

CONSULTATION PUBLIQUE

Du 26 octobre 2018 au 19 décembre 2018

Attribution de nouvelles fréquences pour la 5G

26 octobre 2018

Sommaire

Sommaire	2
Modalités pratiques de la consultation publique	4
Introduction.....	5
Partie 1. Favoriser l'innovation grâce à la 5G.....	7
1.1 Ruptures technologiques et nouveaux usages	7
1.2 Faciliter l'usage de la 5G pour stimuler l'innovation	9
1.2.1 Donner les moyens aux verticaux d'innover et d'être plus compétitifs grâce à la 5G	9
1.2.2 De nouveaux acteurs pour dynamiser la compétitivité et l'innovation	11
1.3 Le déploiement technique de la 5G.....	11
1.3.1 Les bandes de fréquences	11
1.3.2 Caractérisation d'un service 5G générique	12
1.3.3 Scénarios de déploiement de la 5G	13
1.4 Obligations liées aux autorisations d'utilisation des fréquences	15
1.4.1 Contexte	15
1.4.2 Couverture de la population.....	16
1.4.3 Ouverture des services 5G.....	17
1.4.4 Couverture des axes de transport	17
1.4.5 Utilisation effective du spectre.....	18
1.4.6 Couverture spécifique pour les besoins des verticaux	19
1.4.7 Couverture à l'intérieur des bâtiments	19
1.4.8 Partage des réseaux mobiles.....	20
1.4.9 Usage conditionnel des fréquences	20
1.4.10 Adaptation des obligations.....	21
Partie 2. La bande 3,4 GHz - 3,8 GHz	22
2.1 Définition de la bande.....	22
2.2 Disponibilité de la bande	22
2.2.1 Après juillet 2026.....	23
2.2.2 Avant juillet 2026.....	23
2.3 Continuité de fourniture d'un service d'accès fixe par des solutions radios.....	24
2.4 Coexistence des attributions dans la bande 3,4 GHz – 3,6 GHz.	24
2.4.1 Synchronisation ou semi-synchronisation.....	25
2.4.2 Bandes de garde	26
2.4.3 Séparation spatiale.....	26
2.5 Calendrier d'attribution	27
2.6 Modalités d'attribution de la bande 3,4 GHz - 3,8 GHz	27
2.6.1 Quantité de fréquences.....	27
2.6.2 Périmètre géographique d'autorisation d'utilisation des fréquences.....	28
Partie 3. La bande 24,25 - 27,5 GHz	29
3.1 Définition de la bande.....	29
3.2 Disponibilité de la bande	30
3.3 Coexistence des attributions dans la bande 24,25 - 27,5 GHz.....	30
3.3.1 Coexistence entre les utilisateurs 5G	31

3.3.2	Coexistence avec les stations terriennes du service d'exploration de la Terre par satellite (EESS), du service de recherche spatiale (SRS) et du service fixe par satellite (SFS).....	31
3.4	Calendrier d'attribution	31
3.5	Modalités d'attribution de la bande 24,25 - 27,5 GHz	32
3.5.1	Quantité de fréquences.....	32
3.5.2	Régime et périmètre géographique d'autorisation d'utilisation des fréquences	32
Partie 4.	La bande 1427 - 1518 MHz	34
4.1	Définition de la bande.....	34
4.2	Disponibilité de la bande	35
4.3	Calendrier d'attribution	35
4.4	Modalités d'attribution de la bande 1427 - 1517 MHz	36
	Liste des questions	37

Modalités pratiques de la consultation publique

L'avis de tous les acteurs intéressés est sollicité sur l'ensemble du présent document. Afin de faciliter l'expression des commentaires, plusieurs points spécifiques font l'objet de questions sur lesquelles l'attention de certains contributeurs est tout particulièrement attirée.

La présente consultation publique est ouverte jusqu'au 19 décembre 2018. Seules les contributions arrivées avant l'échéance seront prises en compte.

Les contributions doivent être transmises à l'Arcep, de préférence par courrier électronique, en précisant l'objet *Réponse à la consultation publique « De nouvelles fréquences pour la 5G »* à l'adresse suivante : CP5G@arcep.fr

À défaut, elles peuvent être transmises par courrier à l'adresse suivante :

Réponse à la consultation publique « Attributions de nouvelles fréquences pour la 5G »
à l'attention de
Direction mobile et innovation
Autorité de régulation des communications électroniques et des postes
14 rue Gerty Archimède
CS 90410
75613 PARIS CEDEX 12

L'Arcep, dans un souci de transparence, publiera l'intégralité des réponses qui lui auront été transmises, à l'exclusion des éléments d'information couverts par le secret des affaires. Au cas où leur réponse contiendrait de tels éléments, les contributeurs sont invités à transmettre leur réponse en deux versions :

- une version confidentielle, dans laquelle les passages qui peuvent faire l'objet d'une protection au titre du secret des affaires sont identifiés entre crochets et surlignés en gris, par exemple : « une part de marché de [SDA : 25]% » ;
- une version publique, dans laquelle les passages qui peuvent faire l'objet d'une protection au titre du secret des affaires auront été remplacés par [SDA :...], par exemple : « une part de marché de [SDA :...]% ».

Les contributeurs sont invités à limiter autant que possible les passages qui peuvent faire l'objet d'une protection au titre du secret des affaires. **L'Arcep se réserve le droit de déclasser d'office des éléments d'information qui, par leur nature, ne relèvent pas du secret des affaires.**

Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus en adressant vos questions à : CP5G@arcep.fr.

Ce document est disponible en téléchargement sur le site : www.arcep.fr.

Introduction

Les réseaux hertziens sont aujourd'hui promis à une évolution majeure avec l'introduction des technologies mobiles de 5^e génération (5G) qui permettra de répondre aux attentes, toujours plus importantes, des utilisateurs grand public et professionnels désireux d'accéder à des services mobiles à très haut débit et à faible latence, performants et fiables.

La Commission européenne a lancé en 2016 un plan d'action¹ visant à la définition d'un calendrier européen commun pour le lancement des premiers réseaux 5G. L'objectif est de libérer et d'attribuer les fréquences dites « pionnières » pour la 5G (700 MHz, 3,5 GHz et 26 GHz)² afin de pouvoir lancer les services commerciaux 5G dans chaque pays de l'Union européenne avant fin 2020. En 2017, la Présidence estonienne de l'Union européenne a proposé une feuille de route pour la 5G³, co-signée par tous les ministres chargés des communications électroniques des États Membres.

Par ailleurs, la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil établissant le code européen des communications électroniques (COM/2016/0590 final - 2016/0288 (COD)) (ci-après « la proposition de code européen ») prévoit que les États membres prennent toutes les mesures nécessaires pour permettre, d'ici décembre 2020, l'attribution, pour le très haut débit mobile, de blocs suffisamment larges dans la bande 3,5 GHz et, sous réserve de confirmation de la demande du marché et d'absence de contrainte significative pour la libération des fréquences, l'attribution d'au moins 1 GHz dans la bande 26 GHz dans chaque État membre.

À terme, la 5G a vocation à se généraliser dans l'ensemble des bandes utilisées par les technologies de réseaux mobiles, notamment la bande 1,4 GHz qui n'a pas encore fait l'objet d'attribution en France métropolitaine pour le déploiement de réseaux mobiles ouverts au public.

Le Gouvernement et l'Arcep ont publié le 16 juillet 2018 une feuille de route 5G⁴ qui s'inscrit dans le calendrier européen et dessine une ambition nationale afin de dynamiser la compétitivité et l'innovation dans de nombreux secteurs économiques grâce à l'introduction de la 5G. Cette feuille de route a notamment pour objectif le déploiement commercial de la 5G dans au moins une grande ville d'ici 2020 et la couverture en 5G des axes de transports principaux d'ici 2025.

¹ « Un plan d'action pour la 5G en Europe »

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0588&from=FR>

² Dans le présent document :

- la bande 700 MHz correspond aux bandes de fréquences duplex 703 - 733 MHz et 758 - 788 MHz ;
- la bande 1,4 GHz correspond à la bande de fréquences 1427 - 1518 MHz ;
- la bande 2,6 GHz TDD correspond à la bande de fréquences 2570 - 2620 MHz ;
- la bande 3,5 GHz correspond à la bande de fréquences 3,4 - 3,8 GHz ;
- la bande 26 GHz correspond à la bande de fréquences 24,25 - 27,5 GHz.

³ Estonian Presidency of the European Union 5G roadmap, December 2017, https://www.mkm.ee/sites/default/files/8.a_b_aob_5g_roadmap_final.pdf

⁴ « 5G : une feuille de route ambitieuse pour la France » : https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/programme-5G/Feuille_de_route_5G-DEF.pdf

Dans le cadre de ses travaux visant à préparer l'arrivée de la 5G, l'Arcep a déjà mené des consultations publiques sur les conditions de libération et d'utilisation des bandes 3,5 GHz, 26 GHz et 1,4 GHz⁵ pour recueillir une première série d'orientations sur ces bandes.

La bande 700 MHz a déjà été attribuée en France métropolitaine⁶ en 2015, en avance sur le calendrier européen.

La présente consultation publique vise à éclairer l'action de l'Arcep, dans la perspective des futures attributions de ressources spectrales pour introduire la technologie 5G dans les bandes 1,4 GHz, 3,5 GHz et 26 GHz en métropole.

Une première partie aborde les conditions qui permettront à la 5G d'être un facteur clé de l'amélioration de la compétitivité et de l'innovation en France, en consultant notamment les acteurs sur les nouveaux usages attendus de la 5G et sur les obligations à même de supporter ces besoins, pour les titulaires des futures autorisations.

Les trois parties suivantes traitent des modalités et conditions d'attribution respectivement des bandes 3,5 GHz, 26 GHz et 1,4 GHz et en particulier de la disponibilité et du découpage des bandes. Elles n'abordent pour autant pas les éventuels critères de sélection qui pourraient être retenus pour les procédures d'attribution.

Dans le cadre de son action, l'Arcep veille à la poursuite des objectifs assignés à la régulation des communications électroniques fixés par l'article L. 32-1 du code des postes et communications électroniques (« CPCE »), et notamment :

- le développement de l'investissement, de l'innovation et de la compétitivité dans le secteur des communications électroniques ;
- l'aménagement et l'intérêt des territoires et la diversité de la concurrence dans les territoires ;
- la protection des consommateurs et la satisfaction des besoins de l'ensemble des utilisateurs, y compris les utilisateurs handicapés, âgés ou ayant des besoins sociaux spécifiques, en matière d'accès aux services et aux équipements ;
- l'exercice au bénéfice des utilisateurs d'une concurrence effective et loyale entre les exploitants de réseaux et les fournisseurs de services de communications électroniques ;
- l'utilisation et la gestion efficaces des fréquences radioélectriques.

La présente consultation publique sur l'attribution de nouvelles fréquences pour la 5G se concentre sur les attributions pour le territoire métropolitain.

Une autre consultation publique suivra, concernant les attributions dans les départements d'outre-mer, afin de mettre en place une procédure d'attribution pour ces départements.

⁵ - Consultation publique de nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l'innovation : https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/synth-consult-frequences-5g-entreprises-juin2017.pdf
- Consultation publique sur la libération de la bande 26 GHz : https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/synth-consult-frequences-5g-26_GHz-juil2018.pdf
- Consultation publique sur l'utilisation de la bande 1500 MHz pour la 5G : https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consult-5g-bande-L-juil2018.pdf

⁶<https://www.arcep.fr/actualites/les-communiqués-de-presse/detail/n/larcep-delivre-leurs-autorisations-aux-laureats.html>

Partie 1. Favoriser l'innovation grâce à la 5G

Comme le rapport de l'Arcep sur les enjeux de la 5G⁷ le montrait, la 5G permettra d'améliorer les performances des réseaux mobiles et des services déjà proposés aux utilisateurs des réseaux 2G, 3G et 4G. Compte tenu de ses spécificités techniques et des bandes de fréquences hautes identifiées pour les premiers déploiements, elle apparaît particulièrement adaptée à la satisfaction des besoins spécifiques de connectivité aux réseaux mobiles des acteurs « verticaux »⁸. Dans ce contexte, l'Arcep, conformément à l'approche pro-innovation qu'elle a identifiée comme un des quatre piliers de son action à l'issue de sa revue stratégique⁹ de 2016, est particulièrement attachée à ce que la ou les futures procédures d'attribution des fréquences pour la 5G permettent d'établir un environnement propice à l'amélioration de la compétitivité des entreprises et à l'innovation en France. Il s'agit à la fois de permettre aux verticaux de gagner en efficacité ou de développer de nouveaux usages et de créer un cadre favorable au développement de services innovants à destination d'un large public.

1.1 Ruptures technologiques et nouveaux usages

La 5G est la nouvelle génération des réseaux mobiles introduite par l'industrie des communications électroniques et les organismes de normalisation. Elle répond à l'initiative de l'Union internationale des télécommunications (UIT) dite « IMT-2020 » qui définit les grandes catégories de performance que ces nouvelles technologies permettront d'atteindre.

Si l'introduction d'une nouvelle technologie sur de nouvelles fréquences permet d'apporter plus de capacité aux réseaux, la 5G présente avant tout plusieurs ruptures technologiques importantes dans le domaine des communications électroniques sans fil en mobilité :

- ultra haut débit mobile (eMBB : *enhanced Mobile BroadBand*) :
 - o il s'agit ici d'introduire l'ultra haut débit mobile avec des débits théoriques au moins 10 fois supérieurs à ceux des technologies existantes ;
- internet des objets (IoT) massif (mMTC : *massive Machine Type Communication*) :
 - o la 5G devrait permettre une densité d'objets connectés par surface très largement augmentée, la connexion massive et simultanée d'un très grand nombre d'objets, avec, entre autres, une consommation d'énergie largement réduite pour augmenter substantiellement la durée de vie des batteries des objets ainsi connectés ;
- réseau ultra-fiable et à très faible latence (uRLLC : *ultra Reliable Low Latency Communication*) :
 - o ce segment rassemble les cas d'usage nécessitant un accès au réseau garanti et une très grande réactivité, donc une latence très faible pour les communications qui sont portées par la connexion 5G ;

⁷ https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-enjeux-5G_mars2017.pdf

⁸ Dans le présent document, on désigne par « verticaux », l'ensemble des entreprises du secteur privé, quel que soit leur domaine d'activité et, par extension, les structures du secteur public, dont les besoins en communications électroniques sont comparables à ceux des acteurs privés.

⁹ Rapport final de la revue stratégique de l'Arcep : http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-final-revue-strategique-janv2016.pdf

- le « réseau sur mesure » :
 - o cette dernière notion concerne la technologie dite du « *network slicing* » qui permet à la fois de gérer de bout en bout une qualité de service et d'organiser les réseaux pour que des services qui nécessitent des performances différentes coexistent sur le même réseau.

Sur la base de ces performances améliorées, il est attendu le développement de nouveaux services innovants qui n'auraient pu être fournis avec les technologies existantes, ou en tout état de cause pas avec la même facilité ou la même flexibilité.

Ci-dessous une liste non exhaustive de nouveaux usages qui deviendraient possibles ou trouveraient une ampleur inédite avec la 5G :

- vidéos à très haute résolution 4K-UHD¹⁰ et 8K¹¹ à la fois en *streaming* descendant pour améliorer la qualité de visionnage, mais aussi dans le sens montant pour les usages plus professionnels, comme l'analyse d'images en temps réel des caméras à haute résolution pour la détection d'anomalies dans des contextes industriels ou de sécurité publique ;
- réalité virtuelle 360° en connectivité sans fil, en mobilité ou dans des environnements non propices à la connexion fixe, qui s'applique à de nombreux usages tels que les jeux, l'éducation, les formations professionnelles et le tourisme ;
- connectivité à haut débit et faible latence entre les véhicules et les infrastructures de transports et de véhicules à véhicules, ou pour les usages de divertissement à l'intérieur des véhicules ;
- suivi, pilotage et reconfiguration à distance de machines industrielles et de chaînes de production robotisées qui peuvent être reconfigurées rapidement et facilement sans besoin d'installer des câbles ;
- suivi logistique de bout en bout d'un très grand nombre de colis ou d'articles, notamment dans les grands nœuds de triage tels que les ports, les zones aéroportuaires, les gares ferroviaires ou les bases logistiques du transport routier ;
- récupération des données de la multitude de capteurs de la « ville intelligente » pour, par exemple, contrôler les flux routiers et les divers niveaux de pollutions ;
- télé-opérations de toutes sortes, grâce à la faible latence et aux échanges d'images vidéo très précises, par exemple dans le domaine de la santé ou des exploitations minières ;
- suivi précis des troupeaux dans les exploitations agricoles grâce à des capteurs sur le bétail.

Question n°1. Quels types de nouveaux usages ou d'améliorations des usages existants anticipez-vous avec l'introduction de la 5G ? Quels en seront les utilisateurs ? Dans quelle mesure la 5G est-elle importante au développement de ces nouveaux usages ? Quelles sont les alternatives à la 5G pour les supporter ?

Ces usages vont faire appel, à des degrés divers et variés, aux ruptures technologiques apportées par la 5G, et requérir des garanties de performances différentes sur tout ou partie des critères suivants :

- portée ;
- débit ;
- mobilité ;

¹⁰ 4K-UHD : définition de la résolution de la télévision à Ultra Haute Définition (UHDTV-1) de 3840 × 2160 pixels

¹¹ 8K : définition de la résolution de la télévision à Ultra Haute Définition (UHDTV-2) de 7680 × 4320 pixels.

- consommation énergétique ;
- latence ;
- disponibilité ;
- garantie de qualité de service.

Question n°2. Quels sont les critères de performances clés nécessaires aux nouveaux usages mentionnés en réponse à la question n°1 ? La présence d'un réseau mobile disposant de ces performances clés est-elle suffisante pour voir l'émergence et le développement de ces nouveaux usages ou d'autres prérequis (techniques, économiques, réglementaires, organisationnels...) sont-ils nécessaires ? Dans l'affirmative, pouvez-vous détailler précisément les freins identifiés ?

Ces nouveaux usages pourront émerger grâce à la mise en place d'un écosystème performant d'acteurs qui s'engagent sur la durée, ce qui peut nécessiter un certain temps.

Question n°3. À quel horizon voyez-vous l'émergence d'un environnement d'acteurs suffisamment mature pour faire apparaître les nouveaux usages mentionnés en réponse à la question n°1 ?

Par ailleurs, compte-tenu de la nécessité d'une standardisation des technologies et d'une disponibilité des équipements, ces nouveaux usages pourraient ne pas tous être mis en œuvre dès les premiers réseaux 5G disponibles.

Le standard 3GPP¹² prévoit par exemple de finaliser la *release* 16 qui portera les améliorations pour l'IoT massif et les réseaux ultra fiables et à très faible latence pour début 2020, fournissant donc la structure technologique pour déployer des réseaux avec ce type de performance à partir de cette date.

Question n°4. Au-delà des dates de standardisation de la 5G, à quel horizon voyez-vous le déploiement et l'utilisation effective des technologies susmentionnées : eMBB, mMTC, URLLC, *network slicing* ?

1.2 Faciliter l'usage de la 5G pour stimuler l'innovation

1.2.1 Donner les moyens aux verticaux d'innover et d'être plus compétitifs grâce à la 5G

De nombreuses entreprises utilisent aujourd'hui des réseaux mobiles professionnels (*Private Mobile Radio* PMR) bas débit, par exemple pour des applications de sécurité, dans les bandes de fréquences inférieures à 470 MHz.

L'Arcep a conduit entre le 6 janvier et le 6 mars 2017 une consultation publique intitulée « De nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l'innovation ». Lors de la publication le 22 juin 2017 de la synthèse des réponses à cette consultation¹³, l'Arcep a indiqué son intention de consacrer les 40 MHz centraux de la bande 2,6 GHz TDD (soit la sous-bande 2575 - 2615 MHz) à l'établissement de réseaux répondant aux besoins mobiles professionnels à très haut débit.

¹² 3rd generation partnership program <http://www.3gpp.org/release-16>

¹³ <https://www.arcep.fr/actualites/les-communiqués-de-presse/detail/n/larcep-publie-la-synthese-des-contributions-a-la-consultation-publique-de-nouvelles-frequences-po.html>

Une consultation a été lancée en mars 2018¹⁴ sur les modalités envisagées par l'Arcep pour l'attribution de ces fréquences, ainsi que sur les obligations qui seraient associées aux autorisations délivrées dans la bande pour les réseaux mobiles professionnels à très haut débit (utilisant la technologie LTE), en France métropolitaine. L'Arcep est en cours d'analyse et de rédaction du document définitif précisant les modalités d'attribution de la bande 2,6 GHz TDD.

Les projets envisagés dans cette bande seront principalement en 4G et pourraient sans doute à terme évoluer vers la 5G avec l'évolution des équipements disponibles pour ces fréquences.

Question n°5. En tant qu'utilisateur des réseaux professionnels, estimez-vous qu'au-delà des réseaux qui pourront être déployés dans la bande 2,6 GHz TDD en 4G, et à terme éventuellement en 5G, un autre réseau 5G serait nécessaire pour répondre à vos besoins sur d'autres bandes de fréquences ? Sur quelles bandes et pour quelles raisons ?

La 5G est perçue comme un des accélérateurs de la numérisation de l'économie notamment dans les secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des services, comme par exemple :

- les usines connectées ;
- les nœuds logistiques comme les ports ;
- les villes intelligentes ;
- le secteur de l'e-santé ;
- les véhicules connectés.

Ces services innovants auront des contraintes de performance spécifiques. Ils pourront bénéficier grâce à la 5G de la possibilité d'adapter la configuration des réseaux. En effet, le « *network slicing* » introduit avec la 5G offre la possibilité de construire un « réseau sur-mesure » par type d'application qui pourra s'adapter et se reconfigurer dynamiquement en proposant une enveloppe de performances appropriée à la demande en fonction des usages ciblés.

Ces services pourront également bénéficier de la virtualisation de certaines fonctions des réseaux 5G, notamment celles du cœur de réseau, à mesure que les techniques de virtualisation gagnent en maturité. Les solutions virtualisées permettent d'utiliser des équipements génériques du type de ceux qui sont déployés dans les *data center* et qui ne sont pas dédiés aux fonctions du réseau comme cela a pu être le cas dans les réseaux déployés jusqu'à présent. Les réseaux 5G pourraient donc être en mesure de faire coexister dans les mêmes équipements, les fonctionnalités qui assurent les connexions au réseau et les fonctionnalités virtualisées propres aux utilisateurs (*virtual network function* - VNF). La localisation de ces fonctions au sein même des réseaux devrait permettre d'améliorer les performances des services fournis aux utilisateurs finals, notamment en matière de latence, comme par exemple les solutions de *multi-access edge computing* qui traitent des données au plus près des utilisateurs.

Question n°6. En tant qu'acteur « vertical », estimez-vous qu'un réseau 5G ouvert au public permettrait de répondre à vos besoins ? Si non, pour quelles raisons techniques/de performance ? Outre la connectivité au réseau, quels sont les autres services fournis par les opérateurs que vous estimez, le cas échéant, nécessaires, comme par exemple l'hébergement de fonctionnalités propres (*virtual network fonctions, multi-access edge computing...*) dans le réseau de l'opérateur ? Quel horizon temporel est pertinent pour assurer la viabilité des plans d'affaires des nouveaux usages envisagés ?

¹⁴ <https://www.arcep.fr/actualites/les-consultations-publiques/p/gp/detail/modalites-dattribution-des-frequences-de-la-bande-26-ghz-tdd-pour-les-reseaux-mobiles-a-tres-haut.html>

1.2.2 De nouveaux acteurs pour dynamiser la compétitivité et l'innovation

Certaines des nouvelles techniques que la 5G promet pourraient accompagner l'émergence de nouveaux acteurs se spécialisant sur certains types de services de communications électroniques.

Par exemple, l'architecture novatrice des cœurs de réseau de la 5G reposant sur les technologies utilisées dans le *cloud* et les *data centers* devrait pouvoir permettre à des acteurs spécialisés de fournir leurs services de communications électroniques grâce à des fonctions virtualisées hébergées directement dans les infrastructures du réseau.

De même, les multiples dimensions de performances de la nouvelle interface radio 5G (*New Radio NR*) pourraient permettre l'émergence de nouveaux acteurs spécialisés sur des marchés répondant à des besoins spécifiques. Par exemple, des acteurs spécialisés dans le domaine des objets connectés qui nécessitent soit une très grande connectivité soit une latence très faible, ou encore des acteurs spécialisés dans la couverture, y compris à l'intérieur des bâtiments, de sites complexes.

Ces nouveaux acteurs ne seraient pas nécessairement propriétaires d'un réseau, ou titulaires d'autorisations d'utilisation de fréquences, mais pourraient avoir accès aux réseaux des autres opérateurs ou à une partie de ceux-ci, afin de fournir leurs services, à l'image des opérateurs de réseaux mobiles virtuels (MVNO) qui peuvent aujourd'hui fournir des services s'appuyant sur les réseaux des opérateurs titulaires d'autorisation d'utilisation de fréquences.

Question n°7. Dans quelle mesure les spécificités de la 5G pourraient-elles faire émerger des opérateurs spécialisés sur certains services ? Pour quels types de services ? Avec quel modèle économique ? Avec quelles modalités d'accès au spectre ? Avec quelles modalités d'accès aux infrastructures de réseau ?

Question n°8. Le modèle MVNO peut-il contribuer à la dynamique concurrentielle et à l'innovation sur les services 5G ? Des dispositions favorisant l'accès d'acteurs tiers au spectre ou aux infrastructures de réseau 5G devraient-elles être prévues dans les futures autorisations ? Si oui, lesquelles ?

1.3 Le déploiement technique de la 5G

1.3.1 Les bandes de fréquences

La partie suivante fait le point sur les possibles bandes de fréquences utilisables pour la 5G. Les bandes 3,5 GHz, 26 GHz et 1,4 GHz étant au cœur de la présente consultation, les questions les concernant, relatives notamment à leur disponibilité et leurs modalités d'attribution sont décrites plus en détail respectivement dans les parties 2, 3 et 4 de cette consultation publique.

a) Nouvelles bandes identifiées pour la 5G au niveau européen

Certaines bandes de fréquences ont été harmonisées ou sont en cours d'harmonisation au niveau européen comme bandes pionnières pour l'introduction de la 5G :

- la bande de fréquences 703 - 733 MHz et 758 - 788 MHz en mode FDD (*frequency division duplexing*) ;
- la bande de fréquences 3,4 - 3,8 GHz en mode TDD (*time division duplexing*) ;
- la bande de fréquences 24,25 - 27,5 GHz en mode TDD.

La bande 700 MHz a déjà été attribuée en France métropolitaine⁶ en 2015, en avance sur le calendrier européen. Tout ou partie des deux autres bandes de fréquences sont à attribuer aux services de communications électroniques sans fil.

b) Bandes déjà attribuées aux réseaux mobiles

Les bandes de fréquences déjà utilisées par les réseaux mobiles ouverts au public pourraient aussi être utilisées pour l'introduction de la 5G puisque ces bandes de fréquences ont été définies par les instances de standardisation et que les autorisations d'utilisation de fréquences délivrées sont neutres technologiquement.

Question n°9. À quel horizon un déploiement de la 5G dans les bandes déjà attribuées (700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz, 2,6 GHz FDD) est-il envisageable ?

c) Autres bandes de fréquences

D'autres bandes ont été récemment harmonisées au niveau européen pour une utilisation en mode *Supplemental DownLink* (SDL) appariée avec une ou d'autres bandes de fréquences FDD afin de bénéficier d'une voie montante et d'augmenter le débit en voie descendante. C'est le cas notamment de la bande de fréquences 1427 - 1518 MHz.

Question n°10. Voyez-vous d'autres bandes de fréquences possibles pour le déploiement de la 5G ? À quel horizon ?

Question n°11. 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 ?

1.3.2 Caractérisation d'un service 5G générique

La 5G promet de nombreuses améliorations techniques des réseaux radioélectriques. Les sections qui suivent ont pour but d'éclairer les performances des réseaux 5G et visent à interroger les parties prenantes sur la manière dont pourrait être caractérisée la fourniture d'un service 5G générique.

Le service 5G pourrait être défini par tout ou partie des critères de performances définis ci-dessous.

a) Débit

L'introduction de la 5G va fortement augmenter l'efficacité spectrale par rapport aux technologies existantes. Ce gain de performance est rendu possible par l'introduction de nouvelles techniques telles que :

- le MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) et le *beamforming* qui permettent, grâce à des stations de base composées d'un grand nombre d'émetteurs/récepteurs, de créer des faisceaux d'onde directs limitant ainsi la puissance du signal là où il n'est pas utile. La gestion des faisceaux permet de séparer spatialement les communications qui occupent les mêmes fréquences et limite d'autant les brouillages potentiels entre communications et entre cellules ;
- des réductions du poids de la signalisation dans les trames radio qui permettent l'optimisation de la bande passante dédiée au trafic utile ;
- une meilleure utilisation du spectre utile par porteuse, et notamment des canalisations radio larges, pour optimiser le débit par MHz ;
- la coordination des cellules entre elles pour limiter les occurrences de brouillages aux limites des cellules ;
- la gestion dynamique de la structure des trames radio en mode TDD, avec notamment une adaptation rapide des ratios descendant et montant en fonction du trafic pour réduire les brouillages et adapter les bandes passantes à l'asymétrie du trafic en temps réel.

Cette meilleure efficacité spectrale doit se traduire pour les utilisateurs par une amélioration substantielle du débit à même de fournir les services ultra haut débit (eMBB).

La fourniture d'un accès mobile à ultra haut débit en 5G à l'extérieur des bâtiments, devrait par exemple, atteindre un débit descendant théorique d'au moins 100 Mbit/s dans 10 MHz, ce qui correspond à un débit théorique descendant de 1 Gbit/s dans une porteuse de 100 MHz simplex.

b) Latence

Une autre amélioration attendue par la 5G est la réduction de la latence de bout en bout des communications, ouvrant la possibilité de fournir des services connectés qui nécessitent une très forte réactivité et qui ne pouvaient être rendus jusque-là que dans un environnement fixe.

Cette amélioration vient, entre autres, des techniques suivantes :

- boucle temporelle d'acquittement des paquets radio fortement réduite ;
- gestion dynamique de la structure des trames radio dans le cas du mode TDD.

La fourniture d'un accès mobile à faible latence en 5G à l'extérieur des bâtiments devrait par exemple permettre d'atteindre un délai de bout en bout de moins de 5 millisecondes (ms).

c) Densité de connectivité

La technologie 5G doit permettre d'augmenter substantiellement le nombre d'objets connectés par unité de surface en comparaison avec les technologies existantes, y compris la 4G. Cette croissance est notamment rendue possible par des protocoles de connexion très allégés qui utilisent une très faible proportion de la bande passante.

La fourniture d'un accès massif pour les objets connectés en 5G, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments, devrait par exemple permettre une densité de connexion de plusieurs centaines de milliers d'objets au km².

d) Fiabilité

Certains des nouveaux usages envisagés avec les réseaux 5G nécessitent une fiabilité renforcée de la connexion avec un taux d'indisponibilité réduit au minimum.

Les techniques de *dual connectivity* et de retransmission rapide des paquets de données (*Hybrid Automatic Repeat Request* HARQ) qui sont prévus pour la 5G devraient permettre de limiter les pertes de paquets et de rendre les connexions plus fiables.

La virtualisation de certaines parties des réseaux 5G devrait aussi permettre une meilleure résilience de ceux-ci, et donc une amélioration de la fiabilité des connexions au réseau.

La fourniture d'une connexion ultra fiable en 5G à l'extérieur des bâtiments pourrait, par exemple, être disponible 99% du temps.

Question n°12. Quel calendrier de maturité envisagez-vous pour toutes les techniques d'amélioration des performances introduites avec la 5G listées ci-dessus ? Existe-t-il des contraintes liées aux bandes de fréquences pour déployer ces techniques ? Les niveaux de performances indiqués ci-dessus sont-ils pertinents ? En faut-il d'autres ? Pourquoi ?

1.3.3 Scénarios de déploiement de la 5G

La présente section vise à présenter les différentes architectures possibles et les solutions de déploiement de la 5G afin d'en déterminer les potentielles conséquences sur les performances et l'accès aux réseaux 5G.

a) Cœur de réseau 5G et articulation avec les réseaux 4G existants

L'évolution progressive vers la 5G des réseaux existants a été prise en compte dans trois des grands types d'architecture de déploiement de la technologie radio 5G définis par le standard 3GPP *release 15*¹⁵.

Déploiement non autonome : *Non Stand Alone (NSA)*, cœur 4G

Avec cette solution, l'introduction de la 5G est graduelle et permet une évolution souple des réseaux existants vers la 5G. La 5G vient en addition d'un réseau 4G existant ou d'un réseau déployé de façon concomitante. L'accès radio 4G reste le point d'ancrage et le vecteur de la signalisation de contrôle de la communication, alors que le trafic utile est partagé entre l'accès radio 5G et 4G, en connectivité multiple (*dual connectivity*) permettant d'agréger les débits des porteuses 4G et 5G.

Cette solution permet donc de s'affranchir du déploiement d'un nouveau cœur de réseau 5G dans un premier temps en bénéficiant des gains de performances permis par l'interface 5G radio, mais sans les bénéfices attendus par l'introduction d'un cœur 5G, notamment le *slicing*.

Déploiement non autonome : *Non Stand Alone (NSA)*, cœur 5G

Dans cette solution, un cœur de réseau 5G et un accès radio 5G sont déployés. Les stations de base 4G existantes sont conservées dans un premier temps et reliées au cœur de réseau 5G pour assurer la *dual connectivity* avec la 5G.

Par rapport à la solution précédente cette architecture devrait permettre en plus tous les gains de performances attendus de la 5G, grâce notamment à l'introduction d'un cœur 5G.

Déploiement autonome : *Stand Alone (SA)*, cœur 5G

Dans ce cas de figure, la 5G est déployée comme un nouveau réseau de bout en bout en propre, stations de base et cœur de réseau y compris (en parallèle du réseau existant si le titulaire est déjà opérateur avec des fréquences attribuées précédemment).

Il n'y a pas d'interaction entre le réseau 5G et les réseaux existants, hormis la possibilité de basculer de l'un à l'autre via des procédures de *hand over* inter-systèmes.

Cette solution 5G de bout en bout permet *a priori* tous les gains de performances attendus hormis ceux de la *dual connectivity*.

Question n°13. Quels sont les principaux avantages et inconvénients des trois solutions de déploiement (NSA avec cœur 4G, NSA avec cœur 5G et SA avec cœur 5G) ? Quels sont les impacts des trois solutions sur l'amélioration des performances attendues ? En fonction de la maturité de l'écosystème, à quel horizon le déploiement d'un cœur 5G est-il envisageable ? Quel est l'horizon pour permettre de rentabiliser les investissements consentis dans les différents scénarii ?

Question n°14. S'agissant de MVNO disposant de leur propre cœur de réseau (« Full-MVNO »), quels sont les prérequis techniques nécessaires, côté opérateur hôte et côté Full-MVNO, pour qu'ils puissent être accueillis sur un réseau radio à ultra haut débit mobile ? Ces prérequis diffèrent-ils selon l'architecture de l'opérateur hôte (SA ou NSA) et le cœur de réseau du Full-MVNO (4G ou 5G) ?

¹⁵ <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3056>

b) Hébergement de fonctions virtualisées

Grâce à la virtualisation probable des réseaux, il serait plus aisé pour les opérateurs de pouvoir programmer de nouvelles fonctionnalités logicielles virtualisées sur le matériel déjà déployé, et ce notamment pour accueillir des fonctions dédiées à des types de services et à des groupes d'utilisateurs. Ces fonctions pourraient être fournies par les utilisateurs eux-mêmes comme par exemple des fonctions utiles au pilotage ou au monitoring de machines nécessaire à certaines industries.

Question n°15. En tant qu'opérateur, prévoyez-vous d'héberger sur votre réseau des fonctions fournies par des utilisateurs (*virtual network function, multi-access edge computing...*) pour satisfaire les besoins en services spécifiques de ceux-ci ? Si oui, sous quelles conditions ? À quelle échéance ? Si non, quel(s) obstacle(s) voyez-vous à un tel hébergement ?

c) Complémentarité avec d'autres réseaux d'accès

La fourniture de services permis par la 5G pourrait être assurée par des réseaux d'accès complémentaires aux réseaux mobiles terrestres.

Parmi ceux-ci, sont en cours d'évaluation les solutions qui reposent sur des réseaux satellitaires ou sur les flottes de ballons dirigeables comme par exemple le concept de plateforme de haute altitude (HAPS, *high-altitude platform station*).

Question n°16. Identifiez-vous d'autres solutions de déploiement de la 5G ? Dans quelle mesure les satellites ou les HAPS peuvent-ils être complémentaires aux réseaux 5G terrestres ?

d) Collecte

Afin de s'assurer que les services 5G peuvent être fournis avec une bonne qualité, le titulaire des fréquences devrait s'assurer que la collecte des stations de base est à même d'accompagner les performances de la 5G, notamment en débit et en latence, tout en assurant, le cas échéant, le trafic et les performances des technologies déjà présentes.

Question n°17. Quelles sont les performances requises pour assurer la collecte des stations de base avec l'introduction de la 5G ? Quelle est votre perception des différences de performance entre une collecte filaire (notamment en fibre optique) et une collecte radio ? Identifiez-vous des freins à lever pour permettre cette collecte ?

1.4 Obligations liées aux autorisations d'utilisation des fréquences

1.4.1 Contexte

Comme indiqué dans l'introduction à la présente consultation publique, la Commission européenne a lancé un plan d'action et des objectifs de couverture qui ont été déclinés dans la feuille de route de la France pour la 5G comme suit :

- la 5G devrait être déployée commercialement dans au moins une grande ville d'ici 2020 ;
- les principaux axes de transport (autoroutes, nationales et réseaux ferrés transeuropéens) devraient être couverts en 5G d'ici 2025.

Il existe déjà des obligations de couverture liées aux autorisations actuelles d'utilisation de fréquences. Celles-ci prévoient que les titulaires apportent une couverture mobile en services voix et SMS et/ou *data*.

Les obligations ont, suivant les fréquences attribuées, une portée nationale ou ciblent des zones particulières (par exemple couverture des départements ou de la « zone de déploiement

prioritaire »), avec parfois des mécanismes spécifiques prévus pour répondre aux enjeux d'aménagement du territoire (par exemple, le programme « zones blanches-centres-bourgs » ou le dispositif de couverture ciblée prévu dans les autorisations actuelles en bande 900 MHz, 1800 MHz et 2,1 GHz).

À ce jour, ces obligations de couverture se déclinent sous deux formes : couvrir un certain pourcentage de population d'une zone donnée à une échéance définie, d'une part, et apporter une couverture des axes de transport (routes et trains), d'autre part. Les exigences, tant en matière de calendrier que de niveau, ont été renforcées à l'occasion du « *new deal* » mobile en 2018, qui a notamment conduit à la modification des autorisations actuelles des opérateurs de réseaux mobiles en bandes 900 MHz, 1800 MHz et 2,1 GHz¹⁶.

Par ailleurs, les titulaires de fréquences dans la bande 2,6 GHz ont l'obligation d'apporter un service d'accès mobile à très haut débit (THD) à 75% de la population 12 ans après l'attribution des autorisations. Cette obligation se porte à hauteur de 99,6% de la population 15 ans après l'attribution des autorisations pour les titulaires de fréquences dans les bandes 700 MHz et 800 MHz.

En plus de ces obligations existantes, la question de créer de nouvelles obligations qui seraient imposées aux lauréats de la ou des futures procédures d'attribution est abordée dans les sections suivantes.

1.4.2 Couverture de la population

Cette section a pour but de déterminer les objectifs de couverture de la population métropolitaine à atteindre avec les fréquences qui seront attribuées pour déployer les services 5G.

Les premières bandes identifiées pour le déploiement de la 5G et qui vont faire l'objet d'une nouvelle attribution sont des bandes dites hautes (3,5 GHz) et millimétriques (26 GHz). L'atténuation des ondes radio évoluant de manière croissante avec la hauteur de fréquences, ces bandes ont des caractéristiques différentes en matière de couverture du territoire :

- la bande 26 GHz présente une largeur de bande qui devrait permettre d'atteindre des débits de données à plusieurs gigabits par seconde. Pour autant, elle ne permettrait des portées que de quelques centaines de mètres, tout au plus ;
- la bande 3,5 GHz pourrait permettre de fournir une couverture 5G à peu près similaire à la couverture réalisée avec la bande de fréquences 1800 MHz, en réutilisant le maillage des réseaux existants et grâce à l'introduction des techniques de « *beamforming* ». À titre indicatif, en prenant l'hypothèse que tous les sites actuels seraient équipés en service 4G sur la bande 1800 MHz, ce maillage pourrait correspondre, en toute première approximation et en l'état des connaissances théoriques, à une couverture d'environ 90% de la population. Cette couverture serait ainsi susceptible d'apporter un service 5G dans les principales zones urbaines et zones économiques.

Par ailleurs, la bande 700 MHz, également identifiée comme bande pionnière pour la 5G en Europe, est déjà attribuée en métropole depuis 2015. Elle présente des qualités de propagation de nature à assurer la couverture d'une plus large partie du territoire que les deux précédentes, mais dispose de canalisations inférieures, ce qui contraindra notamment le débit offert. À plus long terme, d'autres bandes basses pourraient être utilisées pour étendre la couverture du territoire en 5G, en complément de la couverture apportée par les bandes objet de la présente consultation.

¹⁶ <https://www.arcep.fr/actualites/les-communiqués-de-presse/detail/n/new-deal-mobile-1.html>

L'utilisation des bandes basses pour la 5G sera néanmoins contrainte à court ou moyen terme par le fait que certaines d'entre elles (les bandes 800 MHz et 900 MHz) sont à ce jour largement utilisées par les réseaux 2G, 3G et 4G.

Question n°18. Quel est l'impact des types d'environnement (urbain, péri-urbain, rural) sur la couverture 5G en bande 3,5 GHz ? Quel pourcentage de la population cette bande permettrait-elle de couvrir au regard des différentes considérations (portée, coûts, opportunité, etc.) et à quel horizon ?

Question n°19. À quel horizon et pour quels services envisageriez-vous, le cas échéant, de mobiliser les fréquences dont vous disposez en bande 700 MHz ? En bandes 800 MHz et 900 MHz ? Les évolutions technologiques permettront-elles, avec les fréquences identifiées pour la 5G, d'apporter les débits supérieurs promis par la 5G sur une couverture plus étendue de la population ? Quelles solutions permettraient d'y parvenir ?

Question n°20. Quelles seraient les bandes de fréquences les plus adaptées pour respecter, le cas échéant, une obligation de couverture étendue de la population en 5G ?

A la différence des bandes précédemment citées, la bande de fréquences 26 GHz a une portée très limitée et la bande 1,4 GHz est principalement une bande capacitaire nécessitant d'être appariée. La définition pour ces deux bandes d'obligations de couverture ne paraît, en première approche, pas pertinente.

Pour autant, une obligation quantifiée de déploiement de réseau dans ces bandes de fréquences sur la durée de l'autorisation d'utilisation des fréquences pourrait être envisagée.

Question n°21. Quelles pourraient-être les obligations spécifiques d'un réseau (obligations de couverture ou autres mécanismes) dans les bandes de fréquences 26 GHz et 1,4 GHz ? Avec quel calendrier ?

1.4.3 Ouverture des services 5G

Il pourrait être pertinent, pour garantir la disponibilité d'un service 5G générique tel que défini à la section 1.3.2, de s'assurer que le service est fourni à partir d'une date donnée sur une large partie du réseau, dans le cas où le titulaire dispose déjà d'un réseau.

Il en est de même pour la fourniture de services 5G évolués, reposant par exemple sur les fonctionnalités du *network slicing* qui pourrait intervenir ultérieurement au lancement commercial d'un service 5G générique, dès lors que le cœur 5G du réseau ne serait pas déployé simultanément au reste du réseau.

Question n°22. Une date de fourniture d'un service 5G générique devrait-elle être fixée ? Laquelle ?

Question n°23. Dans le cas où un titulaire disposant déjà d'un réseau mobile serait lauréat de la future procédure, l'obligation de fournir le service 5G à une date donnée devrait-elle porter sur tout ou partie des sites de son réseau actuel ?

Question n°24. Une date de fourniture de services 5G évolués reposant sur les fonctionnalités du *network slicing* devrait-elle être fixée ? Laquelle ?

1.4.4 Couverture des axes de transport

Dans cette section sont traités les objectifs de couverture des axes de transport en 5G.

Le déploiement de la 5G pour des usages liés aux transports revêt une importance particulière. À cet égard, le plan d'action de la Commission européenne et la feuille de route de la France pour la 5G prévoient la couverture des principaux axes de transport d'ici 2025.

En France, les autorisations d'utilisation de fréquences existantes imposent d'ores et déjà aux titulaires d'apporter des services de voix et SMS et d'accès mobile à très haut débit sur les principales routes ainsi que dans les trains du quotidien, tels que définis dans les autorisations actuelles¹⁷, ce qui constitue un périmètre plus important que celui considéré par la Commission européenne.

Ainsi, les opérateurs mobiles titulaires de fréquences depuis avant 2010 ont l'obligation de couvrir d'ici fin 2020 la totalité des axes routiers prioritaires (soit environ 55 000 km d'axes, comprenant notamment toutes les autoroutes), en services de voix et SMS et d'accès mobile THD, à l'extérieur des véhicules.

Concernant le réseau ferré régional (soit environ 23 000 km d'axes ferroviaires¹⁸, ne comprenant pas les lignes à grande vitesse), les opérateurs titulaires de fréquences en bande 700 MHz ont l'obligation d'apporter le THD mobile à 90% de ce réseau ferré, notamment à l'intérieur des trains, d'ici 2030.

De plus, les opérateurs lauréats de la procédure d'attribution de fréquences en bande 1800 MHz en 2018 ont l'obligation d'apporter le THD mobile à 90% du réseau ferré régional au plus tard le 31 décembre 2025.

Les futures autorisations pourraient comporter, de la même façon, une obligation de couverture de ces mêmes axes de transport en 5G selon un calendrier à déterminer. Toutefois, dans la mesure où la 5G devrait permettre, d'une part, des qualités de services spécifiques et, d'autre part, des services innovants, se pose la question de la définition d'une nouvelle obligation dans les futures autorisations, pour prévoir une qualité de service renforcée ou la couverture d'autres axes de transport.

Question n°25. Dans quelle mesure et pour quel(s) service(s) une couverture 5G des axes de transports, tels que définis dans les autorisations actuelles, vous semble-t-elle appropriée ? À quel(s) horizon(s) ? Convient-il de spécifier des niveaux de service à atteindre ? Si oui pourquoi et lesquels ? Quel en serait le coût ?

Question n°26. Vous paraît-il nécessaire de prévoir une obligation de couverture pour d'autres d'axes de transport ? Pour quels niveaux de service et à quelle échéance ? Pourquoi ? Quel en serait le coût ? Quelles bandes de fréquences vous paraissent adaptées à ces fins ?

1.4.5 Utilisation effective du spectre

L'Arcep peut imposer une obligation d'utilisation effective du spectre par le bénéficiaire de l'autorisation dans un délai déterminé sous peine d'une abrogation de cette dernière.

Une telle obligation pourrait être définie pour toutes les bandes de fréquences objets de la présente consultation.

¹⁷ <https://www.arcep.fr/demarches-et-services/collectivites/les-definitions-des-reseaux-ferres-regionaux-et-axes-routiers-prioritaires.html>

¹⁸ Il s'agit des trains express régionaux (TER) dans les régions métropolitaines hors l'Île de France et la Corse, des trains du réseau express régional (RER – lignes A, B, C, D, E,) d'Île de France, ainsi que du réseau Transilien (lignes H, J, K, L, N, P, R, U) d'Île de France et des trains du réseau des chemins de fer de la Corse.

Question n°27. Quels critères d'utilisation effective du spectre apparaissent comme les plus pertinents ? Ces derniers doivent-ils être spécifiques à chaque bande ou génériques, et pourquoi ? Avec quels mécanismes de vérification ? Selon quel délai ?

1.4.6 Couverture spécifique pour les besoins des verticaux

Dans l'objectif de permettre de répondre aux besoins spécifiques des verticaux, la ou les futures procédures d'attribution pourraient inclure des dispositions visant à ce que les titulaires d'autorisation d'utilisation de fréquences fassent droit aux demandes raisonnables de service émanant des verticaux, si la couverture 5G n'est pas disponible, ou bien si les performances fournies sont en deçà des besoins des demandeurs.

Dans le cas d'une demande raisonnable de service, le titulaire d'une autorisation d'utilisation de fréquences pourrait y répondre de plusieurs façons, par exemple en déployant à la demande une solution 5G adaptée au besoin spécifique du demandeur et en proposant le service à un tarif raisonnable, ou en mettant à disposition les fréquences à un tiers, qui pourrait être le demandeur de service lui-même, afin que ce tiers construise et exploite le réseau pour fournir le service demandé.

Question n°28. En tant qu'acteur « vertical », seriez-vous prêt à construire un réseau en propre avec les fréquences mises à disposition par un titulaire et dans quelles conditions ? Sur quel périmètre géographique ? Sur quelle bande ? Comment prendre en compte les enjeux concurrentiels dans ce cas ?

Question n°29. En tant qu'opérateur, comment pourriez-vous répondre aux demandes raisonnables de service des verticaux dans les zones non couvertes ou lorsque le réseau déjà déployé n'a pas les performances requises ? Quelles seraient les contraintes techniques et les enjeux d'une cohabitation sur une même fréquence de réseaux exploités par différents acteurs ?

1.4.7 Couverture à l'intérieur des bâtiments

Dans le cadre des procédures d'attribution lancées à la suite du « *new deal* » mobile annoncé en janvier 2018, les candidats à l'attribution de fréquences de la bande 2,1 GHz pouvaient notamment s'engager à commercialiser une offre permettant à des entreprises ou des personnes publiques qui en font la demande d'obtenir, pour un tarif raisonnable, une amélioration de la couverture des bâtiments par les services mobiles fournis par l'ensemble des opérateurs ayant souscrit cet engagement.

Une telle disposition pourrait être prévue dans le cadre de la ou des futures procédures d'attribution. Par ailleurs, dans le cas où les performances de la 5G à l'intérieur des bâtiments ne répondraient pas aux besoins spécifiques des utilisateurs, il pourrait s'avérer nécessaire de prévoir des dispositions dans les autorisations d'utilisation de fréquences visant à répondre à une demande raisonnable de service dans ces lieux.

Question n°30. Quelles seront les performances de couverture de la 5G à l'intérieur des bâtiments, notamment par rapport aux réseaux actuels ? La 5G nécessitera-t-elle des équipements spéciaux de type « *small cell* » ou « *Distributed Antenna System* » (DAS) pour couvrir l'intérieur des bâtiments ? Les mêmes types d'engagement de couverture des bâtiments que ceux prévus dans le cadre de l'appel à candidatures pour l'attribution de la bande 2,1 GHz sont-ils pertinents pour la 5G ? Faudrait-il d'autres types de dispositions pour améliorer la couverture des bâtiments en 5G ?

1.4.8 Partage des réseaux mobiles

Les enjeux du déploiement de la 5G conduisent à s'interroger sur le partage des réseaux mobiles¹⁹. En effet, ce partage peut contribuer à l'accélération de la couverture de certaines zones peu denses du territoire ou encore répondre à une problématique de complexité de déploiement (espace disponible réduit, accessibilité particulièrement difficile).

La question de la mutualisation des infrastructures, en raison de la complexité de déploiement, peut se poser, en particulier si le réseau est constitué d'un grand nombre de « *small cells* » dont le mode de déploiement fait appel au mobilier urbain (candélabres, aubettes, façades), ce qui pourrait être le cas en particulier avec les fréquences hautes et millimétriques.

La mutualisation pourrait aussi être envisagée comme un moyen permettant, dans certaines conditions, de faciliter la couverture des zones moins denses du territoire, notamment en réduisant les coûts de déploiement, ou d'améliorer les débits disponibles (par exemple du fait d'une mutualisation de fréquences).

Le partage des réseaux mobiles fait déjà l'objet de plusieurs dispositions législatives et réglementaires. Le CPCE prévoit notamment des mesures qui visent à encourager le partage passif de sites radioélectriques, et il définit des droits d'accès aux infrastructures passives.

La loi du 6 août 2015²⁰ a également doté l'Arcep de compétences en matière de modification des conventions de partage de réseaux radioélectriques ouverts au public. Afin de donner de la visibilité aux acteurs sur ces sujets, l'Arcep a publié en mai 2016 ses lignes directrices sur le partage de réseaux mobiles²¹. Elles dessinent notamment une grille d'analyse visant à apprécier les accords de partage de réseaux mobiles au regard des objectifs de la régulation, et décrivent la procédure suivie par l'Autorité dans le cadre de l'examen d'un contrat de partage sur le fondement de l'article L.34-8-1-1 du CPCE.

Question n°31. Au-delà du cadre existant, estimez-vous utile de prendre des mesures spécifiques en matière de partage de réseaux mobiles pour le déploiement de la 5G ? Si oui, lesquelles et pour quelles raisons ?

1.4.9 Usage conditionnel des fréquences

Afin de permettre l'utilisation efficace et efficiente du spectre, il existe dans certains pays un mécanisme qui permet à un titulaire d'une autorisation individuelle d'utilisation d'une partie d'une bande de fréquences d'utiliser d'autres fréquences de cette même bande lorsque tout ou partie de celles-ci ne sont pas utilisées par leurs titulaires.

Dans ce cas, un titulaire dispose de la garantie de ne pas être brouillé sur la partie qui lui a été attribuée et est autorisé à utiliser le reste de la bande à condition de ne pas causer de brouillages aux autres titulaires.

Un tel mécanisme pourrait être envisagé dans le cadre de la ou des futures procédures d'attribution des fréquences pour la 5G : les acteurs intéressés se porteraient candidats à l'attribution des blocs

¹⁹ Le partage de réseaux mobiles correspond à la mise en commun entre plusieurs opérateurs de tout ou partie des équipements constituant leurs réseaux mobiles. Le partage de réseaux mobiles peut dans certains cas inclure le partage des fréquences radio.

²⁰ Article L. 34-8-1-1 du CPCE, créé par la loi n° 2015-990 du 6 août 2015 pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques.

²¹ http://arcep.fr/uploads/tx_gspublication/2016-05-25-partage-reseaux-mobiles-lignes-directrices.pdf

dont ils souhaitent être titulaires (droit d'utilisation non conditionnel) mais également à l'attribution d'un droit conditionnel d'utilisation des autres blocs. Ce dernier droit ne pourrait en effet être utilisé qu'à la condition que le titulaire du droit d'utilisation non conditionnel du bloc n'utilise pas ses fréquences sur une zone donnée ou qu'il ne soit pas brouillé.

Il pourrait être nécessaire au bon fonctionnement de cet usage conditionnel des fréquences de mettre en place une obligation de fournir aux autres titulaires des informations sur les planifications d'utilisation d'un bloc dans un périmètre donné, afin notamment de prévenir tout risque de brouillage. Des délais de préavis pourraient également être mis en place dans le cas où le titulaire du droit d'utilisation non conditionnel souhaiterait pouvoir utiliser l'ensemble de ses fréquences sur la zone concernée.

Question n°32. Que pensez-vous d'un tel mécanisme d'attribution de droits d'utilisation conditionnels ? Que pensez-vous de l'obligation de fournir aux autres titulaires des informations sur les planifications d'utilisation d'un bloc dans un périmètre donné ? Quelles seraient les informations nécessaires ? Quelles seraient les conditions de bon fonctionnement d'un tel mécanisme (modalités opérationnelles, techniques, réglementaires, contractuelles) ?

Par ailleurs dans le cas où la bande de fréquences attribuée ne serait pas disponible dans son intégralité, temporairement ou localement, se pose la question de fournir l'accès au reste de la bande aux titulaires dont l'autorisation concerne des fréquences non disponibles.

Question n°33. Dans le cas où existerait une restriction d'utilisation pour une partie de la bande, est-ce nécessaire de prévoir un dispositif permettant aux titulaires impactés par cette restriction d'avoir accès aux fréquences des autres titulaires ? Quelles en seraient les modalités ?

1.4.10 Adaptation des obligations

Au regard du rythme des innovations et des demandes qu'elles vont susciter dans une économie de plus en plus numérisée, il est difficile de cerner dès à présent l'ensemble des usages et des besoins auxquels les réseaux mobiles et la 5G en particulier pourront répondre, que l'on songe par exemple aux déploiements des véhicules connectés ou à l'avènement des villes intelligentes.

De ce fait, pour créer un environnement propice à la compétitivité et l'innovation sur toute la durée des autorisations d'utilisation des fréquences il pourrait s'avérer nécessaire, dans des cas objectivement justifiés et dans des proportions raisonnables, d'adapter les obligations initialement prévues, en vue notamment de la réalisation des objectifs de régulation définis à l'article L. 32-1 du CPCE.

Les conditions de procédure dans lesquelles seraient réalisées ces possibles modifications seraient définies dès la procédure d'attribution pour garantir de la prévisibilité aux titulaires des autorisations d'utilisation de fréquences.

Question n°34. Quel horizon est pertinent pour assurer la viabilité des plans d'affaires des acteurs ? Comment concilier prévisibilité pour les investissements et adaptation des obligations aux besoins futurs ? Avez-vous des suggestions sur la manière d'assurer une adaptation des obligations au regard du développement de la 5G ?

Partie 2. La bande 3,4 GHz - 3,8 GHz

2.1 Définition de la bande

La décision 2008/411/CE²² de la Commission européenne harmonise les conditions techniques d'utilisation du spectre dans la bande de fréquences 3400 - 3800 MHz selon le mode de duplexage temporel (TDD) par blocs de 5 MHz comme suit :

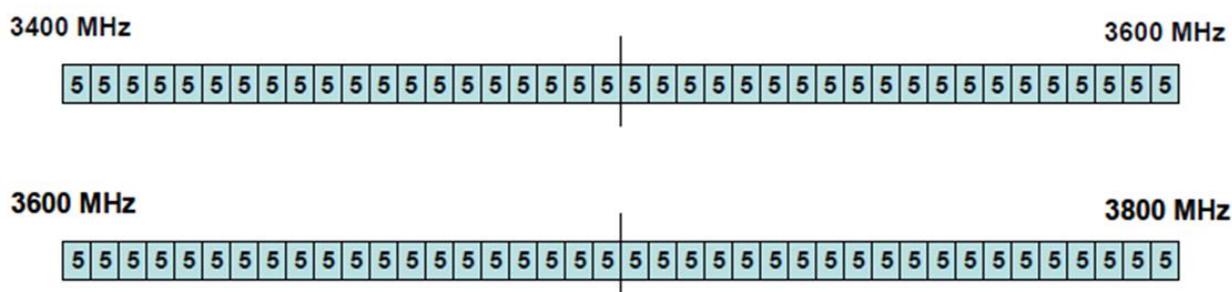


Figure 1 Harmonisation de la bande 3,4 - 3,8 GHz par la Commission européenne

Des travaux sont en cours au niveau européen pour mettre à jour les conditions d'utilisation de la décision de la Commission européenne pour la rendre compatible avec la 5G.

De son côté le 3GPP²³ a défini la bande n78 pour un usage 5G TDD comme suit :

NR operating band	Uplink (UL) operating band BS receive / UE transmit $F_{UL_low} - F_{UL_high}$	Downlink (DL) operating band BS transmit / UE receive $F_{DL_low} - F_{DL_high}$	Duplex Mode
n78	3300 MHz - 3800 MHz	3300 MHz - 3800 MHz	TDD

Figure 2 Définition de la bande n78 5G par le 3GPP

Il est donc prévu d'attribuer la bande 3,4 GHz - 3,8 GHz uniquement avec une structure TDD telle que prévu par la révision de la décision d'harmonisation de la Commission européenne. Cette révision devrait être adoptée par le Comité spectre radioélectrique (RSCOM) d'ici la fin de l'année 2018.

2.2 Disponibilité de la bande

La bande est actuellement occupée par différents types d'utilisateurs, notamment :

- stations terriennes des systèmes satellites ;
- faisceaux hertziens du ministère de l'intérieur ;
- systèmes dont les autorisations d'utilisation de fréquences ont ou auront pour échéance juillet 2026 au plus tard.

²² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008D0411&from=EN>

²³ 3GPP TS 38.104 V15.1.0 (2018-03) Base Station (BS) radio transmission and reception, documents de référence pour la définition des bandes de fréquences.

<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3202>

L'Arcep est attentive à rendre la bande 3,5 GHz la plus disponible possible en vue de son attribution pour la 5G. Elle a engagé des actions avec les autres affectataires et les titulaires d'autorisation dans cette bande de fréquences, en vue de procéder à des réaménagements.

Ces autorisations font l'objet de contrôle des déploiements et des obligations qui y sont prévues. En cas de non-respect des obligations, la formation compétente de l'Arcep peut adopter des sanctions dans le respect du cadre législatif et réglementaire prévu par le CPCE²⁴.

2.2.1 Après juillet 2026

Après 2026, existera un besoin de bande de garde pour éviter les brouillages des radars du ministère des armées en dessous de 3,4 GHz, afin de garantir une limitation de puissance tel que recommandée par la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT)²⁵ dans cette partie du spectre. Cette bande de garde est estimée entre 10 à 20 MHz actuellement par l'industrie, mais pourrait potentiellement être réduite avec l'amélioration des performances des équipements radio.

Question n°35. 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 ?

2.2.2 Avant juillet 2026

Jusqu'en juillet 2026, la bande 3,4 - 3,8 GHz est attribuée partiellement à différents acteurs, notamment :

- opérateurs de réseaux radio à très haut débit (THD radio) ou de réseaux de boucle locale radio (BLR) en Wimax dans un certain nombre de départements. Les réseaux THD radio utilisent la bande 3410 - 3460 MHz. Le guichet pour l'attribution de ces fréquences pour le THD radio a été ouvert par l'Arcep, à ce stade, jusqu'à fin 2019. Les réseaux Wimax utilisent aussi dans certains départements 30 MHz répartis dans la bande 3410 - 3580 MHz ;
- Bolloré Télécom, titulaire de deux blocs de 15 MHz de fréquences. Ces blocs pourraient être réaménagés dans un bloc dont le positionnement final n'est pas fixé à date. Il pourrait se situer dans la bande 3460 - 3490 MHz et dans la bande 3410 - 3460 MHz dans les départements où cette bande n'est pas attribuée par ailleurs ;
- SHD, titulaire de deux blocs de 15 MHz de fréquences dans les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Ile-de-France. Ces blocs pourraient être réaménagés dans un bloc dont le positionnement final n'est pas fixé à date. Il pourrait se situer soit dans la bande 3410 - 3460 MHz (bande THD radio) dans les départements où cette bande n'est pas attribuée par ailleurs, soit dans la bande 3490 - 3520 MHz ;
- différents utilisateurs de stations satellites terriennes, qui disposent d'autorisations jusqu'en 2023 dans la bande 3700 - 3800 MHz.

²⁴ Art. L. 36-11 et D. 594 et suivants du CPCE

²⁵ <https://www.ecodocdb.dk/download/5ffb56c9-9c78/ECCRRep281.pdf>

En conclusion, jusqu'à juillet 2026, et sans préjuger des bandes de garde qui pourraient être requises :

- en l'absence de tout réaménagement (comme aujourd'hui), 220 MHz seraient attribuables pour la 5G ;
- en cas de réaménagement et en fonction des scénarios retenus, entre 280 et 340 MHz seraient attribuables pour la 5G.

Question n°36. Voyez-vous un intérêt à obtenir une autorisation d'utiliser entre 2020 et 2026 des bandes de fréquences disponibles uniquement dans certains départements ? Quelles conditions de contiguïté géographique d'utilisation des blocs vous paraissent importantes ?

La nécessité de disposer, autant que faire se peut, de visibilité sur les fréquences disponibles lors de l'attribution envisagée mi-2019 conduit, en raison notamment des contraintes de coexistence décrites en section 2.4, à s'interroger sur une accélération du calendrier du THD radio et à une exigence de dépôt plus rapide des dossiers, avant la fin du premier trimestre 2019.

Question n°37. Quelles seraient les difficultés soulevées par une telle accélération du calendrier du THD radio ?

2.3 Continuité de fourniture d'un service d'accès fixe par des solutions radios

Dans certains départements, la bande 3410 - 3460 MHz sera utilisée jusqu'en 2026 pour les réseaux THD radio ou BLR, et dans d'autres départements une partie de la bande 3410 - 3580 MHz pourrait potentiellement être encore utilisée par des réseaux BLR.

Cela pose donc la question de fournir un service d'accès fixe dans les zones concernées, permettant d'assurer une continuité de la couverture de service à l'échéance de ces autorisations.

Question n°38. Le cas échéant, voyez-vous une difficulté à fournir après 2026 ou avant cette date un service d'accès fixe dans cette bande avec la 5G permettant d'assurer une continuité de la couverture du service fourni par le THD radio et la BLR dans les zones concernées ? Pensez-vous que d'autres solutions techniques pourraient être envisagées pour fournir ce type de services ?

2.4 Coexistence des attributions dans la bande 3,4 GHz – 3,6 GHz

L'usage de la bande en mode TDD nécessite de mettre en place des techniques de coexistence de plusieurs utilisateurs pour éviter les brouillages.

Avec l'utilisation des fréquences en mode FDD l'écart duplex entre les fréquences du lien montant et celles du lien descendant constitue une bande de garde qui élimine les risques de brouillages entre les deux sens des réseaux qui occupent des canaux adjacents. Au contraire, le mode TDD dans lesquels les liens montant et descendant utilisent alternativement les mêmes fréquences peut créer des occurrences temporelles où deux réseaux en canal adjacent sont l'un en émission, l'autre en réception, le premier jouant le rôle de brouilleur pour le second.

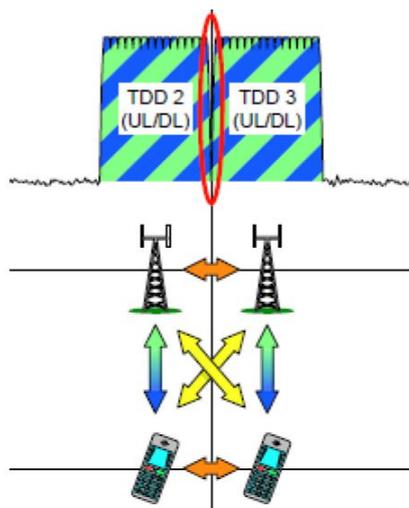


Figure 3 Cas de brouillage en mode TDD

À ce stade, trois solutions techniques principales sont identifiées pour permettre la coexistence de plusieurs utilisateurs au sein de deux bandes de fréquences adjacentes exploitées en mode TDD :

- la synchronisation ou la semi-synchronisation des réseaux ;
- l'usage de bandes de garde ;
- la séparation spatiale des réseaux.

Les contributeurs sont invités à indiquer tout autre point qu'il leur semblerait utile de prendre également en compte.

Question n°39. Existe-t-il d'autres solutions de coexistence qui pourraient être mises en place grâce aux innovations technologiques de la 5G ? À quelle échéance ?

L'objectif des sections qui suivent est de décrire les différentes solutions identifiées à ce jour.

Cette question des modalités de cohabitation des réseaux se pose tant pour les réseaux 5G entre eux, que pour les réseaux 5G avec les réseaux LTE ou Wimax qui seraient présents dans la bande de fréquences avant 2026.

2.4.1 Synchronisation ou semi-synchronisation

La première solution à laquelle peuvent recourir les réseaux TDD est la synchronisation.

Le rapport ECC 216²⁶ de la CEPT précise, notamment pour les technologies TD-LTE et Wimax, les structures de trames disponibles et les protocoles utilisables pour assurer le partage entre réseaux d'une référence de temps commune. Des travaux sont en cours à la CEPT pour définir des principes similaires dans le cadre de l'introduction de la 5G et notamment la coexistence entre les solutions utilisant des antennes actives (permettant le *beamforming*) et celles ne les utilisant pas.²⁷

Des réseaux synchronisés utilisent :

- d'une part, une même structure de trame, c'est-à-dire une même répartition dans le temps des phases d'émission et de réception entre les stations de bases et les terminaux des clients ;

²⁶ <https://www.ecodocdb.dk/download/220ac21f-b44b/ECCREP216.PDF>

²⁷ ECC/PT1 work item PT1_17 https://eccwp.cept.org/WI_Detail.aspx?wiid=660

- d'autre part, une référence de temps commune pour démarrer les trames en même temps.

La solution de semi-synchronisation consiste à synchroniser le démarrage des trames TDD, mais laisser une partie du format de celles-ci au libre choix des opérateurs. Certaines occurrences de brouillages entre émission et réception sont possibles mais limitées et contrôlées.

Une fois la trame sélectionnée elle est la même pour tous les utilisateurs de la bande de fréquences.

Question n°40. Êtes-vous favorable à la mise en œuvre d'une synchronisation entre réseaux TDD ou d'une semi-synchronisation ? Pour quelles raisons ? Dans l'hypothèse d'une synchronisation, quel ratio temporel vous semble pertinent entre l'utilisation des fréquences en sens montant et en sens descendant ? Les paramètres de synchronisation doivent-ils être imposés dans les futures autorisations ou définis par concertation entre les titulaires des fréquences ? Quels sont les impacts de performances potentiels ?

Question n°41. Comment, selon vous, pourra être traitée la coordination aux frontières dans la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Une synchronisation sera-t-elle nécessaire ?

2.4.2 Bandes de garde

La deuxième technique de coexistence consiste en l'utilisation de bandes de garde entre les bandes de fréquences attribuées à chaque utilisateur. Elles permettent de séparer en fréquences les émissions et réceptions qui peuvent être simultanées en vue de limiter les brouillages. Une solution similaire à l'utilisation de bandes de garde, mais plus flexible, est l'utilisation de blocs dits « restreints » de 5 MHz ou plus à l'extrémité de chaque lot de fréquences attribué, auxquels est appliquée une contrainte très forte sur les puissances d'émission. La finalité est la même que pour les bandes de garde (empêcher émission et réception de se brouiller) mais cela permet d'utiliser quand même ces fréquences.

Question n°42. Que pensez-vous de l'utilisation de bandes de garde pour éviter les brouillages ? Quelle largeur de bande de garde vous semble suffisante ? Pensez-vous que l'utilisation de blocs restreints soit suffisante pour éviter les brouillages, notamment entre LTE TDD et 5G ?

2.4.3 Séparation spatiale

Cette dernière technique n'est pas applicable à tous les cas de figures puisque certaines fréquences sont utilisées sur l'intégralité du territoire mais peut présenter un intérêt dans le cas de la coexistence de deux technologies dans des bandes adjacentes qui ne sont pas utilisées pour les mêmes usages et ne visent pas la même couverture géographique, ce qui peut temporairement être le cas. La séparation spatiale (c'est-à-dire l'instauration d'une « zone d'exclusion ») correspond alors à la distance minimale qui sépare l'installation de deux sites radio utilisant les deux technologies dans des bandes adjacentes. La distance permet d'introduire une atténuation de propagation qui limite les brouillages entre les deux sites et leur impact sur les performances. La séparation spatiale peut aussi être une solution à la coexistence de deux systèmes dans les mêmes canaux.

Cette solution n'est pas antagoniste des bandes de garde qui peuvent être nécessaires à l'intérieur des zones d'exclusion.

Question n°43. Que pensez-vous de la mise en œuvre d'une séparation spatiale entre les sites THD radio et les sites 5G ? Quelle distance vous paraît nécessaire pour éviter que les brouillages n'impactent les performances en canal adjacent ? en co-canal ?

2.5 Calendrier d'attribution

Du fait de l'existence d'autorisations d'utilisation de fréquences pour le THD radio et la BLR dans certains départements, la bande 3,4 - 3,8 GHz n'est pas intégralement disponible avant 2026. Il est donc possible d'envisager deux calendriers d'attribution :

- une procédure d'attribution en 2019 sur l'ensemble de la bande : la bande serait attribuée intégralement mais les titulaires n'auraient d'abord accès qu'à une partie de la bande, puis à l'ensemble de la bande en 2026 après la libération de la bande par les utilisateurs actuels ;
- deux procédures d'attribution décalées dans le temps : la première procédure d'attribution en 2019 ne concernerait que la partie de la bande disponible dès 2020 et la seconde porterait sur les fréquences disponibles après libération complète de la bande et aurait lieu en amont de cette libération.

Dans les deux options, il est envisageable que les autorisations d'utilisation de fréquences prévoient un réaménagement des fréquences en 2026 pour assurer à leurs titulaires, dans un objectif d'utilisation et de gestion efficaces du spectre, des attributions de fréquences contiguës et pour permettre des canalisations radio 5G de plus forte largeur, afin d'atteindre de meilleures performances des services 5G.

Question n°44. Quelle est votre préférence entre les deux options de calendrier et pour quelles raisons ? Le cas échéant, les dates de fin des futures autorisations devraient-elles être identiques ? Existe-t-il des contraintes opérationnelles qui limiteraient la possibilité de changer les canalisations radio 5G et le positionnement dans la bande après 2026, notamment pour des canaux qui seraient de part et d'autres de la fréquence 3,6 GHz ?

2.6 Modalités d'attribution de la bande 3,4 GHz - 3,8 GHz

2.6.1 Quantité de fréquences

Une des distinctions principales de la 5G par rapport aux technologies précédemment déployées est la possibilité de déployer des réseaux avec des canalisations radios très larges, jusqu'à 100 MHz dans la bande 3,4 GHz - 3,8 GHz, pour atteindre des débits importants par utilisateur et par cellule. Se pose dès lors la question de la quantité de fréquences nécessaires pour tirer les bénéfices de la 5G.

Toutefois, la quantité totale de fréquences disponibles étant contrainte dans cette bande, en particulier jusqu'en 2026, il semble difficile de garantir la disponibilité de plusieurs canaux de 100 MHz.

Par ailleurs, toujours en raison des contraintes de disponibilité et afin d'assurer un accès équitable au spectre, il pourrait être prévu des dispositions limitant, au cours de la procédure et pendant la durée de l'autorisation, les possibilités de cumul de spectre, c'est-à-dire un plafond pour les fréquences attribuées à chaque lauréat (« *spectrum cap* »). Certains pays ont ainsi décidé de limiter la quantité de fréquences par lauréat à 100 MHz pendant la procédure.

Question n°45. Quelle quantité minimale de fréquences vous paraît-elle nécessaire ? Quels seraient les conséquences sur les performances 5G de se voir attribuer seulement 20 MHz de bande ? Même question pour 50 MHz ? Même question pour 80 MHz ?

Question n°46. Est-ce que les équipements permettront en 5G d'agréger entre eux plusieurs blocs de fréquences non contigus ? Quelles sont les contraintes éventuelles pour la canalisation et l'espacement fréquentiel des blocs non contigus ?

Question n°47. Un plafond de fréquences vous paraît-il approprié pour la procédure ? Pendant la durée de l'autorisation ? Le cas échéant, quel plafond vous semble le plus pertinent ? Doit-il prendre en compte la quantité de fréquences dont disposerait l'opérateur dans d'autres bandes éligibles à la 5G ?

2.6.2 Périmètre géographique d'autorisation d'utilisation des fréquences

L'attribution de la bande pourrait être effectuée soit au niveau national, soit, comme certains pays l'envisagent, à une maille locale, par exemple sur une base régionale ou départementale.

L'autorisation locale pourrait notamment permettre d'attribuer des autorisations d'utilisation des fréquences dans les départements où elles ne font l'objet d'aucune autorisation dès 2020 même si elles ne sont pas disponibles sur tout le territoire à cette date.

Question n°48. Sur quel périmètre géographique les autorisations d'utilisation des fréquences seraient-elles les plus adaptées ? Pourquoi ?

Partie 3. La bande 24,25 - 27,5 GHz

3.1 Définition de la bande

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) souligne que l'attribution de bandes de fréquences supérieures à 24 GHz est nécessaire pour garantir les objectifs cibles de performance de la 5G, par exemple 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 ». Par ailleurs, la CEPT a publié la décision ECC/DEC/(18)06²⁸ le 6 juillet 2017 qui harmonise la bande 26 GHz comme suit :

- arrangement TDD de la bande avec des blocs de 200 MHz ;
- possibilité de définir des blocs de taille inférieure, multiples de 50 MHz, et adjacents les uns aux autres, si nécessaire pour utiliser toute la bande disponible ;
- possibilité de décaler les blocs ainsi définis par pas de 10 MHz, si nécessaire pour accommoder d'autres usages dans la bande.

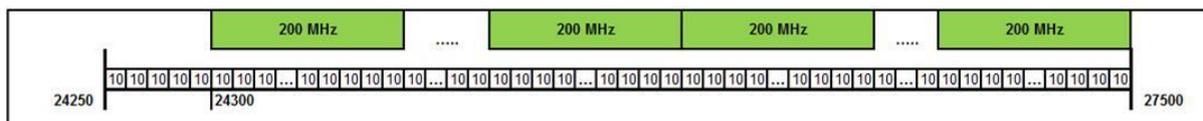


Figure 4 Harmonisation de la bande 26 GHz

La Commission européenne a confié en décembre 2016 un mandat à la CEPT pour développer des conditions techniques harmonisées pour le spectre dans la bande 26 GHz pour l'introduction de la 5G. La CEPT a adopté en juillet 2018 le rapport CEPT 68²⁹ proposant des conditions d'harmonisation de la bande 26 GHz pour la 5G. Sur la base de ce rapport, des travaux sont en cours au sein du Comité spectre radioélectrique (RSCOM) en vue de l'adoption d'une décision harmonisant la bande 26 GHz pour la 5G en 2019.

De son côté, le 3GPP²³ a défini la bande n258 pour un usage 5G TDD comme suit :

NR operating band	Uplink (UL) operating band BS receive / UE transmit $F_{UL_low} - F_{UL_high}$	Downlink (DL) operating band BS transmit / UE receive $F_{DL_low} - F_{DL_high}$	Duplex Mode
n258	24,25 - 27,5 GHz	24,25 - 27,5 GHz	TDD

Figure 5 Définition de la bande n258 en 5G

La proposition de code européen prévoit qu'au moins 1 GHz de cette bande doit être attribué au plus tard en 2020³⁰.

²⁸ ECC/DEC/(18)06 " ECC Decision of 6 July 2018 on the harmonised technical conditions for Mobile/Fixed Communications Networks (MFCN) in the band 24.25 - 27.5 GHz " <https://www.ecodocdb.dk/download/5e74d0b8-fbab/ECCDec1806.pdf>

²⁹ <https://www.ecodocdb.dk/download/647092ab-e807/CEPT%20Report%2068.pdf>

³⁰ « Au plus tard le 31 décembre 2020, pour les systèmes terrestres capables de fournir des services à haut débit sans fil, les États membres, lorsque cela est nécessaire pour faciliter le déploiement de la 5G, prennent toutes les mesures appropriées pour autoriser l'utilisation d'au moins 1 GHz de la bande 24,25 - 27,5 GHz, pour autant que des éléments démontrent clairement l'existence d'une demande du marché et l'absence de contraintes significatives concernant la migration des utilisateurs ou la libération de la bande »

Dans le cadre de la consultation publique « Perspectives pour l'introduction de la 5G dans la bande 26 GHz »³¹ menée par l'Arcep du 22 mai au 18 juin 2018, certains acteurs ont souligné que des équipements et des terminaux seraient disponibles dès 2020 dans la partie haute de la bande 26,5 - 27,5 GHz commune avec la bande n257 du 3GPP (26,5 - 29,5 GHz).

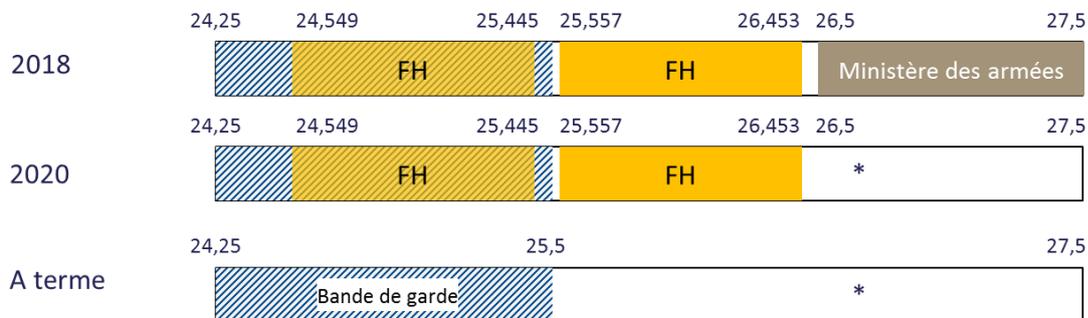
Question n°49. Quelle est votre analyse quant à l'intérêt présenté par la bande 26 GHz pour l'introduction de la 5G ? Quelle est votre appréciation de la maturité de l'écosystème dans la partie haute de la bande à horizon 2020 ?

3.2 Disponibilité de la bande

À ce jour, seule la bande 26,5 - 27,5 GHz (1 GHz) est libre et peut être attribuée dès 2020³². Par la suite, l'intégralité de la bande devrait être rendue progressivement disponible sous réserve :

- d'une part, d'une bande de garde nécessaire à la coexistence des satellites d'observation de la Terre qui utilisent une bande sous les 24,25 GHz et qui peuvent être brouillés par les stations de base et les mobiles 5G ;
- d'autre part, des travaux en cours pour évaluer l'utilisation partagée du spectre à 26 GHz entre les systèmes 5G et les stations terriennes des services par satellite dans la bande 25,5 - 27 GHz de façon à éviter un impact significatif sur la couverture et le déploiement 5G dans cette bande.

À la suite de la consultation publique susmentionnée menée du 22 mai au 18 juin 2018, au regard en particulier de l'objectif d'utilisation efficace du spectre et afin d'assurer la bonne utilisation des fréquences, l'Arcep prévoit de ne plus attribuer de nouvelles autorisations de faisceaux hertziens dans cette bande au-delà du 31 décembre 2023.



* : Coexistence avec les stations terriennes satellites

Figure 6 Occupation de la bande 24,25 - 27,5 GHz

3.3 Coexistence des attributions dans la bande 24,25 - 27,5 GHz

L'usage de la bande en mode TDD nécessite de mettre en place des techniques de coexistence pour éviter les brouillages entre plusieurs utilisateurs de la même bande, d'autant plus que différentes technologies vont potentiellement coexister dans la bande, tout au moins temporairement.

³¹ https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/synth-consult-frequences-5g-26_GHz-juil2018.pdf

³² A l'exception de quelques stations terriennes des services par satellite

3.3.1 Coexistence entre les utilisateurs 5G

Il ressort des travaux de la CEPT que la solution qui semble la plus efficace pour faire coexister les réseaux 5G en mode TDD dans cette bande de fréquences est la synchronisation, ou semi-synchronisation, des trames.

Question n°50. Êtes-vous favorable à la mise en œuvre d'une synchronisation entre réseaux TDD 5G dans cette bande ou d'une semi-synchronisation ? Pour quelles raisons ? Dans l'hypothèse d'une synchronisation, quel ratio temporel vous semble pertinent entre l'utilisation des fréquences en sens montant et en sens descendant ? Les paramètres de synchronisation doivent-ils être imposés dans les futures autorisations ou définis par une concertation entre les titulaires des fréquences ?

3.3.2 Coexistence avec les stations terriennes du service d'exploration de la Terre par satellite (EESS), du service de recherche spatiale (SRS) et du service fixe par satellite (SFS)

Un nombre limité de stations terriennes dans la bande 25,5 - 27 GHz devront coexister avec les réseaux mobiles 5G déployés dans ces mêmes bandes. Des travaux sont en cours pour évaluer l'utilisation partagée du spectre à 26 GHz entre les systèmes 5G et les stations terriennes des services par satellite (présentes et futures) dans la bande 25,5 - 27 GHz de façon à éviter un impact significatif sur la couverture et le déploiement 5G dans cette bande.

Question n°51. Selon vous quels seraient les critères pour évaluer l'impact sur la performance de la 5G de la coexistence avec les stations terriennes ? Qu'est-ce qui constituerait un impact significatif ? Quelle largeur de bande de garde ou distance de séparation serait nécessaire pour éviter tout brouillage ?

3.4 Calendrier d'attribution

La libération de la bande sera réalisée par étape avec 1 GHz disponible dès 2020, 2 GHz prévus après migration des faisceaux hertziens et potentiellement 3,25 GHz à terme quand les équipements radio 5G seront capables de ne plus brouiller les satellites d'observation de la Terre.

Question n°52. L'attribution de la bande 26,5 - 27,5 GHz devrait-elle être conduite dans le cadre de la même procédure que la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Même question pour la bande 25,5 - 26,5 GHz ? Même question pour la bande 24,25 - 25,5 GHz ?

Dans le cas où la bande 25,5 - 26,5 GHz serait attribuée postérieurement à la bande 26,5 - 27,5 GHz, il se pourrait que, dans l'objectif d'assurer une utilisation efficace du spectre, pour des raisons de maximisation des canalisations radios résultantes de l'addition des fréquences attribuées à un même titulaire lors des deux procédures d'attribution, un réaménagement de la bande soit justifié. Le même constat est possible une fois l'intégralité de la bande 24,25 - 27,5 GHz libérée et attribuée.

Question n°53. Y a-t-il des contraintes techniques à réaménager la bande 26 GHz une fois l'intégralité des 3,25 GHz de la bande 26 GHz attribués ?

3.5 Modalités d'attribution de la bande 24,25 - 27,5 GHz

3.5.1 Quantité de fréquences

Du fait de la large quantité de fréquences disponibles dans cette bande, 1 GHz dès 2020, 2 GHz ultérieurement et potentiellement 3,25 GHz à terme, la mise en place de canalisations radio très larges et bien supérieures à 100 MHz est *a priori* possible sans difficultés. Cette bande est identifiée comme permettant d'obtenir des débits montants et descendants très importants et largement supérieurs à 1 Gbit/s, ce que les autres bandes de fréquences « pionnières » de la 5G ne permettront *a priori* pas. Se pose ainsi la question de la quantité de fréquences nécessaires dans cette bande pour tirer les bénéfices de la 5G.

Toutefois, la quantité totale de fréquences disponibles dès 2020 est limitée dans cette bande.

En raison des contraintes de disponibilité et afin d'assurer un accès équitable au spectre, il pourrait être envisagé de prévoir des dispositions limitant, au cours de la procédure et pendant la durée de l'autorisation, les possibilités de cumul de spectre, c'est-à-dire un plafond pour les fréquences attribuées à chaque lauréat. Certains pays ont ainsi décidé de limiter la quantité de fréquences par lauréat lors de la procédure d'attribution à 400 MHz.

Par ailleurs, l'harmonisation européenne de la bande est basée sur des blocs de 200 MHz.

Question n°54. Quelle quantité minimale de fréquences à attribuer vous paraît nécessaire ? Quelles seraient les conséquences sur les performances 5G d'une canalisation de seulement 200 MHz de bande ? Un plafond de de fréquences vous paraît-il souhaitable pour la procédure ? Pendant la durée de l'autorisation ? Le cas échéant, quel plafond vous semble le plus pertinent ?

Question n°55. Les équipements permettront-ils en 5G d'agréger entre eux plusieurs blocs de fréquences non contigus ? Quelles sont les contraintes éventuelles en termes de canalisation et espacement fréquentiels des blocs non contigus ?

3.5.2 Régime et périmètre géographique d'autorisation d'utilisation des fréquences

Compte tenu de leurs propriétés de propagation, les bandes de fréquences dites « millimétriques » se caractérisent par de faibles portées donc des cellules de taille réduite qui n'excèdent pas les quelques centaines de mètres. Cette caractéristique entraîne un faible risque de brouillage entre sites s'ils sont séparés d'une distance géographique raisonnable. Par ailleurs, une couverture continue dans cette bande de fréquences nécessiterait un très grand nombre de cellules, bien supérieur au maillage des sites radios existants.

Afin notamment d'assurer une utilisation efficace du spectre et de permettre un déploiement plus flexible de la 5G dans cette bande de fréquence, soit dans des zones non forcément couvertes par les autres bandes 5G, soit en complément des autres bandes mais pour des applications spécifiques nécessitant un service d'ultra haut débit sur une petite zone géographique, différents types d'autorisation sont possibles.

Les différents régimes d'autorisation sous lesquels la bande 26 GHz pourrait être attribuée seraient :

- soit un usage de la bande sous le régime « d'autorisation générale », ce qui signifie que son utilisation ne nécessiterait pas d'autorisation individuelle préalable mais pourrait être soumise au respect de conditions techniques d'utilisation. À noter que les travaux d'harmonisation de la CEPT n'ont pas considéré ce cas de figure jusqu'à présent, il faudrait donc des travaux supplémentaires pour permettre un tel régime d'autorisation ;
- soit un usage de la bande sous régime d'autorisation individuelle.

L'autorisation générale permet une utilisation des fréquences très dynamique et flexible, mais l'absence de garantie de non brouillage peut être un inconvénient sérieux dans les zones géographiques où plusieurs acteurs souhaitent déployer un service 5G avec cette bande de fréquences.

Dans le cadre d'un régime d'autorisation individuelle, deux périmètres géographiques pourraient être considérés :

- un périmètre local. La taille de la zone serait à définir. Elle pourrait aller d'un maillage du territoire très fin (quelques dizaines d'hectares par maille) à la taille d'une région administrative. Dans le cas du maillage très fin et en l'absence de rareté, les attributions pourraient se faire au fil de l'eau en fonction des demandes pour chaque maille ;
- un périmètre national avec, éventuellement, la possibilité d'utiliser les blocs de fréquences de la bande 26 GHz attribués à d'autres titulaires, sous réserve de ne pas les brouiller, comme décrit à la section 1.4.9.

Question n°56. Toute ou partie de la bande 26 GHz devrait-elle faire l'objet d'une attribution sous un régime d'autorisation générale pour le déploiement de la 5G ? Pour quelles raisons ? Le cas échéant, quelles conditions techniques seraient pertinentes et nécessaires pour permettre l'utilisation de ces fréquences en 5G dans un tel cadre ?

Question n°57. Dans quelle mesure serait-il pertinent de prévoir des attributions locales sous le régime d'autorisation individuelle pour la bande 26 GHz ? Sur quel périmètre géographique les autorisations d'utilisation de fréquences seraient-elles les plus adaptées ?

Question n°58. Quels sont les avantages et inconvénients d'une autorisation individuelle nationale pour cette bande de fréquences ?

Partie 4. La bande 1427 - 1518 MHz

4.1 Définition de la bande

La CEPT a adopté le 2 mars 2018 la révision de la décision ECC/DEC/(13)03³³ qui harmonise la bande 1452 - 1492 MHz comme suit :

1452 -1457	1457-1462	1462-1467	1467-1472	1472-1477	1477-1482	1482-1487	1487-1492
Downlink (base station transmit)							
40 MHz (8 blocs de 5 MHz)							

Figure 7 Harmonisation de la bande 1452 - 1492 MHz

Sur la base du rapport CEPT 65³⁴, la Commission européenne a adopté la décision 2018/661 du 26 avril 2018 amendant la décision 2015/750 qui harmonise l'ensemble de la bande 1427 - 1518 MHz pour une utilisation en mode SDL.

1427-1432	1432-1437	1437-1442	1442-1447	1447-1452	
Downlink (base station transmit)					
25 MHz (5 blocs de 5 MHz)					
1492-1497	1497-1502	1502-1507	1507-1512	1512-1517	1517-1518
Downlink (base station transmit)					Guard band
25 MHz (5 blocs de 5 MHz)					1 MHz

Figure 8 Harmonisation de la bande 1427 - 1452 MHz et de la bande 1492 - 1518 MHz

L'intégralité de la bande est donc harmonisée comme suit :

1427 MHz

1518 MHz

1427	-	1432	-	1437	-	1442	-	1447	-	1452	-	1457	-	1462	-	1467	-	1472	-	1477	-	1482	-	1487	-	1492	-	1497	-	1502	-	1507	-	1512	-	1517	-	1518
Downlink (base station transmit)																				Guard band																		
90 MHz (18 blocs de 5 MHz)																				1 MHz																		

Figure 9 Harmonisation de la bande 1427 - 1518 MHz

³³ ECC/DEC/(13)03 "ECC Decision of 3 July 2015 on the harmonised use of the frequency band 1452 - 1492 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL)"

<https://www.ecodocdb.dk/download/ccf1bd32-f898/ECCDec1303.pdf>

³⁴ CEPT report 65 "Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate "to develop harmonised technical conditions in additional frequency bands in the 1.5 GHz range for their use for terrestrial wireless broadband electronic communications services in the Union" <https://www.ecodocdb.dk/download/2a279732-4ab1/CEPTRep065.pdf>

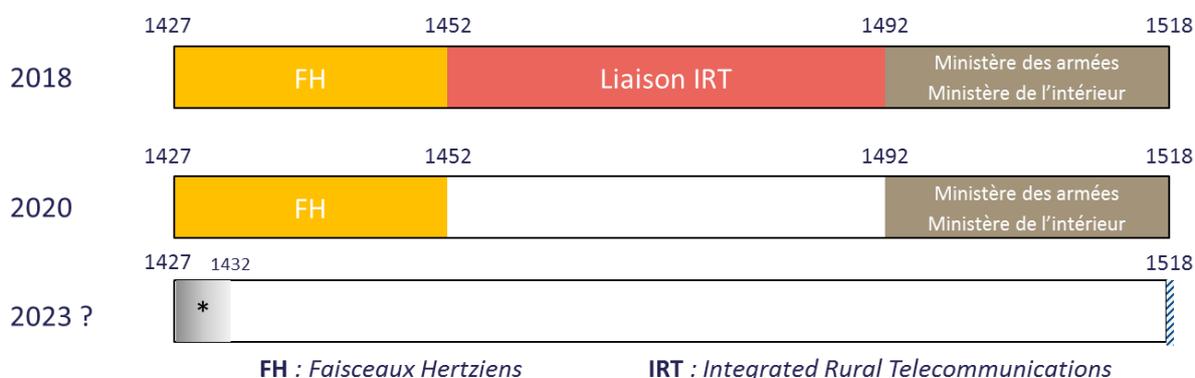
De son côté le 3GPP²³ a défini les bandes b32, b75 et b76 pour un usage 4G SDL et les bandes n75 et n76 pour un usage 5G SDL comme suit :

NR operating band	Uplink (UL) operating band BS receive / UE transmit $F_{UL_low} - F_{UL_high}$	Downlink (DL) operating band BS transmit / UE receive $F_{DL_low} - F_{DL_high}$	Duplex Mode
b32	N.A.	1452 - 1496 MHz	SDL
b75/n75	N.A.	1432 - 1518 MHz	SDL
b76/n76	N.A.	1427 - 1432 MHz	SDL

Figure 10 Définition des bandes b32, b75/n75 et b76/n76 en 4G/5G

4.2 Disponibilité de la bande

À ce jour, il est prévu que seule la bande de fréquences 1452 - 1492 MHz de 40 MHz soit libre en 2020. Des travaux sont en cours pour définir un calendrier de migration des faisceaux hertziens utilisant la bande 1427 - 1452 MHz et pour libérer la bande 1492 - 1517 MHz affectée au ministère des armées.



* Station de base à faible puissance (protection satellite observation de la terre et radio astronomie)

Figure 11 Occupation de la bande 1427 - 1518 MHz

4.3 Calendrier d'attribution

La bande de fréquences étant désormais harmonisée et bien que son usage premier à court terme sera vraisemblablement en 4G et non pas en 5G, il est envisagé de procéder à l'attribution de cette bande en même temps que celles des bandes 3,5 GHz et 26 GHz.

Par ailleurs, l'intégralité de la bande n'étant pas complètement libérée avant 2023, voire 2026, se pose la question d'une attribution non simultanée de l'intégralité de la bande :

- attribution de la bande 1452 - 1492 MHz dans une première phase ;
- attribution des bandes 1427 - 1442 MHz et 1492 - 1517 MHz dans une deuxième phase.

Question n°59. L'attribution de la bande 1452 - 1492 MHz devrait-elle être conduite en même temps que celle de la bande 3,5 GHz ? L'attribution du reste de la bande devrait-elle être conduite en même temps que celle de la bande 1452 - 1492 MHz ou ultérieurement ?

4.4 Modalités d'attribution de la bande 1427 - 1517 MHz

Cette bande de fréquences pourrait être attribuée en 10 blocs de fréquences comme suit :

1427 MHz	1432 MHz	1442 MHz	1452 MHz	1462 MHz	1472 MHz	1482 MHz	1492 MHz	1502 MHz	1512 MHz
Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Bloc 5	Bloc 6	Bloc 7	Bloc 8	Bloc 9	Bloc 10
5 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	5 MHz

Figure 12 Découpage de la bande 1427 - 1517 MHz

Les blocs 1 et 10 seraient des blocs « spécifiques » dont le positionnement serait fixe.

Les blocs 2 à 9 seraient des blocs « génériques » qui feraient l'objet d'une procédure de positionnement dans un deuxième temps.

Question n°60. Estimez-vous que la structure de bande proposée pour l'attribution soit pertinente ? Si non pourquoi ?

Question n°61. Un plafond de fréquences vous paraît-il souhaitable pour la procédure ? Pendant la durée de l'autorisation ? Le cas échéant, quel plafond vous semble le plus pertinent ?

Liste des questions

Sommaire	2
Modalités pratiques de la consultation publique	4
Introduction.....	5
Partie 1. Favoriser l'innovation grâce à la 5G.....	7
Question n°1. Quels types de nouveaux usages ou d'améliorations des usages existants anticipez-vous avec l'introduction de la 5G ? Quels en seront les utilisateurs ? Dans quelle mesure la 5G est-elle importante au développement de ces nouveaux usages ? Quelles sont les alternatives à la 5G pour les supporter ?	8
Question n°2. Quels sont les critères de performances clés nécessaires aux nouveaux usages mentionnés en réponse à la question n°1 ? La présence d'un réseau mobile disposant de ces performances clés est-elle suffisante pour voir l'émergence et le développement de ces nouveaux usages ou d'autres prérequis (techniques, économiques, réglementaires, organisationnels...) sont-ils nécessaires ? Dans l'affirmative, pouvez-vous détailler précisément les freins identifiés ?	9
Question n°3. À quel horizon voyez-vous l'émergence d'un environnement d'acteurs suffisamment mature pour faire apparaître les nouveaux usages mentionnés en réponse à la question n°1 ?	9
Question n°4. Au-delà des dates de standardisation de la 5G, à quel horizon voyez-vous le déploiement et l'utilisation effective des technologies susmentionnées : eMBB, mMTC, URLLC, <i>network slicing</i> ?	9
Question n°5. En tant qu'utilisateur des réseaux professionnels, estimez-vous qu'au-delà des réseaux qui pourront être déployés dans la bande 2,6 GHz TDD en 4G, et à terme éventuellement en 5G, un autre réseau 5G serait nécessaire pour répondre à vos besoins sur d'autres bandes de fréquences ? Sur quelles bandes et pour quelles raisons ?	10
Question n°6. En tant qu'acteur « vertical », estimez-vous qu'un réseau 5G ouvert au public permettrait de répondre à vos besoins ? Si non, pour quelles raisons techniques/de performance ? Outre la connectivité au réseau, quels sont les autres services fournis par les opérateurs que vous estimez, le cas échéant, nécessaires, comme par exemple l'hébergement de fonctionnalités propres (<i>virtual network fonctions, multi-access edge computing...</i>) dans le réseau de l'opérateur ? Quel horizon temporel est pertinent pour assurer la viabilité des plans d'affaires des nouveaux usages envisagés ?	10
Question n°7. Dans quelle mesure les spécificités de la 5G pourraient-elles faire émerger des opérateurs spécialisés sur certains services ? Pour quels types de services ? Avec quel modèle économique ? Avec quelles modalités d'accès au spectre ? Avec quelles modalités d'accès aux infrastructures de réseau ?	11
Question n°8. Le modèle MVNO peut-il contribuer à la dynamique concurrentielle et à l'innovation sur les services 5G ? Des dispositions favorisant l'accès d'acteurs tiers au spectre ou aux infrastructures de réseau 5G devraient-elles être prévues dans les futures autorisations ? Si oui, lesquelles ?	11
Question n°9. À quel horizon un déploiement de la 5G dans les bandes déjà attribuées (700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz, 2,6 GHz FDD) est-il envisageable ?	12

- Question n°10. Voyez-vous d'autres bandes de fréquences possibles pour le déploiement de la 5G ? À quel horizon ? 12
- Question n°11. 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 ? 12
- Question n°12. Quel calendrier de maturité envisagez-vous pour toutes les techniques d'amélioration des performances introduites avec la 5G listées ci-dessus ? Existe-t-il des contraintes liées aux bandes de fréquences pour déployer ces techniques ? Les niveaux de performances indiqués ci-dessus sont-ils pertinents ? En faut-il d'autres ? Pourquoi ? 13
- Question n°13. Quels sont les principaux avantages et inconvénients des trois solutions de déploiement (NSA avec cœur 4G, NSA avec cœur 5G et SA avec cœur 5G) ? Quels sont les impacts des trois solutions sur l'amélioration des performances attendues ? En fonction de la maturité de l'écosystème, à quel horizon le déploiement d'un cœur 5G est-il envisageable ? Quel est l'horizon pour permettre de rentabiliser les investissements consentis dans les différents scénarii ? 14
- Question n°14. S'agissant de MVNO disposant de leur propre cœur de réseau (« Full-MVNO »), quels sont les prérequis techniques nécessaires, côté opérateur hôte et côté Full-MVNO, pour qu'ils puissent être accueillis sur un réseau radio à ultra haut débit mobile ? Ces prérequis diffèrent-ils selon l'architecture de l'opérateur hôte (SA ou NSA) et le cœur de réseau du Full-MVNO (4G ou 5G) ? 14
- Question n°15. En tant qu'opérateur, prévoyez-vous d'héberger sur votre réseau des fonctions fournies par des utilisateurs (*virtual network function, multi-access edge computing...*) pour satisfaire les besoins en services spécifiques de ceux-ci ? Si oui, sous quelles conditions ? À quelle échéance ? Si non, quel(s) obstacle(s) voyez-vous à un tel hébergement ? 15
- Question n°16. Identifiez-vous d'autres solutions de déploiement de la 5G ? Dans quelle mesure les satellites ou les HAPS peuvent-ils être complémentaires aux réseaux 5G terrestres ? 15
- Question n°17. Quelles sont les performances requises pour assurer la collecte des stations de base avec l'introduction de la 5G ? Quelle est votre perception des différences de performance entre une collecte filaire (notamment en fibre optique) et une collecte radio ? Identifiez-vous des freins à lever pour permettre cette collecte ? 15
- Question n°18. Quel est l'impact des types d'environnement (urbain, péri-urbain, rural) sur la couverture 5G en bande 3,5 GHz ? Quel pourcentage de la population cette bande permettrait-elle de couvrir au regard des différentes considérations (portée, coûts, opportunité, etc.) et à quel horizon ? 17
- Question n°19. À quel horizon et pour quels services envisageriez-vous, le cas échéant, de mobiliser les fréquences dont vous disposez en bande 700 MHz ? En bandes 800 MHz et 900 MHz ? Les évolutions technologiques permettront-elles, avec les fréquences identifiées pour la 5G, d'apporter les débits supérieurs promis par la 5G sur une couverture plus étendue de la population ? Quelles solutions permettraient d'y parvenir ? 17
- Question n°20. Quelles seraient les bandes de fréquences les plus adaptées pour respecter, le cas échéant, une obligation de couverture étendue de la population en 5G ? 17
- Question n°21. Quelles pourraient-êtré les obligations spécifiques d'un réseau (obligations de couverture ou autres mécanismes) dans les bandes de fréquences 26 GHz et 1,4 GHz ? Avec quel calendrier ? 17
- Question n°22. Une date de fourniture d'un service 5G générique devrait-elle être fixée ? Laquelle ? 17

Question n°23. Dans le cas où un titulaire disposant déjà d'un réseau mobile serait lauréat de la future procédure, l'obligation de fournir le service 5G à une date donnée devrait-elle porter sur tout ou partie des sites de son réseau actuel ?.....	17
Question n°24. Une date de fourniture de services 5G évolués reposant sur les fonctionnalités du <i>network slicing</i> devrait-elle être fixée ? Laquelle ?.....	17
Question n°25. Dans quelle mesure et pour quel(s) service(s) une couverture 5G des axes de transports, tels que définis dans les autorisations actuelles, vous semble-t-elle appropriée ? À quel(s) horizon(s) ? Convient-il de spécifier des niveaux de service à atteindre ? Si oui pourquoi et lesquels ? Quel en serait le coût ?.....	18
Question n°26. Vous paraît-il nécessaire de prévoir une obligation de couverture pour d'autres d'axes de transport ? Pour quels niveaux de service et à quelle échéance ? Pourquoi ? Quel en serait le coût ? Quelles bandes de fréquences vous paraissent adaptées à ces fins ?	18
Question n°27. Quels critères d'utilisation effective du spectre apparaissent comme les plus pertinents ? Ces derniers doivent-ils être spécifiques à chaque bande ou génériques, et pourquoi ? Avec quels mécanismes de vérification ? Selon quel délai ?	19
Question n°28. En tant qu'acteur « vertical », seriez-vous prêt à construire un réseau en propre avec les fréquences mises à disposition par un titulaire et dans quelles conditions ? Sur quel périmètre géographique ? Sur quelle bande ? Comment prendre en compte les enjeux concurrentiels dans ce cas ?.....	19
Question n°29. En tant qu'opérateur, comment pourriez-vous répondre aux demandes raisonnables de service des verticaux dans les zones non couvertes ou lorsque le réseau déjà déployé n'a pas les performances requises ? Quelles seraient les contraintes techniques et les enjeux d'une cohabitation sur une même fréquence de réseaux exploités par différents acteurs ?	19
Question n°30. Quelles seront les performances de couverture de la 5G à l'intérieur des bâtiments, notamment par rapport aux réseaux actuels ? La 5G nécessitera-t-elle des équipements spéciaux de type « <i>small cell</i> » ou « <i>Distributed Antenna System</i> » (DAS) pour couvrir l'intérieur des bâtiments ? Les mêmes types d'engagement de couverture des bâtiments que ceux prévus dans le cadre de l'appel à candidatures pour l'attribution de la bande 2,1 GHz sont-ils pertinents pour la 5G ? Faudrait-il d'autres types de dispositions pour améliorer la couverture des bâtiments en 5G ?	19
Question n°31. Au-delà du cadre existant, estimez-vous utile de prendre des mesures spécifiques en matière de partage de réseaux mobiles pour le déploiement de la 5G ? Si oui, lesquelles et pour quelles raisons ?	20
Question n°32. Que pensez-vous d'un tel mécanisme d'attribution de droits d'utilisation conditionnels ? Que pensez-vous de l'obligation de fournir aux autres titulaires des informations sur les planifications d'utilisation d'un bloc dans un périmètre donné ? Quelles seraient les informations nécessaires ? Quelles seraient les conditions de bon fonctionnement d'un tel mécanisme (modalités opérationnelles, techniques, réglementaires, contractuelles) ?	21
Question n°33. Dans le cas où existerait une restriction d'utilisation pour une partie de la bande, est-ce nécessaire de prévoir un dispositif permettant aux titulaires impactés par cette restriction d'avoir accès aux fréquences des autres titulaires? Quelles en seraient les modalités ?	21
Question n°34. Quel horizon est pertinent pour assurer la viabilité des plans d'affaires des acteurs ? Comment concilier prévisibilité pour les investissements et adaptation des obligations aux besoins futurs ? Avez-vous des suggestions sur la manière d'assurer une adaptation des obligations au regard du développement de la 5G ?	21

Partie 2. La bande 3,4 GHz - 3,8 GHz	22
Question n°35. 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 ?.....	23
Question n°36. Voyez-vous un intérêt à obtenir une autorisation d'utiliser entre 2020 et 2026 des bandes de fréquences disponibles uniquement dans certains départements ? Quelles conditions de contiguïté géographique d'utilisation des blocs vous paraissent importantes ?	24
Question n°37. Quelles seraient les difficultés soulevées par une telle accélération du calendrier du THD radio ?	24
Question n°38. Le cas échéant, voyez-vous une difficulté à fournir après 2026 ou avant cette date un service d'accès fixe dans cette bande avec la 5G permettant d'assurer une continuité de la couverture du service fourni par le THD radio et la BLR dans les zones concernées ? Pensez-vous que d'autres solutions techniques pourraient être envisagées pour fournir ce type de services ? .	24
Question n°39. Existe-t-il d'autres solutions de coexistence qui pourraient être mises en place grâce aux innovations technologiques de la 5G ? À quelle échéance ?.....	25
Question n°40. Êtes-vous favorable à la mise en œuvre d'une synchronisation entre réseaux TDD ou d'une semi-synchronisation ? Pour quelles raisons ? Dans l'hypothèse d'une synchronisation, quel ratio temporel vous semble pertinent entre l'utilisation des fréquences en sens montant et en sens descendant ? Les paramètres de synchronisation doivent-ils être imposés dans les futures autorisations ou définis par concertation entre les titulaires des fréquences ? Quels sont les impacts de performances potentiels ?.....	26
Question n°41. Comment, selon vous, pourra être traitée la coordination aux frontières dans la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Une synchronisation sera-t-elle nécessaire ?	26
Question n°42. Que pensez-vous de l'utilisation de bandes de garde pour éviter les brouillages ? Quelle largeur de bande de garde vous semble suffisante ? Pensez-vous que l'utilisation de blocs restreints soit suffisante pour éviter les brouillages, notamment entre LTE TDD et 5G ?	26
Question n°43. Que pensez-vous de la mise en œuvre d'une séparation spatiale entre les sites THD radio et les sites 5G ? Quelle distance vous paraît nécessaire pour éviter que les brouillages n'impactent les performances en canal adjacent ? en co-canal ?	26
Question n°44. Quelle est votre préférence entre les deux options de calendrier et pour quelles raisons ? Le cas échéant, les dates de fin des futures autorisations devraient-elles être identiques ? Existe-t-il des contraintes opérationnelles qui limiteraient la possibilité de changer les canalisations radio 5G et le positionnement dans la bande après 2026, notamment pour des canaux qui seraient de part et d'autres de la fréquence 3,6 GHz ?	27
Question n°45. Quelle quantité minimale de fréquences vous paraît-elle nécessaire ? Quels seraient les conséquences sur les performances 5G de se voir attribuer seulement 20 MHz de bande ? Même question pour 50 MHz ? Même question pour 80 MHz ?.....	27
Question n°46. Est-ce que les équipements permettront en 5G d'agrèger entre eux plusieurs blocs de fréquences non contigus ? Quelles sont les contraintes éventuelles pour la canalisation et l'espacement fréquentiel des blocs non contigus ?.....	27
Question n°47. Un plafond de fréquences vous paraît-il approprié pour la procédure ? Pendant la durée de l'autorisation ? Le cas échéant, quel plafond vous semble le plus pertinent ? Doit-il prendre en compte la quantité de fréquences dont disposerait l'opérateur dans d'autres bandes éligibles à la 5G ?.....	28

Question n°48. Sur quel périmètre géographique les autorisations d'utilisation des fréquences seraient-elles les plus adaptées ? Pourquoi ?	28
Partie 3. La bande 24,25 - 27,5 GHz	29
Question n°49. Quelle est votre analyse quant à l'intérêt présenté par la bande 26 GHz pour l'introduction de la 5G ? Quelle est votre appréciation de la maturité de l'écosystème dans la partie haute de la bande à horizon 2020 ?	30
Question n°50. Êtes-vous favorable à la mise en œuvre d'une synchronisation entre réseaux TDD 5G dans cette bande ou d'une semi-synchronisation ? Pour quelles raisons ? Dans l'hypothèse d'une synchronisation, quel ratio temporel vous semble pertinent entre l'utilisation des fréquences en sens montant et en sens descendant ? Les paramètres de synchronisation doivent-ils être imposés dans les futures autorisations ou définis par une concertation entre les titulaires des fréquences ?	31
Question n°51. Selon vous quels seraient les critères pour évaluer l'impact sur la performance de la 5G de la coexistence avec les stations terriennes ? Qu'est-ce qui constituerait un impact significatif ? Quelle largeur de bande de garde ou distance de séparation serait nécessaire pour éviter tout brouillage ?	31
Question n°52. L'attribution de la bande 26,5 - 27,5 GHz devrait-elle être conduite dans le cadre de la même procédure que la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Même question pour la bande 25,5 - 26,5 GHz ? Même question pour la bande 24,25 - 25,5 GHz ?	31
Question n°53. Y a-t-il des contraintes techniques à réaménager la bande 26 GHz une fois l'intégralité des 3,25 GHz de la bande 26 GHz attribués ?	31
Question n°54. Quelle quantité minimale de fréquences à attribuer vous paraît nécessaire ? Quelles seraient les conséquences sur les performances 5G d'une canalisation de seulement 200 MHz de bande ? Un plafond de de fréquences vous paraît-il souhaitable pour la procédure ? Pendant la durée de l'autorisation ? Le cas échéant, quel plafond vous semble le plus pertinent ?	32
Question n°55. Les équipements permettront-ils en 5G d'agrèger entre eux plusieurs blocs de fréquences non contigus ? Quelles sont les contraintes éventuelles en termes de canalisation et espacement fréquentiels des blocs non contigus ?	32
Question n°56. Toute ou partie de la bande 26 GHz devrait-elle faire l'objet d'une attribution sous un régime d'autorisation générale pour le déploiement de la 5G ? Pour quelles raisons ? Le cas échéant, quelles conditions techniques seraient pertinentes et nécessaires pour permettre l'utilisation de ces fréquences en 5G dans un tel cadre ?	33
Question n°57. Dans quelle mesure serait-il pertinent de prévoir des attributions locales sous le régime d'autorisation individuelle pour la bande 26 GHz ? Sur quel périmètre géographique les autorisations d'utilisation de fréquences seraient-elles les plus adaptées ?	33
Question n°58. Quels sont les avantages et inconvénients d'une autorisation individuelle nationale pour cette bande de fréquences ?	33
Partie 4. La bande 1427 - 1518 MHz	34
Question n°59. L'attribution de la bande 1452 - 1492 MHz devrait-elle être conduite en même temps que celle de la bande 3,5 GHz ? L'attribution du reste de la bande devrait-elle être conduite en même temps que celle de la bande 1452 - 1492 MHz ou ultérieurement ?	35
Question n°60. Estimez-vous que la structure de bande proposée pour l'attribution soit pertinente ? Si non pourquoi ?	36

Question n°61. Un plafond de fréquences vous paraît-il souhaitable pour la procédure? Pendant la durée de l'autorisation ? Le cas échéant, quel plafond vous semble le plus pertinent ?	36
Liste des questions	37