



**/<Réponse à la consultation publique de l'ARCEP
« Préparer le futur des réseaux mobiles »>/**

< Date > 23/09/2022

Introduction

b<>com est un Institut de Recherche Technologique privé qui explore, conçoit et fournit des innovations aux entreprises qui veulent accélérer leur compétitivité grâce au numérique.

Ses technologies sont développées pour les infrastructures numériques, les industries culturelles et créatives, la santé, la défense, la sécurité et l'industrie 4.0.

Basés à Rennes, Paris, Lannion et Brest, ses experts imaginent des solutions dans les domaines des réseaux 5G et au-delà, du traitement de l'image et du son, de l'intelligence artificielle, de la cybersécurité, des sciences cognitives et des réalités mixtes.

Grâce à son équipe d'ingénierie avancée et ses moyens scientifiques propres, b<>com propose à ses clients des innovations qui font la différence.

Dans le cadre de « l'initiative xG » b<>com s'est engagée à offrir une solution commerciale de réseau 5G privés souveraine pour répondre aux besoins de l'industrie française. C'est aussi dans cette optique que b<>com a souhaité répondre à cette consultation en essayant de transmettre le plus fidèlement possible les besoins que nous avons perçus à travers nos nombreux contacts avec des industriels, mais aussi avec des intégrateurs de solutions télécoms ainsi que des opérateurs.

Ces besoins s'expriment en termes de services et de qualité associée, ainsi qu'en termes de modes de déploiement, qui déterminent largement le degré de privauté, de flexibilité et de contrôle désirés par ces industriels sur leur réseau.

Pour les réseaux 5G privés l'organisme de standardisation 3GPP a défini plusieurs modes de déploiement qui diffèrent entre autres par l'utilisation de fréquences. Ces dernières peuvent être soit licenciées à l'industriel ou un acteur privé tel qu'un opérateur alternatif, ou bien sont celles d'un opérateur public s'appuyant sur son réseau national pour offrir des solutions de réseaux privés aux entreprises.

Sur cette question b<>com estime que, même si les opérateurs de réseaux 5G publics, constitueront des acteurs essentiels pour garantir les besoins de certains industriels, ils ne seront pas en mesure de les adresser tous sur la base de leur réseau public. Le spectre de ces besoins est en effet extrêmement large.

Il est donc essentiel de pérenniser l'allocation d'une bande de fréquences assez large à des tarifs abordables pour le déploiement de réseaux 100% privatifs.

Table of Contents/Sommaire

1	Favoriser l'innovation grâce à la 5G et ses évolutions	5
1.1	La 5G : une innovation de rupture qui continue d'évoluer vers la 6G	5
1.2	Les évolutions d'architecture des réseaux mobiles: virtualisation, O-RAN, Edge computing	6
1.3	Les usages et les besoins en fonctionnalités attendus	6
2	Des besoins spécifiques et émergents pour les acteurs verticaux	9
2.1	Innovation et développement économique.....	9
3	Besoins sociétaux et obligations des autorisations d'utilisation de fréquences	10
3.1	Couverture et qualité de service des réseaux ouverts au publics.....	10
4	Questions spécifiques par bande de fréquences	11
4.1	Partage des fréquences et attributions localisées.....	11
4.2	Les fréquences harmonisées au niveau européen qui pourraient faire l'objet d'une attribution à court terme 12	
4.2.1	La bande 1427-1517 MHz (dite 1,4 GHz)	12
4.2.2	La bande 24,25 - 27,5 MHz (dite 26 GHz).....	15
4.2.3	La bande 3410 - 3490 MHz (bas de la bande 3,5 GHz).....	15
4.2.4	La bande 2,1 GHz FDD	16
4.2.5	La bande 2,1 GHz TDD	16
4.2.6	La bande 3,8 – 4,2GHz.....	16
4.2.7	La bande 738 - 753 MHz (dite 700 MHz SDL)	17
4.3	Les fréquences identifiées à l'UIT en cours d'harmonisation européenne	18
4.3.1	La bande 42 GHz	18
4.3.2	La bande 450 - 470 MHz (dite bande 450 MHz).....	18
4.4	Des bandes prospectives, en cours de discussion mondialement	19
4.4.1	La bande 470-694 MHz	19
4.4.2	La bande 6425 - 7125 MHz (dite bande 6 GHz).....	19
5	Références.....	21
6	Abbréviations	22

Table of Figures/Liste des figures

Figure 1 : Schéma de la bande 1,4 GHz avec ses dates de disponibilités et sa nomenclature selon le 3GPP 13

1 FAVORISER L'INNOVATION GRACE A LA 5G ET SES EVOLUTIONS

1.1 La 5G : une innovation de rupture qui continue d'évoluer vers la 6G

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 ?

Réponse de b<>com :

Pour les réseaux privés, la Release 16 apporte les nouvelles fonctions suivantes, listées ci-dessous avec une date prévue pour la disponibilité de l'écosystème ou les premiers déploiements :

- les fonctions associées à la thématique URLLC (Ultra Reliable Low Latency Communication) : Elles restent importantes dans le monde industriel dès lors que des contraintes de temps de transit sont posées par les cas d'usages. La maturité de l'écosystème est attendue en 2024.
- IAB (Integrated Access and Backhaul): elles permettent le déploiement de réseaux ad-hoc notamment sur des cas d'usage type mission critique. La maturité de l'écosystème est attendu en 2025.
- NR-U (New Radio-Unlicensed): L'accès au spectre non licencié est une fonction intéressante pour les réseaux privés sur des cas d'usage peu contraints. La bande des 6GHz (5945-6425MHz en Europe) présente une forte capacité et une fréquence centrale élevée favorisant la coexistence des réseaux cellulaires avec le WiFi6. Des premiers déploiements sont attendus en 2023.
- Network Slicing : Il s'agit de la capacité d'instancier plusieurs réseaux privés isolés sur une même infrastructure matérielle. Ceci est particulièrement intéressant dans le cadre de la coexistence de services critiques (par exemple MCX) avec des services de communication non sensibles. Dans un cadre de réseaux privés, la notion de déploiement à la demande n'est pas pertinente, un déploiement statique permet déjà d'adresser les cas d'usages souhaités. La maturité de l'écosystème est attendu en 2024 sur cette fonctionnalité.
- NPNs (Non Public Networks): Les réseaux NPN sont des réseaux qui peuvent être déployés et supervisés sans l'aide d'un opérateur télécom. Le déploiement de ce type de réseau est attendu dès 2023 en France.

De même, la Release 17 apporte les nouvelles fonctions suivantes, listées ci-dessous avec une date prévue pour la disponibilité de l'écosystème ou les premiers déploiements :

- NTN (Non Terrestrial Networks): Il s'agit d'une fonctionnalité très intéressante permettant de mieux couvrir les zones blanches, les océans et d'assurer une connectivité ubiquitaire sur l'ensemble du globe à un coût réduit. Cette technologie est adaptée à des services peu sensibles à la latence. Les cas d'usage sont variés et peuvent aller de la surveillance de conteneurs sur des navires, à la projection de capacités de communication pour les forces armées sur des théâtres d'opération. La maturité de l'écosystème n'est pas attendue avant 2026 sur ce sujet.
- TSN (Time Sensitive Networking): L'Ethernet Industriel et ses services de communication synchrones est particulièrement adapté au contrôle des machines-outils sur des chaînes de production industrielles. Le degré d'acceptation de cette technologie par les industriels, réticents à la prise de risque, est encore assez faible aujourd'hui.
- 5G-MBS (Multicast-Broadcast) : Cette fonctionnalité, présente dans les différentes versions de réseau mobiles, a toujours eu des difficultés à s'imposer sur les réseaux publics. Elle a

cependant rencontré un certain succès dans le cadre des communications critiques de groupe. Sa version 5G deviendra incontournable dans le même contexte dès lors que l'écosystème 5G (notamment les terminaux) sera mature, ce qui est attendu sans doute après 2025.

- Location Services : Cette fonction permettra le déploiement de nombreux services à forte valeur ajoutée dans un cadre industriel, dont notamment la capacité native à localiser un équipement facilement sur un campus industriel de plusieurs dizaines d'hectares même hors couverture GPS. L'écosystème semble déjà mature et la fonction pourrait être déployée dès 2023.
- 5G-LAN (Local Area Networks) Type services : Une fonction très utile dans un cadre privé, permettant de déployer une connectivité de niveau 2 entre équipements situés sur plusieurs sites distants (comme s'ils se trouvaient sur le même LAN). Maturité sans doute en 2024.

Question 2:

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

Réponse de b<>com :

Les travaux de standardisation des technologies 3GPP Rel18 ne sont pas finalisés, et ne le seront pas avant mi 2024, ils nous apparaît difficile de fournir une réponse à cette question dès aujourd'hui.

1.2 Les évolutions d'architecture des réseaux mobiles: virtualisation, O-RAN, Edge computing

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 ?

Réponse de b<>com :

b<>com considère que la fonction de déport des fonctionnalités réseau du plan utilisateurs (en anglais User Plane) grâce au Edge Computing, constitue une nécessité incontournable de certains cas d'usage, induite par des contraintes de confidentialité, de latence, ainsi que des contraintes de consommation énergétique liés à l'acheminement des données utilisateurs.

Cette technologie permet en outre la mutualisation des fonctions de signalisation et de contrôle de ce même trafic (en anglais Control Plane) pour diverses entreprises, au sein d'un même Data Center.

De plus la technologie Edge Computing permet de co-localiser certaines applications métiers des industriels ou entreprises sur le même matériel (hardware) destiné à supporter le trafic utilisateur.

1.3 Les usages et les besoins en fonctionnalités attendus

Les réseaux mobiles, tant ceux ouverts au public que les réseaux privés à usage professionnel, fournissent un ensemble de services qui permettent de répondre aux usages et aux besoins de leurs utilisateurs.

Parmi ces différents usages, on peut citer notamment :

- communication voix (ou vidéo) interpersonnelle ;
- accès à internet ;
- transfert de données massif vers les utilisateurs ;
- diffusion et captation vidéo ;
- remontée de données de capteurs ;

- communication symétrique pour un nombre important de petits flux de données entre des machines ;
- interactivité en temps réel (*gaming*, pilotage à distance, métavers...) ;
- communication ultra-fiable et critique.

Question 8 :

Quels autres usages et fonctionnalités attendus identifiez-vous ?

Réponse de b<>com :

b<>com identifie aussi le cas d'usage du pilotage et remontée d'information de robots mobiles, qui sont largement répandus dans les industries de logistique dès aujourd'hui.

De même nous souhaitons souligner l'importance des cas d'usage mis en œuvre lors d'un déploiement de réseau éphémère sur une zone non couverte auparavant, nommé aussi « bulle tactique ». Ces cas d'usage nécessitent des fonctionnalités supportant les services de missions critiques, mais aussi des fonctionnalités de résilience des réseaux, permettant aux usagers de continuer à profiter de certains services même si la connexion entre les sites radio et le cœur de réseau venait à être interrompue.

Enfin la captation de flux vidéos à des fins de sécurité périmétrique de sites sensibles est un autre cas d'usage où la 5G est particulièrement pertinente puisqu'elle permet le branchement et l'installation rapide de caméras de surveillance sans fil sur un site en extérieur ou en intérieur.

Question 9 :

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

Réponse de b<>com :

Comme indiqué dans la réponse précédente, l'utilisation de robots mobiles vise le marché des industries de la logistique ou toute industrie impliquant des transports automatisables de biens en intérieur ou en extérieur.

Les « bulles tactiques » sont mentionnées par les industriels de la sécurité et de la défense, mais aussi par l'industrie des médias, pour la captation et remontée de vidéos dans le cadre d'événements de nature sportive, culturelle ou de reportages.

La sécurité périmétrique quant à elle sert potentiellement toutes les verticales industrielles dont les sites requièrent une surveillance accrue : industrie du transport pour la surveillance de port ou d'aéroports, industrie manufacturière pour contrôler l'accès aux sites de production, etc ...

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 ?

Réponse de b<>com :

L'usage de caméras à des fins de sécurité périmétrique est essentiellement destiné à se développer dans un environnement fixe. Néanmoins l'utilisation d'un réseau radio pour les connecter rend leur

mise en service beaucoup plus aisée, puisqu'elle ne nécessite pas de connexion haut-débit fibrée entre la caméra et le réseau.

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 ?

Réponse de b<>com :

Les « bulles tactiques », surtout pour des usages de sécurité, nécessitent les nouvelles technologies de la 5G assurant une extension de couverture grâce à un réseau radio maillé (fonction IAB) ainsi qu'un maintien de services même après la rupture du lien entre le réseau radio et le cœur de réseau (fonction IOPS).

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...) ?

Réponse de b<>com :

Dans l'objectif de mettre en place des « bulles tactiques » à vocation sécuritaire, b<>com préconise l'utilisation de fréquences dédiées, comme celles utilisées pour les forces de sécurité civiles françaises sur le territoire national, afin d'éviter le brouillage et la localisation des services de missions critiques.

2 DES BESOINS SPECIFIQUES ET EMERGENTS POUR LES ACTEURS VERTICAUX

2.1 Innovation et développement économique

Question 14 :

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

Réponse de b<>com :

La mise en place de ressources fréquentielles temporaires servirait idéalement les besoins relatifs au cas d'usage des bulles tactiques pour l'industrie des médias. Des mécanismes d'allocation dynamique de spectre devront cependant s'assurer que la fréquence centrale, le format de la trame, la largeur de bande et la puissance d'émission soient compatibles avec la qualité de service pour les usages visés : transfert de flux vidéo à la fois montants et descendants (la captation de vidéos), utilisation de services innovants tels que la réalité augmentée ou la téléassistance...

3 BESOINS SOCIÉTAUX ET OBLIGATIONS DES AUTORISATIONS D'UTILISATION DE FRÉQUENCES

3.1 Couverture et qualité de service des réseaux ouverts au publics

3.1.2 Questions spécifiques à la couverture à l'intérieur des bâtiments

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 ?

Réponse de b<>com :

La bande 26GHz est adaptée pour des usages indoor lorsque les conditions de propagation sont favorables : espace relativement libre, couverture réduite, usager peu mobile. Elle présente de bonnes caractéristiques en matière de capacité (débit), de latence (structure de trame adaptée aux communications basse -latence) et de confidentialité (sensible aux obstacles).

Elle est cependant peu adaptée à des usages industriels, dès lors que les espaces à couvrir sont importants et encombrés d'objets métalliques.

La bande des 450MHz est particulièrement adaptée aux cas d'usage extérieurs ou demandant une bonne pénétration dans les bâtiments et sous terre. On pourra citer les communications critiques pour les forces de sécurité et/ou pompiers ou la surveillance de réseaux critiques (électricité, réseaux d'eau). Les services déployés dans cette bande seront des services voix ou peu gourmands en données. Pour les réseaux privés, la bande des 1.4GHz, dont l'ARCEP est affectataire, présente des caractéristiques qui restent intéressantes pour les mêmes cas d'application que la bande des 450MHz. Elle présente cependant une capacité intéressante dans l'absolu (1430-1492MHz) pour des cas d'usage industriels plus consommateurs de données. Elle constitue un compromis couverture/capacité proche de l'idéal pour des réseaux privés et pour la couverture de larges campus.

4 QUESTIONS SPECIFIQUES PAR BANDE DE FREQUENCES

Dans cette partie, chaque section aborde une bande de fréquences avec des questions spécifiques. En pratique, ces bandes en sont à des degrés divers d'harmonisation au sein des instances internationales et la date de leur disponibilité effective diffèrera :

- les bandes 1,4 GHz, 26 GHz, 3410 - 3490 MHz, 2,1 GHz FDD et TDD, 3800 - 4200 MHz, 700 MHz SDL et 66 - 71 GHz sont déjà harmonisées à l'échelle européenne et pourraient faire l'objet, à l'exception de cette dernière bande, d'attributions de fréquences dans une échéance proche (partie 4.2) ;
- les bandes 42 GHz et 450 MHz sont encore en cours d'harmonisation au niveau européen (partie 4.3) ;
- enfin, les bandes 470 - 694 MHz, 6425 - 7125 MHz et au-delà de 90 GHz sont seulement candidates à une harmonisation internationale pour un usage mobile (partie 4.3).

Une première section (partie 4.1) s'intéresse aux aspects de partage du spectre entre utilisateurs pour une même bande de fréquences.

Question 34 :

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

Réponse de b<>com :

Pour b<>com les bandes suivantes devraient être allouées selon les priorités décroissantes à l'usage de la 5G pour les industriels :

- **Priorité 1 :** La bande dite du THD radio (3410-3490MHz) est une bande intéressante pour les cas d'usage 5G de la verticale industrielle. Elle présente un bon compromis capacité / couverture particulièrement adapté à la couverture de sites ou campus de taille moyenne. Un autre avantage clé, est la disponibilité de terminaux et de têtes radio compatibles et donc la présence d'une manière générale d'un écosystème d'équipementiers déjà actif.
- **Priorité 2 :** Le haut de la bande n77 (3800-4200MHz) présente les mêmes avantages techniques que le THD radio. Cependant, le support de cette bande par les terminaux et têtes radio est encore en construction et trop peu répandu dans l'écosystème européen. Les choses devraient s'améliorer à partir de 2023.
- **Priorité 3 :** Les bandes sub-GHz (700MHz, 450MHz) pour servir des cas d'usage IoT (mMTC). A noter qu'il est important que ces bandes puissent être attribuées en mode TDD et non FDD SDL, le trafic étant majoritairement orienté dans le sens montant.

4.1 Partage des fréquences et attributions localisées

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 ?

Réponse de b<>com :

Les bandes THD radio et n77 (2800-4200MHz) sont tout à fait appropriées pour une utilisation localisée à puissance réduite.

La bande dite des 26GHz semble relativement appropriée pour un usage localisé impliquant des terminaux faiblement mobiles dans un espace relativement dégagé. Les bandes de fréquences plus élevées permettent également des usages localisés mais posent plus de contraintes à l'usage, elles

seraient sans doute mieux mises à profit dans des cas d'usage où le récepteur et le transmetteur ont une position relative fixe et peuvent être installés en ligne de vue directe.

Question 37 :

Le cas échéant, si ces bandes de fréquences voient coexister usage mobile et autres usages (satellite, lien fixe ...), quels modes de partage vous apparaissent pertinents ?

Réponse de b<>com :

La gestion de la coexistence des usagers devrait idéalement s'inspirer de mécanismes automatisés mis en œuvre par exemple outre atlantique dans le cas du CBRS ou énoncés par l'ETSI dans le cadre de la norme 103-652 (eLSA). Il s'agit alors d'alimenter une base de données recensant les différents usagers, potentiellement de définir des priorités entre usagers et de développer des équipements qui pourront automatiquement consulter cette base de données et obtenir pour une durée définie un droit d'usage sur la zone géographique correspondant au déploiement.

Question 38 :

Pour quelles bandes de fréquences un partage « dynamique » du spectre entre titulaires d'autorisation pour un usage mobile, ou entre titulaires d'autorisation pour des usages différents, vous semblerait pertinent ? Avec quelles modalités de mise en œuvre possibles ?

Réponse de b<>com :

Un partage de spectre dynamique nous semble intéressant d'une manière générale pour optimiser l'usage de la ressource radio. Les bandes millimétriques pourraient s'affranchir cependant de ce type de mécanisme en raison des caractéristiques de propagation qui leur sont associées (affaiblissement très rapide en espace libre, incapacité à traverser les obstacles). Le partage dynamique de spectre semble donc tout à fait approprié pour les bandes THD et n77. Voir question précédente pour les modalités de mise en œuvre.

4.2 Les fréquences harmonisées au niveau européen qui pourraient faire l'objet d'une attribution à court terme

4.2.1 La bande 1427-1517 MHz (dite 1,4 GHz)

L'intégralité de la bande 1,4 GHz, soit 90 MHz, est harmonisée à l'échelle européenne. Elle est découpée en 18 blocs de 5 MHz. De son côté, le 3GPP a défini la bande 1,4 GHz pour un usage 4G *Supplemental Downlink* (SDL, uniquement dans le sens descendant, soit de l'antenne vers le terminal) et 5G SDL12.

Dans cette bande, 90 MHz seraient donc attribuables au service mobile. Ils sont constitués :

- d'une bande cœur de 40 MHz (1452 - 1492 MHz), disponible en métropole depuis le 1er janvier 2022 ;
- de deux bandes d'extension de 25 MHz chacune située respectivement en haut (1492 - 1517 MHz) et en bas (1427 - 1452 MHz) de la bande cœur, dont la première serait disponible le 1er janvier 2023 et la seconde, sur la majeure partie du territoire métropolitain, le 1er janvier 2024.



Figure 1 : Schéma de la bande 1,4 GHz avec ses dates de disponibilités et sa nomenclature selon le 3GPP

a) Contraintes d'utilisation sur les bandes d'extension

Pour le bloc 1427 - 1432 MHz

Le bloc 1427 - 1432 MHz, disponible à partir du 1er janvier 2023, ne pourra être utilisé, selon le rapport n°65 de la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT), que par des stations de base à faible puissance afin de se conformer à la limite d'émission protégeant les stations de radioastronomie présentes dans la bande 1400 - 1427 MHz.

Question 39 :

Compte tenu de cette contrainte pérenne, estimez-vous pertinent que ce bloc (1427 - 1432 MHz) soit proposé pour attribution ?

Réponse de b<>com :

La bande 1.4GHz étant à priori destinée à un usage outdoor sur des zones géographiques assez vastes, la limitation de puissance d'émission semble être une contrainte non compatible avec le cas d'usage visé qui ne permettra pas d'obtenir des performances différentiantes par rapport à d'autres bandes de fréquences même plus élevées.

Pour le bloc 1492 - 1517 MHz

La bande de fréquences au-dessus de 1518 MHz est dédiée au service mobile par satellite (MSS). En France, la société Inmarsat est autorisée à utiliser des fréquences dans cette bande. L'utilisation de la sous-bande 1492 - 1517 MHz par des équipements mobiles terrestres est susceptible de brouiller les services qui utilisent les fréquences au-dessus de 1518 MHz, à savoir les communications mobiles par satellite.

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 ?

Réponse de b<>com :

Même réponse que précédemment. A noter également que les modalités de partage de la ressource radio entre sens montant et descendant (TDD vs FDD) sont importantes pour pouvoir exploiter la bande 1.4GHz pour des usage IoT.

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 ?

Réponse de b<>com :

Voir réponses précédentes.

b) Aspects techniques

La bande 1,4 GHz étant disponible uniquement en mode SDL, elle nécessite d'être appairée avec une autre bande utilisable en sens montant afin de pouvoir être utilisée par le service mobile.

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.

Réponse de b<>com :

L'attribution en mode SDL (Supplemental Downlink) ne semble pas pertinente sur des cas d'usage IoT de collecte d'information. En effet, elle s'applique dans le cas d'une extension de réseaux préexistants et ne permet pas d'ajouter de la ressource radio dans le sens montant pour les terminaux IoT; rendant de facto la bande inappropriée à ce cas d'usage.

Question 44 :

Quels sont les débits envisageables dans cette bande sans agrégation de porteuses ?

Réponse de b<>com :

Les débits envisageables dépendent beaucoup de la configuration radio. En considérant les paramètres suivants (assez communs) :

- 40MHz de largeur de bande (en ne considérant que la bande cœur)
- Espacement entre sous-porteuse de 30kHz
- Numérologie : 1
- MIMO 4x4
- Modulation 256QAM
- TDD avec rapport UL/DL de 1:1

Ces paramètres donnent un débit maximal dans chaque direction de 575Mbps.

4.2.2 La bande 24,25 - 27,5 MHz (dite 26 GHz)

Dans son avis du 9 novembre 2016 sur les fréquences de la 5G en vue d'une première utilisation en Europe à l'horizon 2020, le Groupe européen pour la politique du spectre (RSPG) a souligné que l'attribution de bandes de fréquences supérieures à 24 GHz était nécessaire pour garantir les objectifs cibles de performance de la 5G, et notamment les débits de données à plusieurs gigabits par seconde. Il recommande d'utiliser la bande 26 GHz (24,25 - 27,5 GHz) comme bande « pionnière ».

Question 57 :

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

Réponse de b<>com :

Dans un cas d'usage de réseau privés, il nous semble y avoir deux freins principaux au déploiement de cette technologie :

- coût et disponibilité des terminaux
- coût et disponibilité des stations de base. En effet, pour compenser l'affaiblissement de puissance des ondes radio lors de la propagation, les stations de base implémentent en général la fonction M-MIMO permettant d'obtenir un gain de transmission et de réception intéressant dans une certaine direction. Cette fonction demande l'implémentation de nombreuses chaînes de réception et de transmission (autant que de segments d'antenne), ce qui a un impact sur le coût et la consommation électrique.

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 ?

Réponse de b<>com :

Pour compenser le surcoût sur les terminaux et les stations de base, il faudra que cette bande de fréquence présente un gain en capacité significatif par rapport aux autres bandes. A minima il faudrait donc pour au minimum allouer 200MHz aux usagers.

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 ?

Réponse de b<>com :

Il n'y a pas de nécessité de disposer d'une bande d'ancrage en 5G-SA (mode de déploiement visé prioritairement pour les réseaux privés).

4.2.3 La bande 3410 - 3490 MHz (bas de la bande 3,5 GHz)

La bande 3410 - 3490 MHz fait partie de la bande 3,4 - 3,8 GHz harmonisée en Europe¹⁶ pour un usage mobile. Elle sera disponible sur tout le territoire métropolitain le 25 juillet 2026 et est aujourd'hui essentiellement utilisée, en France métropolitaine, pour exploiter des réseaux « THD radio » d'initiative publique et des réseaux de boucle locale radio (BLR) pour apporter un service fixe à internet.

Question 65 :

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

Réponse de b<>com :

Il serait intéressant de pouvoir allouer cette bande de fréquence à certains usages privés avant juillet 2026, en fonction des zones géographiques visées. Par exemple en développant des systèmes d'allocation dynamique de spectre à l'image des Etats-Unis (CBRS). Il s'agirait de la rendre disponible dès maintenant pour expérimentation et dès 2024 pour usage commercial.

Question 67 :

Concernant la première option, quel(s) usage(s) justifierai(en)t l'utilisation d'une quantité de fréquences supérieure à 100 MHz dans la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Les équipements actuels permettent-ils l'utilisation de blocs de fréquences non contiguës dans cette bande ? Si ce n'est pas le cas, à quelle échéance serait-ce possible ? Un réaménagement de la bande serait-il nécessaire ? Le cas échéant, pour quelles raisons ?

Réponse de b<>com :

Nous sommes plutôt partisans d'une affectation pour usage privé. Il n'y a en effet pas de cas d'usage identifié aujourd'hui sur les réseaux public justifiant une augmentation de capacité.

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 ?

Réponse de b<>com :

Une granularité de 20MHz minimale semble suffisante à assurer la couverture de cas d'usage standard. Il faudrait pouvoir étendre cette capacité à 100MHz au maximum pour les réseaux privés et retenir une modalité d'allocation dynamique de spectre prenant en compte le format de trame TDD souhaité par le licencié.

Question 69 :

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

Réponse de b<>com :

Option n°2, voir réponse à la question 67.

4.2.4 La bande 2,1 GHz FDD**4.2.5 La bande 2,1 GHz TDD****4.2.6 La bande 3,8 – 4,2GHz**

Question 72 :

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

Réponse de b<>com :

Il s'agit d'une bande présentant un bon compromis couverture / capacité avec des caractéristiques permettant d'adresser un grand nombre de cas d'usage différents. Les cas d'usage seront limités par la capacité à définir un format de trame TDD adapté. Ceux-ci dépendent donc des contraintes posées par le régulateur en la matière. Si ce dernier impose un format de trame similaire à celui utilisé sur les réseaux publics, les cas d'usage seront donc mécaniquement limités à la consommation de services numériques (orienté majoritairement dans le sens descendant). Les cas d'usage industriels sont eux principalement orientés sur la contribution de données vers un applicatif qui les traite et en tire un enseignement. Ils ne pourront alors pas être supportés.

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 ?

Réponse de b<>com :

Oui pour la 5G.

Question 74 :

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

Réponse de b<>com :

Mécanisme d'allocation dynamique de spectre type eLSA.

Question 75 :

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

Réponse de b<>com :

Oui, voir réponse question 74.

Question 76 :

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

Réponse de b<>com :

Il serait dommageable d'imposer une trame de synchronisation (voir réponse question 72), les cas d'usage envisagés sont variés et l'utilisation efficace de ce spectre dépendra de la capacité à adapter la trame radio. Un mécanisme de limitation de la puissance d'émission associé à l'allocation dynamique de spectre pourrait être approprié pour donner plus de flexibilité dans le choix de la trame TDD

4.2.7 La bande 738 - 753 MHz (dite 700 MHz SDL)

Question 77 :

Voyez-vous un intérêt à utiliser la bande 738 – 753 MHz en canalisation SDL pour de la 5G ou une autre technologie ? À quel horizon ? Quelle largeur de bande vous semble pertinent pour l'utilisation de cette bande ?

Réponse de b<>com :

Pas d'intérêt particulier pour des cas d'usage IoT industriel ou réseau critique qui ne demandent pas de capacité en downlink.

4.3 Les fréquences identifiées à l'UIT en cours d'harmonisation européenne

4.3.1 La bande 42 GHz

4.3.2 La bande 450 - 470 MHz (dite bande 450 MHz)

Question 82 :

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

Réponse de b<>com :

Il y a consensus dans l'industrie que les systèmes PMR actuels, reposant sur une technologie élaborée dans les années 90, présentent des limitations fortes en matière de capacité, et ne semblent plus être en adéquation avec les besoins des professionnels. Ainsi, la demande concernant des services capacitaires de transfert de données, photos et/ou vidéo, sur des cas d'usage orientés missions critiques, est très forte. En ce sens, il paraît effectivement utile d'introduire des technologies comme le LTE supportant des canalisations plus larges dans cette bande de fréquence. Par ailleurs, depuis plusieurs années, le 3GPP a fait évoluer ses spécifications de manière à supporter les exigences spécifiques des professionnels de sécurité et l'écosystème LTE globalement a intégré ces évolutions dans l'offre disponible.

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 ?

Réponse de b<>com :

Ces trois largeurs de bande sont supportées par les chipsets et les eNodeBs en général. Une canalisation de 5MHz semble être appropriée pour servir les cas d'usage visés notamment sur les transmissions de vidéos.

Question 87 :

D'autres usages que des réseaux s'appuyant sur la technologie LTE sont-ils envisageables ?

Réponse de b<>com :

Les réseaux 5G pourraient également être de bons candidats pour des déploiements dans cette bande de fréquence. En comparaison du LTE, la 5G présente les avantages suivants:

- Gestion de la qualité de service plus fine permettant de mieux s'adapter aux différents cas d'usage
 - Meilleure sécurité des communications : lutte contre les IMSI catchers, protection en intégrité du plan de donnée, ...
 - Meilleure résilience du lien radio avec possibilité de dupliquer les sessions vers plusieurs gNodeB
- Cependant, il faut noter une maturité inférieure de l'écosystème en comparaison du LTE. Les normes 3GPP afférentes, notamment pour les aspects broadcast, ne seront prêtes qu'à partir de mi-2024.

4.4 Des bandes prospectives, en cours de discussion mondialement

4.4.1 La bande 470-694 MHz

4.4.2 La bande 6425 - 7125 MHz (dite bande 6 GHz)

Question 92 :

Comment appréciez-vous les perspectives de développement de ces usages (Wifi, IMT17) ? Identifiez-vous d'autres usages appelés à se développer dans cette bande ?

Réponse de b<>com :

Mi-2020, la Commission européenne harmonisait les fréquences pour le Wi-Fi 6E, qui s'étendent de 5 945 à 6 425 MHz. L'Europe propose ainsi de libérer 480 MHz de bande passante, soit 24 canaux. Des travaux de partage de cette bande avec les systèmes cellulaires, notamment 5G, ont d'ailleurs été lancés par l'ANFR qui cherche avec ses partenaires européens à mieux garantir la protection de ces liaisons. Une solution prometteuse repose sur l'usage d'une base de données informant chaque équipement WiFi, en fonction de sa localisation, des fréquences utilisables dans la zone. La Commission européenne devrait proposer rapidement une décision d'harmonisation communautaire (où a déjà proposé) et, le cas échéant, l'ANFR mettra en place, en coopération avec ARCEP, le dispositif de base de données. La technologie 5G déployable dans cette bande de fréquence relève de la technologie 5G-NRU (NR Unlicensed) permettant une cohabitation harmonieuse avec les systèmes Wifi (au prix d'une baisse de performance).

L'extension de la bande existante 5945-6425MHz avec cette nouvelle bande 6425-7125MHz, permettrait de mettre l'Europe au niveau des Etats-unis. La FCC ayant énoncé les principes suivants:

- bande utilisable pour les dispositifs de faible puissance en indoor et sans contrainte (<30dBm)
- bande 5925-6425MHz et 6525-6875MHz utilisable en outdoor ($p = 36\text{dBm}$) si coordination par un système de contrôle et une base de donnée centralisée type CBRS

Question 93 :

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

Réponse de b<>com :

Voir réponse à la question 92 sur les modalités concernant l'utilisation d'une data base centralisée et des contraintes éventuelles de puissance d'émission. S'agissant de systèmes 5G déployés dans cette bande, ces derniers devraient être assujettis aux mécanismes de LBT (Listen Before Talk) spécifiés par le 3GPP afin de limiter les interférences vers les autres systèmes.

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

Réponse de b<>com :

Oui tout à fait. De plus, la fréquence centrale de cette bande étant relativement élevée, les contraintes de coexistence pourraient être relâchées notamment en indoor lorsque la puissance d'émission est réduite.

5 REFERENCES

Ref	Nom du document	Version	Date
[1]	Document de référence 1		
[2]	Second document de référence		
[3]	Un troisième document de référence		

6 ABBREVIATIONS

4G *fourth generation of mobile phone mobile communication technology standards*

C/N *Carrier to noise ratio*

DASH *Dynamic adaptive streaming over HTTP*

dB *Decibel*

EbNo *Normalized measure of the energy per symbol to noise power spectral density*

Es/No *Energy per symbol to noise power spectral density*

HDTV *High Definition TV*

IETF *Internet engineering task force*

ITU *International telecommunication union*

MFN *Multi-frequency network*

PLP *Physical layer pipe*

RF *Radio frequency*

SDSL *Symmetric digital subscriber line*

SDTV *Standard Definition TV*

SFN *Single-frequency network*

WBT *Wide Band Transponder*

{innovation}
comes
with **b com**

b◊com
1219 Avenue CHAMPS BLANCS
35510 CESSON SEVIGNE
+33 (2) 56 35 88 00
www.b-com.com

Intracommunity VAT n° : FR 62 751 468943
Siret n° : 751 468 943 0002