéo et la réalité augmentée sur un site industriel ou sur un modèle SmartCity sans déployer un trop grand nombre de sites, avec une zone de couverture minimale de 1 km<sup>2</sup>.

**Question 74** Quelles conditions de cohabitation avec les autres services déjà présents dans la bande imaginez-vous ?

Le nouvel affectataire reçoit l'environnement spectral du medium qui lui est attribué. Il propose alors une étude de cohabitation (périmètre à réglementer) qui sera soumise aux autres services en place. Soit elle est acceptée, soit elle est ajustée entre les parties. Soit encore, une nouvelle attribution (autre canal) est proposée. Ainsi jusqu'à obtention d'une solution où le spectre est exploitable. Si aucune solution ne semble convenable, alors appliquer la règle de l'antériorité avec mise en place d'équipements de protection.

**Question 75** Une fois la bande normalisée, souhaiteriez-vous la voir attribuée en France ? Si oui, selon quelles modalités ?

Hub One souhaite que cette bande soit attribuée en France. Il conviendrait que cette bande soit réservée à des usages type "réseau privé professionnel" donc proposée sur une zone géographique restreinte. Le



modèle tarifaire qui pourrait être attribué pourrait reprendre les principes mis en place pour le guichet 2,6GHz TDD mais en abaissant la surface minimum d'attribution à 1 km<sup>2</sup>.

**Question 76** Pensez-vous nécessaire d'imposer une trame de synchronisation dans cette bande ? Si non, quel autre mode de coordination estimez-vous pertinent ?

Selon Hub One, il est nécessaire d'établir une trame de synchronisation "ultime" en cas de désaccord des affectataires. Si une affectation du même canal à deux acteurs verticaux proches arrive, il convient de proposer une règle les obligeant à prendre en considération les contraintes des deux, et de chercher une méthode de cohabitation au cas par cas. Si les efforts de chacun ne sont pas acceptables, alors la trame de synchronisation commune est imposée de façon à exploiter au mieux le spectre.

**Question 82** Confirmez-vous la nécessité d'introduire la technologie LTE dans la bande 450 MHz ? Pour quels besoins ? Sur quelles empreintes géographiques ?

Selon Hub One, cette bande de fréquence paraît intéressante pour des usages privés, agnostiques à la technologie utilisée. Le problème que l'on identifie ici est le suivant : avec d'aussi faibles largeurs de bande, il est difficile d'identifier un usage 5G innovant. En revanche, un usage LTE pourrait s'avérer pertinent en remplacement des technologies PMR, et ce pour trois raisons : (i) pour des raisons d'obsolescence, (ii) pour des raisons de digitalisation (développement de la data), (iii) pour des raisons d'unification de flottes de terminaux (le push-to-talk devenant une application sur un terminal qui peut être multi-usages).

Il convient par ailleurs d'envisager le développement du LTE à des usages autres que la stricte PMR. En effet, aujourd'hui en bande 38 le LTE privé permet d'ores et déjà d'aller assez loin dans la digitalisation, notamment pour des cas "*business critical*" (par exemple, pour piloter un site à distance en cas de crise, pour les cas d'usages nécessitant du débit, du "temps réel" et de la robustesse dans les cas où un retard sur les activités métiers peut engendrer des pertes significatives pour les entreprises.

Cette bande de fréquence permettrait également de réaliser des économies dans le déploiement et l'exploitation de réseaux mobiles privés professionnels. Cette bande pourrait notamment être utilisée sur des campus comme sur les aéroports -en prenant la suite des réseaux Tetra, ou les ports.

Cette notion est d'autant plus intéressante pour des zones géographiques étendues. Hub One rencontre en ce moment plusieurs acteurs portuaires au Havre qui sont dans des environnements radios outdoor complexes (avec beaucoup de métal, des conteneurs qui bougent) et qui ont de réels besoins de couverture voix et data mais pour qui le budget d'un déploiement en 2,6 GHz reste très élevé -coût des équipements, mais aussi du déploiement, et plus particulièrement s'il est nécessaire tirer de la fibre ou monter des pylônes, en plus coûts d'AUF et d'exploitation.

Pour ces clients-là, la notion de multi-tenant reste intéressante pour partager les coûts d'infrastructure mais aussi parce qu'il serait difficile de garantir qu'un industriel n'émet pas chez ses voisins.

Cette bande de fréquences pourrait aussi intéresser les autres utilisateurs de la PMR sur des zones encore plus étendues telles que les collectivités territoriales ou les autoroutes, même si ces dernières semblent avoir identifié d'autres solutions (réseau GP avec SLAs ?).

**Question 83** A partir de quelles largeurs de bandes (1,4 MHz, 3 MHz ou 5 MHz) peut-on considérer la bande utilisable pour la technologie LTE ? Sous quel calendrier ?

Hub One estime qu'à partir de 3 MHz de largeur (en FDD) il est possible de considérer que la bande est utilisable en LTE lorsque celle-ci est exploitée en complément de bande, c'est-à-dire en couverture lointaine ou profonde indoor.

Dans le cas d'un usage de bande unique, Hub One estime que 5 MHz sont nécessaires dans l'hypothèse où il s'agit d'usages data conventionnels – c'est-à-dire équivalent à un "LAN Ethernet 10Mbps", lorsque la charge est faible.

**Question 84** Dans quelle mesure les équipements à bande étroite utilisant actuellement la bande 450 MHz pourraient-ils cohabiter avec les équipements LTE ? Avec quelle bande de garde et quelles distances de protection ?

Hub One considère que les technologies principalement concernées dans cette bande actuellement sont la DMR et le Tetra. Elles pourraient cohabiter avec la technologie LTE si des règles d'ingénierie écrites sont imposées en cas de désaccord.

Il convient de dissocier les cas indoor et outdoor.

Dans le premier cas, l'indoor est souvent traité à travers des systèmes DAS (Distributed Antenna System) qui permettent de facto de multiplexer les émetteurs à travers des systèmes de filtrage et de s'absoudre d'un grand nombre de contraintes de cohabitation (isolation, PIM). Les limites de performances des technologies peuvent être approchées plus aisément car les signaux sont contenus dans les dispositifs physiques. Les bandes de gardes seraient de l'ordre de 5 à 10MHz pour une bande de 3 ou 5MHz de largeur, à réduire à 1 à 2,5MHz selon la technologie et le coût des filtres.

Dans le second cas de l'outdoor, il s'agit de bien prendre en compte les trois points suivants :

- (i) les sujets d'intermodulation en champ fort (imposer des règles de mise en conformité de sites, contrôle de nettoyage, maintenance des sites et des environs proches avec éventuel règle de partage des frais) ;
- (ii) la protection en champ fort dans certaines zones peu couvertes en 450MHz (limites de champ à établir selon la cartographie des sites d'émission en place) ;
- (iii) la protection des rayonnements non désirés.

En ce qui concerne la protection des rayonnements non-désirés, compte tenu des caractéristiques de chaque technologie, les distances de protection et isolation seraient de l'ordre de quelques centaines de mètres avec nécessité d'ajouter des filtres passe bande de protection (en désensibilisation du narrow band ou en blocking LTE) sinon les distances ne seraient pas acceptables. Ces distances seraient à ajuster en considérant le réglage des antennes du réseau cellulaire par rapport au réseau à rayonnement omnidirectionnel.

Ces filtres imposent une bande de garde de quelques MHz (de l'ordre de 5MHz, moins si possible). La discussion de la position du filtre reste à être déterminée (par l'application de la règle de l'antériorité ou une restriction plus prononcée sur le site LTE).

La solution de co-localiser les sites pour un multiplexage maîtrisé est envisageable (RAN Sharing), mais reste à caractère opportuniste puisque les sites LTE seront probablement plus nombreux pour des raisons de capacité et de schéma cellulaire.

**Question 86** Quelle est votre vision de la maturité de l'écosystème industriel en technologie LTE dans la bande 450 MHz ?

Pour le moment, l'écosystème n'est pas encore mature sur cette bande notamment en ce qui concerne les terminaux. La première étape du développement de cette bande a pour objectif de développer des usages type IoT qui s'appuie sur des modules. Un grand nombre de module IOT sont compatibles dans cette bande.

**Question 92** Comment appréciez-vous les perspectives de développement de ces usages (Wifi, IMT<sub>17</sub>) ? Identifiez-vous d'autres usages appelés à se développer dans cette bande ?

Hub One suggère le développement du LTE-U en bande non-licenciée afin d'augmenter le débit et la capacité des réseaux licenciés ou en standalone.

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

Selon Hub One, il serait nécessaire de s'assurer que le LTE-U/5G permet de s'intégrer avec d'autres technologies - par exemple le WiFi, présents dans cette bande. Les autres protocoles devant également aussi intégrer ce type de fonctionnalité pour avoir une optimisation maximale de la bande passante.

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

Hub One tend vers la positive au regard de la largeur disponible dans cette bande mais nous sommes également dans des bandes qui sont toujours intéressantes – proches des sub-6, pour les usages, dont en indoor. Le développement actuel ne permet pas de facilement porter des usages voix sur cette bande.

**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 ?

- (i) Hub One souligne qu'il existe des imprécisions quant aux champs d'application concernant les différences entre réseau indépendant et réseau ouvert au public. En effet, aujourd'hui le principe de distinction entre ces deux notions est basé sur la qualification de Groupe Fermé d'Utilisateurs (dit « GFU »). Cette même notion n'est pas clairement définie sur la portée qu'elle peut avoir, notamment en ce qui concerne l'interconnexion d'un réseau indépendant avec le réseau général. Plusieurs interrogations restent en suspens comme la possibilité pour un utilisateur de réseau indépendant de recevoir et/ou émettre des appels depuis/vers le réseau général ou de pouvoir accéder à l'internet depuis ce réseau indépendant. Plusieurs cas d'usage nous démontrent aussi une réelle nécessité d'envisager le roaming entre ces réseaux afin d'améliorer, entre autres, non seulement l'expérience de l'utilisateur mais surtout la continuité de service en dehors des zones couvertes par le réseau indépendant.

- (ii) Hub one souhaite attirer l'attention du régulateur sur le sujet de la mise à disposition secondaire des fréquences par les opérateurs grand public sur une zone privative correspondant à une emprise spécifique – par exemple ports, aéroports, sites industriels etc. Ce mécanisme permettrait l'optimisation de la couverture sur ces zones. Cela rendrait possible la couverture optimale de zone qui ne sont pas sujettes aux obligations de couverture des opérateurs grand public. Hub One appelle l'Arcep à considérer ce cas d'usage et de venir, si ce n'est le réglementer, au moins en définir clairement les contours tant au niveau des modalités d'applications que des coûts/tarifs associés.

En synthèse, Hub One, au travers de ses expériences a pu constater plusieurs freins au développement du marché 5G privé.

- (i) D'abord, la communication des MNOs sur les fonctionnalités de *slicing* de leur réseau grand public conduit à un manque de visibilité problématique sur la disponibilité des futurs services, de leur qualité, et de leurs coûts. Malgré les intentions des MNOs sur la disponibilité du slicing, Hub One est convaincu que ces fonctionnalités ne pourront pas adresser tous les besoins industriels, et que leur généralisation et leur maturité n'arriveront pas à court terme (2026).
- (ii) Le choix de la bande éligible à date de façon pérenne (2,6 GHz n38) : cette bande est entravée par la trop faible présence d'un écosystème 5G (contrairement à la B38 en 4G). Ensuite, le potentiel d'utilisation industrielle est réduit en raison d'une bande insuffisamment large en comparaison avec celle des pays voisins (40MHz étant insuffisant pour anticiper tous les usages de la 5G). Enfin, la bande étant isolée avec peu de pénétration indoor rend difficile la possibilité de repli en cas de perte du signal.  
Hub One insiste sur la nécessité de disposer d'une fréquence plus proche de la bande cœur 5G de façon pérenne (par exemple. 3,8-4GHz), combinée avec une bande millimétrique (n258) pour de l'ultra haut débit dans le cadre de hotspots pour répondre à un problème de diffusion des ondes également.
- (iii) Les contraintes réglementaires : l'Arcep pourrait revoir les contraintes liées aux demandes de fréquences telles que le périmètre minimum de 100km<sup>2</sup> à respecter, et le montant des redevances qui ne sont pas adaptées aux business plans des ETI et PME.
- (iv) Les procédures réglementaires (LMI, Dossier Arcep, DIM, DP, ANFR) qui pourraient faire l'objet d'une simplification. Aussi, le portail DALI permettant le dépôt des demandes devrait permettre une meilleure visualisation du contenu détaillé des LMI.
- (v) Le développement du marché 5G privé se trouve également perturbé par la proximité des radio altimètres de la bande d'expérimentation n77 (3,8-4 GHz) qui la rendent alors indisponible dans les aéroports.
- (vi) Enfin, Hub One fait état d'un manque de possibilité satisfaisante dans la proposition aux clients d'une expérience de mobilité tant privée que publique, et dans la construction d'offres hybrides s'appuyant sur les réseaux publics et privés.

**FIN DU DOCUMENT**