



**Réponse de Bouygues Telecom à la consultation publique  
de l'Autorité de régulation des communications  
électroniques intitulée  
« Attribution de nouvelles fréquences pour la 5G »**

**Version publique**

Le 19 décembre 2018

### 1. BOUYGUES TELECOM CROIT AU DEVELOPPEMENT DE LA 5G, MAIS N'EST PAS ENCORE EN MESURE D'EN APPRECIER LA RENTABILITE

---

L'organisation que Bouygues Telecom a mise en place pour préparer l'arrivée de la 5G (création de l'accélérateur Smart X – 5G) s'inscrit dans une démarche pro-innovation et ouverte aux partenariats industriels.

**Pour autant, au démarrage, la 5G ne créera pas de rupture par rapport à la 4G.** Il n'y aura pas de services spécifiquement 5G. La 5G sera le prolongement de la 4G à laquelle elle apportera des capacités d'écoulement de trafic supplémentaires. Capacités nécessaires dans un premiers temps aux endroits les plus chargés du réseau.

**Ce n'est que progressivement avec l'avènement d'une 5G plus évoluée**, développée autour d'un cœur 5GC doté de nouvelles fonctionnalités, **que de nouveaux services apparaîtront** sur la décennie à venir, sans qu'il ne soit cependant possible à ce stade d'en estimer la rentabilité.

**Bouygues Telecom reste cependant convaincue que la mise en place de conditions favorables à l'émergence de ces nouveaux services doit se préparer dès aujourd'hui** par la recherche de partenariats équilibrés avec les grandes familles de verticaux.

Avec sa filiale Objenius dédiée à la conception et au déploiement sur-mesure de solutions industrielles pour objets connectés, Bouygues Telecom dispose en la matière d'une première expérience concrète. Cette première expérience, riche maintenant de plusieurs années d'exploitation, montre que la conclusion de partenariats est toujours un processus long, complexe et à l'issue incertaine.

Pour la 5G, Bouygues Telecom a d'ores et déjà initié un certain nombre d'approches des grands acteurs verticaux. En revanche, la capacité des opérateurs à concrétiser et rentabiliser ces partenariats reste à ce stade encore une inconnue.

**Il est cependant certain, que ces partenariats** – notamment ceux faisant appel aux réseaux sur-mesure (*Network Slicing*) - **nécessiteront pour les opérateurs de disposer de grandes quantités de fréquences**, pour être en capacité de satisfaire à la fois les besoins du grand-public, du B2B et des « verticaux ».

**Nous pensons en effet, qu'attribuer des fréquences directement aux acteurs verticaux, en particulier en bande 3,4-3,8 GHz dont la disponibilité est limitée, ne procéderait pas d'une gestion efficace de la ressource.** Outre les graves difficultés de cohabitation entre réseaux privés qui seraient engendrées par l'attribution de fréquences 3,4-3,8 GHz directement aux acteurs verticaux (distances de séparation importantes à respecter entre réseaux), la vocation du futur réseau 5G est précisément d'être en capacité de répondre à une grande variété d'usages et de ce fait de mutualiser sur une infrastructure unique, gérée par l'opérateur, des besoins différents localisés ou non. [X]

## 2. LES CONDITIONS D'INTRODUCTION DE LA 5G DOIVENT ETRE PREPAREES SOIGNEUSEMENT

---

**Pour la France le succès industriel de la 5G** - qui nécessitera de la part des opérateurs et des industriels des investissements plus importants encore que pour les technologies précédentes - **requiert qu'un certain nombre de conditions préalables soient réunies par les pouvoirs publics** :

- Libération et attribution aux opérateurs de fréquences en quantités suffisantes pour leur permettre d'être en capacité de satisfaire les « promesses » de la 5G ;
- Clarification du cadre réglementaire relatif à l'exposition du public, sans quoi la 5G risque de ne pas être réellement déployable ;
- Compatibilité du règlement européen sur la Net Neutralité avec la commercialisation de classes de services ;
- [X] ;
- Assouplissement des règles relatives à l'autorisation des équipements virtualisés.



Il est également important de noter que les évolutions technologiques successives augmentent progressivement la complexité des réseaux mobiles. En l'état actuel des connaissances sur la 5G, il convient encore de rester prudent vis-à-vis des performances qu'il sera réellement possible d'atteindre sur des réseaux 5G en conditions d'exploitation commerciale. C'est en effet la première fois que l'on déploiera une technologie si peu de temps après sa normalisation. En comparaison, lors de son introduction, la 4G était déjà bien plus mature.

## 3. LES OBLIGATIONS ATTACHEES AUX AUTORISATIONS D'UTILISATION DE FREQUENCES DOIVENT RESTER COHERENTES AVEC LA NATURE DES FREQUENCES ATTRIBUEES

---

Bouygues Telecom a toujours considéré qu'il était légitime que l'attribution d'une nouvelle bande de fréquences soit assortie d'obligations de couverture.

**En revanche, Bouygues Telecom tient à rappeler que ces obligations doivent rester cohérentes avec l'avantage réellement retiré de ces fréquences et notamment avec leurs propriétés physiques propres.**

A titre d'exemple, Bouygues Telecom considère qu'à 3,4-3,8 GHz il ne serait pas réaliste d'envisager une obligation de couverture en 5G supérieure à [X] de la population. Chaque opérateur, en fonction de ses propres contraintes, sera en mesure de couvrir le reste de la population en 5G à l'aide d'autres bandes fréquences ultérieurement et progressivement *refarmées*.

Il ne serait pas non plus pertinent d'imposer une date d'ouverture pour un service générique et un service évolué basé sur les technologies de la 5G. Au démarrage la 5G sera le prolongement naturel de la 4G. L'animation et la communication par les pouvoirs publics d'une date d'ouverture commerciale de la 5G ne serait pas comprise par le marché et risquerait d'engendrer beaucoup de déception dans la mesure où elle créerait artificiellement un niveau d'attente qui ne saurait être satisfait.

De même, étendre le champ d'intervention de la régulation aux composantes techniques de la 5G - sur la base des connaissances d'aujourd'hui - risque de freiner l'innovation et la créativité des acteurs.



#### 4. LES FREQUENCES DE LA BANDE 3,4-3,8 GHZ DOIVENT ETRE LIBEREES ET ATTRIBUEES EN TOTALITE AUX OPERATEURS MOBILES

---

Les performances de débit et l'émergence des nouveaux services promis par la 5G ne pourront devenir réalité qu'avec l'attribution aux opérateurs de larges portions de fréquences en bande 3,4-3,8 GHz, [X]:

- En moyenne, l'atteinte d'un débit pic d'1 Gbps *outdoor* nécessitera environ 100 MHz de fréquences contigües ;
- En l'absence de quantités de fréquences importantes, les opérateurs ne seraient pas en capacité de dédier de la bande passante aux réseaux sur-mesure (*Network Slicing*) des acteurs « verticaux ».

Or, en l'état actuel de nos connaissances il apparaît, qu'en raison de la présence de services THD Radio et BLR toujours actifs, les contraintes techniques pesant sur les déploiements mobiles 5G ne permettront pas d'envisager l'exploitation par le mobile de la sous-bande 3,4-3,6 GHz tant que les services THD Radio et BLR resteront actifs.

De plus, il convient de noter qu'un premier déploiement mobile cantonné à la sous-bande 3,6-3,8 GHz ne serait pas compatible avec un déploiement ultérieur dans la sous-bande 3,4-3,6 GHz, nécessitant un réinvestissement lourd. De ce fait, l'hypothèse d'une attribution séquencée en deux phases (3,6-3,8 GHz puis 3,4-3,6 GHz), en raison de la présence de systèmes THD Radio et BLR actifs jusqu'en 2026, conduirait les opérateurs à devoir déployer le réseau 5G deux fois, ce qui n'est pas soutenable économiquement. Ni opérationnellement compte tenu des impacts en matière de qualité de service pour les clients.

**Pour toutes ces raisons Bouygues Telecom recommande d'attribuer aux opérateurs mobiles la totalité des fréquences 3,4-3,8 GHz en une seule procédure, accompagnée d'un dispositif permettant le retrait rapide de la bande des systèmes préexistants THD Radio et BLR.**



S'agissant de la disponibilité de la bande 3,6 – 3,8 GHz, nous constatons qu'il n'est pas fait mention de stations terriennes des systèmes satellites qui occuperaient la bande au-delà de 2026. Nous souhaiterions donc que l'Autorité précise s'il y existe ou non un risque qu'une ou plusieurs de ces stations continuent à exploiter des fréquences dans la bande 3,6-3,8 GHz au-delà de 2023. Nous demandons que l'ARCEP publie un calendrier précisant les dates à partir desquelles les stations terriennes des systèmes satellites cesseront d'utiliser cette bande de fréquences.

#### 5. LES PROCEDURES D'ATTRIBUTION DOIVENT ETRE CONÇUES DE MANIERE A GARANTIR UNE REPARTITION EQUILIBREE DES FREQUENCES ENTRE OPERATEURS

---

Pour permettre à tous les opérateurs d'offrir un service 5G compétitif, **Bouygues Telecom recommande que l'attribution de la bande soit réalisée selon des modalités garantissant une répartition équilibrée des fréquences entre opérateurs.**

Il convient absolument de veiller à préserver, à l'occasion de cette attribution, le résultat des vingt dernières années d'efforts de la régulation en France qui, à chaque étape, a cherché à favoriser un rééquilibrage des attributions de fréquences entre opérateurs.

## **6. LA BANDE DE FREQUENCES DES 26 GHZ MANQUE ENCORE UN PEU DE MATURITE**

---

Bouygues Telecom considère que cette bande, dont la maturité de l'écosystème est plus limitée qu'en bande 3,4-3,8 GHz (bande pionnière pour l'Europe), pourrait être attribuée plus tard.

Bouygues Telecom ne voit pas non plus d'inconvénient à ce qu'une partie de ces fréquences soient attribuées directement à des acteurs « verticaux » si ceux-ci en faisaient la demande. A cette fréquence, la latence est bien plus faible qu'en bande 3,4-3,8 GHz et les contraintes de cohabitation entre réseaux non synchronisés sont très limitées.

## **7. UNE PARTIE DE LA BANDE « L » PEUT D'ORES ET DEJA ETRE ATTRIBUEE AUX OPERATEURS**

---



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

**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 ?**

#### BOUYGUES TELECOM CROIT AU DEVELOPPEMENT DE LA 5G

**Au démarrage la 5G (mode NSA – Non Stand Alone) ne créera pas de rupture par rapport à la 4G.**

Il n'y aura pas de services spécifiquement 5G. La 5G sera le prolongement de la 4G à laquelle elle apportera des capacités d'écoulement de trafic supplémentaires. Capacités nécessaires dans un premier temps aux endroits les plus chargés du réseau.

**D'ici [X], une version plus évoluée intégrant toutes les briques de la 5G (cœur 5GC, mode SA – Stand Alone, *network slicing*, MEC) contribuera à l'émergence de nouveaux services. Ces nouveaux services se développeront progressivement sur la décennie à venir.**

**Bouygues Telecom croit au développement de la 5G** pour plusieurs raisons :

- Elle est nécessaire pour satisfaire la consommation croissante de données mobiles de nos concitoyens ;
- Elle est le successeur naturel des technologies précédentes qui finiront par devenir obsolètes (2G et surtout 3G proches de leur fin de vie) ;
- [X]

L'ambition de Bouygues Telecom est dictée par sa volonté de faire profiter le plus grand nombre des usages numériques et d'offrir en permanence à ses clients le service le plus adapté à leurs besoins. La vision de Bouygues Telecom vis-à-vis de la 5G procède de cette même volonté d'offrir le meilleur service à ses clients.

#### L'ORGANISATION MISE EN PLACE PAR BOUYGUES TELECOM POUR LA 5G S'INSCRIT DANS UNE DEMARCHE PRO-INNOVATION

**Récemment Bouygues Telecom s'est organisée** pour initier un dialogue avec ses clients et ses fournisseurs, ainsi qu'avec les grands acteurs « verticaux » du marché **pour identifier et anticiper les besoins futurs à satisfaire**. Cette organisation est désignée sous le vocable « Accélérateur Smart X – 5G ».

L'Accélérateur Smart X – 5G de Bouygues Telecom s'inscrit dans une démarche d'Open Innovation. Il a pour objectif d'identifier, de co-construire et de tester avec ses partenaires de nouveaux services autour de « verticales » telles que la ville intelligente, l'immeuble intelligent, la mobilité du futur, l'industrie 4.0, le chantier connecté, l'agriculture connectée, etc.

Certaines de ces « verticales » sont issues des métiers du groupe Bouygues, et sont déjà des partenaires naturels de l'Accélérateur. D'autres « verticales », non présentes dans les activités du groupe Bouygues, se joindront à l'accélérateur via des partenariats.

Les missions de l'Accélérateur sont :

- De faire connaître la 5G et ses potentiels d'innovation,
- D'animer un écosystème de partenaires sur les différentes verticales identifiées,
- De construire des partenariats pour développer en commun des solutions bout en bout utilisant la 5G.

Pour réaliser sa mission, l'Accélérateur a été doté d'une équipe dédiée et de moyens propres. L'accélérateur dispose d'un accès aux zones pilotes de Bouygues Telecom (déploiements expérimentaux de Bordeaux et Lyon) ainsi qu'aux zones pilotes dédiées à la mobilité du futur avec lesquelles Bouygues Telecom a conclu un partenariat (UTAC CERAM<sup>1</sup> et TRANSPOLIS<sup>2</sup>). En outre, l'accélérateur dispose du soutien et de l'expertise des équipes d'ingénierie de Bouygues Telecom.

L'Accélérateur, dont la mise en place a été annoncée le 3 Juillet dernier, consécutivement à l'ouverture des deux premiers sites 5G de France à Bordeaux, est aujourd'hui opérationnel et actif. [✂]

#### QUELLES PERSPECTIVES POUR LES NOUVEAUX SERVICES ?

Aujourd'hui tous les services peuvent être acheminés par la 4G. En revanche, les caractéristiques propres de la 5G permettront progressivement le développement de nouveaux usages. Ces caractéristiques propres peuvent être classées en plusieurs catégories :

- bande passante complémentaire,
- latence réduite,
- densité accrue d'objets connectés au km<sup>2</sup>,
- cœur de réseau décentralisé et hébergements applicatifs décentralisés,
- réseau sur mesure (slicing).

#### Perspectives de nouveaux services autour de la bande passante :

- **Développement de la consommation en données mobiles** des clients GP, PRO et Entreprises.  
Les trafics acheminés sur les réseaux mobiles sont multipliés chaque année par un facteur proche de [✂] en moyenne. Seules de nouvelles ressources spectrales en 5G permettront de satisfaire cette croissance.
- **Couverture des lieux à forte affluence**, comme les stades, les centres de congrès, les halls d'exposition, les gares, etc.  
La bande passante supplémentaire apportée par la 5G permettra de soulager les réseaux existants. A ce jour les capacités télécoms de ces zones sont très contraintes ce qui peut entraîner incompréhension et frustration de la part des consommateurs.  
Ces nouvelles capacités libéreront l'innovation en matière de contenus et de nouvelles expériences utilisateur.
- **Alternative à la fibre optique pour des connexions très haut débit** en environnement contraint ou difficilement accessible par la fibre.

---

<sup>1</sup> <https://www.corporate.bouyguetelecom.fr/press-room/bouygues-telecom-devient-partenaire-dutac-ceram-et-equipera-en-5g-le-nouveau-centre-dessais-et-dhomologation-teqmo/>

<sup>2</sup> <http://www.transpolis.fr/n/Medias/actualites/BOUYGUES-TELECOM-partenaire-pour-la-4G-et-5G-i603.html>

La vidéo protection urbaine pourrait par exemple utiliser des connexions sans fil 5G aux emplacements où la fibre optique serait plus difficilement accessible.

Il convient de noter que la bande passante supplémentaire apportée par la 5G sera directement corrélée à la quantité de fréquences qui sera effectivement attribuée à chaque opérateur. Il va de soi qu'une quantité de fréquences attribuée trop faible ne permettrait de soutenir très longtemps la croissance des usages. De ce fait, la 5G se trouverait elle-même très vite saturée.

#### **Perspectives de nouveaux services autour de la latence réduite :**

- **Accès facilité aux données et aux capacités de calcul hébergés dans le réseau.** L'hébergement de données, de services ou de capacités de calcul dans le cloud est déjà très largement utilisé dans le cadre des démarches de Digitalisation des entreprises, ou d'offres de services spécialisés aux consommateurs.

En réduisant la latence, la 5G va faciliter ces usages en permettant par exemple des traitements plus complexes et plus lourds grâce à l'amélioration de l'interaction avec les utilisateurs. L'hébergement de capacités de calcul dans le réseau devrait également pouvoir réduire la complexité de conception des terminaux mobiles et apporter plus de puissance aux utilisateurs en mobilité.

Le traitement d'image temps réel est un exemple de technologie qui pourrait bénéficier de cette plus faible latence avec de nouvelles applications possibles dans tous les domaines qu'ils soient grands publics ou Entreprises.

- **La robotique** est également un domaine qui devrait bénéficier de cette plus faible latence, à la fois pour les opérations de télécommande à distance et de traitements complexes déportés. Exemple des robots de livraison pour le dernier kilomètre. Ces robots devraient rester autonomes lors de leurs déplacements et disposer de la capacité à décider localement de leur trajet. En revanche, la connexion 5G faible latence permettrait de pouvoir intervenir à distance lors de situations imprévues ou non conformes aux règles ne permettant pas au robot de décider seul de la marche à suivre.

#### **Perspectives de nouveaux services autour de la densité accrue d'objets connectés :**

Il convient de noter que la normalisation 5G des technologies dites Massive - IOT basée sur la technologie 3GPP-NR n'est pas encore finalisée. Il est donc difficile, à ce stade, d'en décrire les bénéfices en termes de nouveaux services.

En revanche, Bouygues Telecom bénéficie grâce à sa filiale Objenious d'une première expérience en ce domaine. Avec son réseau national à la technologie LoRa, Objenious répond aux demandes de connexions à très faible consommation énergétique de ses clients sans aucune limitation de capacité.

#### **Perspectives de nouveaux services autour du cœur de réseau décentralisé et hébergements applicatifs décentralisés :**

- **Déploiement des applications au plus proche des utilisateurs.**

Ce rapprochement permettra de bénéficier à plein de la réduction de la latence de la radio 5G sans que celle-ci soit pénalisée par de longues distances à parcourir sur le cœur de réseau de l'opérateur et l'internet.

Ces applications qui s'exécuteront au plus proche des utilisateurs seront hébergées sur les réseaux des opérateurs grâce au « MEC » (Multi Access Edge Computing). Cet hébergement permettra d'améliorer tout un panel d'applications existantes : virtualisation d'applications de jeux en lignes, virtualisation de PC Grand Public (exemple du PC Shadow de la société Blade), etc.



- **Lunettes de réalité augmentée.** Il est probable que les futures lunettes de réalité augmentée utiliseront les capacités nouvelles apportées par les fonctions de cœur de réseau déporté. A terme, les lunettes pourraient très bien se limiter à un jeu de capteurs et à un afficheur associés à un modem 5G permettant d'exploiter des capacités de traitement hébergées dans le réseau.

#### **Perspectives de nouveaux services autour du réseau sur mesure (slicing) :**

A terme, la 5G sera dotée de fonctionnalités permettant de réserver des ressources réseau à un usage ou un client donné. Ce jeu de nouvelles fonctionnalités est connu sous le vocable « *slicing* ».

- **Commercialisation de classes de services.** Adaptation des performances du réseau à certaines catégories de services nécessitant un traitement particulier.
- **Priorisation de services critiques.** Exemple des services d'urgence, des forces de l'ordre ou de secours. Dans les situations extrêmes ces entités pourront bénéficier de services renforcés ou « durcis ».
- **La réalisation de Réseaux Privés socle de l'Industrie 4.0, voire de l'agriculture connectée.**  
Dans un souci de plus grande efficacité, les industriels sont amenés à intégrer les technologies sans fil à leurs processus de fabrication (digitalisation des processus et plus grande flexibilité et agilité des chaînes de production).  
Aujourd'hui, l'utilisation du Wifi est insatisfaisante. Pour la couverture d'un site de production de taille importante, le recours à un réseau privé 4G est déjà plébiscité par les industriels. Les nouvelles capacités de la 5G seront autant de nouveaux avantages dont pourront tirer profit les industriels et les entreprises en général, à savoir :
  - Capacité à disposer d'une couverture indoor de qualité,
  - Capacité à préempter de la bande passante,
  - Capacité à déployer un cœur de réseau physique ou virtuel dédié localisé directement sur le site de production pour disposer de toutes les fonctions réseau sur le site industriel lui-même, et donc de la latence la plus faible possible,
  - Capacité à bénéficier d'une latence réduite,
  - Conservation des données stratégiques de fonctionnement de la production au sein de l'entreprise.

**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 ?**

Comme exposé dans la réponse à la question n°1, Bouygues Telecom croit au développement de la 5G. En revanche, ce développement sera coûteux pour les opérateurs :

- Nouveaux systèmes antennaires,
- Nouvelles baies radio,
- Renforcement des liens de collecte,
- Nouveau cœur de réseau décentralisé au plus près des utilisateurs,
- Déploiement d'infrastructures d'hébergements applicatifs décentralisés,

- Etc.

Le déploiement de la 5G ne pourra donc être rentabilisé et devenir un réel succès commercial que si un certain nombre de conditions sont réunies par les pouvoirs publics.

**Les pouvoirs publics doivent libérer et attribuer des fréquences aux opérateurs en quantités suffisantes :**

Si la 5G ne se limite pas à une nouvelle interface radio, les promesses en termes de débits et de performances sont largement dépendantes des nouvelles technologies antennaires qui seront mises en œuvre. Or, cette technologie radio, bien que pouvant à terme être déployée dans les bandes de fréquences déjà attribuées au service mobile, ne sera pleinement exploitée que dans le cas où de larges blocs de fréquences seront attribués par acteur. L'attribution de nouvelles bandes de fréquences, notamment de la bande 3.4-3.8GHz, est donc un prérequis à la réalisation des promesses de la 5G.

La majeure partie de la bande 3.4-3.8 GHz doit être attribuée au service mobile et un calendrier d'attribution doit être précisé.

La bande 3 400 – 3 800 MHz a été définie au niveau européen comme bande « primaire » pour la 5G. Contrairement aux attributions ou aux annonces de projets d'attribution de tout ou partie de cette bande dans de nombreux pays européens, nous constatons que son avenir est incertain en France en raison de la présence de systèmes de boucle locale radio sur la sous-bande 3400-3600 MHz. La présence de ces systèmes risque de ne pas permettre d'attribuer aux opérateurs des portions de fréquences suffisamment larges ([3<1]) et de ce fait de limiter les performances de la 5G.

**Les pouvoirs publics doivent faciliter le déploiement des antennes 5G, notamment en clarifiant le cadre réglementaire relatif à l'exposition du public :**

Il est essentiel que l'Etat clarifie sa politique en matière d'exposition aux radiofréquences et la mette en cohérence avec son ambition pour le développement de la 5G. En cette matière comme en d'autres, les politiques publiques doivent avoir un minimum de cohérence entre elles. Il est en effet difficile de concilier un très fort volontarisme sur le très haut débit mobile avec une volonté de réduire drastiquement le niveau d'exposition.

Il est bien difficile de faire coexister d'une part, des ambitions de déploiement très ambitieuses contenues dans des autorisations d'utilisation de fréquence, d'autre part des redevances probablement très substantielles pour l'utilisation de ces fréquences, enfin des limitations parfaitement déraisonnables dans le niveau d'exposition. Il était déjà très difficile de répondre à cette triple exigence dans le cas de la 4G, mais cela devient quasiment mission impossible pour la 5G. Il faut que l'Etat exprime des choix politiques clairs entre ces différentes priorités. Les opérateurs n'ont pas vocation, et en tout état de cause ne peuvent plus, résoudre cette équation.

Ainsi, la loi Abeille adoptée en 2015 a introduit le principe de « sobriété » en matière d'ondes électromagnétiques ce qui conduit à s'interroger sur la volonté réelle des pouvoirs publics d'encourager le numérique en mobilité. Tout récemment l'Agence Nationale des Fréquences a élargi les critères d'application du « point atypique » (communiqué de l'Agence du 14 décembre 2017).

Ainsi désormais, les lieux où la valeur d'attention de 6V/m ne devrait pas être dépassée sont étendus aux environnements extérieurs, incluant les balcons, loggia ou terrasses et plus largement les Etablissement recevant du public (parkings ou stations de métro par exemple).

Dans ce contexte, de nombreuses communes imposent de fait, via des « chartes » dont la valeur juridique est parfois discutable, des niveaux d'expositions très en deçà de ce qui permet la mise en œuvre de la technologie.

Le déploiement de la 5G va générer de nouvelles interrogations de la part du public. Il sera nécessaire de disposer de réponses claires et rassurantes de la part des pouvoirs publics préalablement au déploiement. La publication des résultats du chantier N°4 du gouvernement – avant l'appel d'offres – est de ce fait d'une importance capitale.

**Les pouvoirs publics doivent rendre le règlement européen sur la Neutralité du Net compatible avec la commercialisation de classes de services différenciées :**

A la différence des technologies qui l'ont précédée, dont l'objectif était principalement d'adresser le marché du multimédia mobile, la 5G a été conçue pour adresser une grande variété de marchés.

En effet, les expressions de besoin qui ont servi de base aux travaux de spécification du 3GPP et de R&D des industriels ont couvert de nombreux usages requérant des caractéristiques techniques et des performances très différentes. Ces caractéristiques ne sont pas toujours compatibles entre elles et ne nécessitent pas forcément la mise en œuvre des mêmes composants technologiques (couche physique, modulation, fonctions réseau et leur localisation, etc). Pour gérer cette diversité d'usages et d'implémentations, simultanément et de manière flexible, la 5G, sous l'appellation « *network slicing* », intègre nativement des fonctionnalités lui permettant de s'adapter à chaque situation (segments de marché et typologies d'usages) et de faire cohabiter tous ces services distincts au sein d'un même réseau.

Nous considérons que les lignes directrices de l'ORECE concernant le respect de la neutralité de l'internet sont sujettes à interprétation ce qui, en l'absence de clarification, présente un risque pour la mise en œuvre de la 5G, en particulier s'agissant des mécanismes et fonctionnalités spécifiques à différents segments de marché et typologies d'usages.

En effet, la recommandation de l'ORECE est de limiter le traitement différencié des catégories de flux applicatifs aux applications requérant une qualité de service objectivement différente, pendant une durée limitée, seulement quand cela est nécessaire. Des considérations commerciales ne peuvent être à l'origine d'un traitement différencié de flux applicatifs.

Or, il existe tout un pan du standard 5G qui se consacre aux applications critiques et à très faible latence (Ultra Reliable and Low Latency Communications). Par exemple, des applications industrielles ou de sécurité peuvent nécessiter une disponibilité supérieure à celle qui est habituellement fournie aux services multimédias mobiles et bénéficier alors de taux de codage supérieurs et/ou de priorisation. De même, des applications de robotique, de transports intelligents ou de réalité virtuelle, que ce soit d'ailleurs pour les entreprises ou pour le grand public, peuvent requérir une latence plus faible que celle généralement fournie aux services mobiles multimédia actuels, et bénéficier de fonctions décentralisées de type « Mobile Edge Cloud » fournis par les opérateurs mobiles. En théorie, les services multimédia mobiles traditionnels verraient certainement eux aussi leur qualité améliorée par ce type de traitement (ultra basse latence ou très haute fiabilité), mais, ce traitement ne leur est pas indispensable pour fonctionner, il apparaît légitime de ne le mettre en œuvre qu'en absence de besoins plus critiques.

L'essor de la 5G et les bénéfices attendus pour les secteurs verticaux nous semblent directement dépendant de la mise en œuvre du « *network slicing* » puisque cet ensemble de fonctionnalités permettra des économies d'échelle en ayant un même réseau répondant à plusieurs usages (multimédia mobile, industrie, sécurité, transports, réalité virtuelle, etc..). Dans l'éventualité d'une interprétation trop stricte des lignes directrices de l'ORECE, les besoins spécifiques (services critiques,

services à basse latence,...) devraient être adressés par des réseaux dédiés avec pour conséquence une augmentation des investissements nécessaires, une disponibilité plus tardive des réseaux et une utilisation sous optimale des fréquences.

Adapter les lignes directrices de l'ORECE sur la net neutralité au nouveau contexte 5G : Bouygues Telecom considère qu'il est nécessaire que la Commission européenne adapte le règlement sur la Net Neutralité. En attendant une mise à plat de ce règlement, Bouygues Telecom pense que l'ORECE devrait adopter de nouvelles lignes directrices pour permettre une interprétation plus souple de la net neutralité qui, sans rien enlever à la nécessaire protection des droits des internautes, permette une meilleure prise en compte de l'innovation technologique de la 5G. Il faudrait rendre possible le traitement différencié des flux applicatifs sans lequel il ne sera pas possible de répondre aux besoins spécifiques des secteurs « verticaux » : applications critiques à prioriser, robotique et réalité virtuelle par exemple à traiter avec un très faible niveau de latence, etc.



### **Les pouvoirs publics doivent assouplir les règles relatives à l'autorisation des équipements virtualisés :**

Pour la 5G, il sera nécessaire de « virtualiser » les cœurs de réseau. Les nouveaux marchés et services promis par la 5G vont nécessiter des ressources de cœur de réseau dédiées à chacun de ces nouveaux marchés et services (Réalité virtuelle, robotique, véhicules connectés, etc.).

Cette nouvelle architecture de réseau sera rendue possible grâce à la technologie dite de « virtualisation » des plates-formes du cœur de réseau. Les opérateurs seront amenés à mettre en œuvre ce type d'architecture à plus brève échéance qu'initialement attendu.

Cette « virtualisation » permettra :

- Un déploiement simple et rapide de cœurs de réseau dédiés à de nouveaux cas d'usage, à une entreprise ou à une organisation donnée ;
- Une adaptation souple des fonctions de cœur de réseaux à la performance et aux fonctionnalités particulières requises par une application ou un service donné. En effet, les performances exigées du réseau ne sont pas les mêmes selon qu'il s'agit de connecter un très grand nombre d'objets, d'offrir des débits très élevés ou d'assurer une fiabilité et une résilience très forte ;
- Un rapprochement des fonctions de cœur de réseau au plus près des utilisateurs. Par exemple, directement au sein des locaux d'une entreprise en réponse à des besoins de sécurité ou au plus proche de l'utilisateur final pour obtenir un maximum de réactivité du réseau (très faible latence nécessitée par certaines applications critiques).

L'autorisation de l'ANSSI est nécessaire avant toute mise en production de nouveaux équipements réseau. Les équipements des réseaux de télécommunications traitant des correspondances privées et susceptibles de disposer de fonctions d'interception légales de communications doivent recevoir l'autorisation du Premier Ministre délivrée par l'ANSSI (Article 226-3 du code pénal) avant toute commercialisation et mise en production. Les équipements constituant les réseaux d'accès radio 4G sont en pratique exclus du champ d'application de l'article 226-3 du code pénal et il est souhaitable que ce soit également le cas pour les réseaux d'accès radio 5G.

Jusqu'à présent, sur les équipements non « virtualisés », cette autorisation était obtenue directement par les équipementiers sur la base de travaux menés conjointement avec l'ANSSI sur maquette matériel et logiciel.

Désormais, pour les systèmes « virtualisés », cette validation est portée par les opérateurs eux-mêmes. L'autorisation est accordée par l'ANSSI en prenant en considération l'ensemble de la solution (intégration comprise) :

- Hardware et sa couche logicielle de virtualisation (socle NFVi ou Network Functions Virtualization Infrastructure) ;
- Applicatifs (fonctions réseau virtualisées ou VNFs) ;
- Eventuelle solution d'orchestration.

En effet, pour un constructeur donné l'intégration d'une même solution applicative de cœur de réseau peut être réalisée différemment d'un opérateur à un autre : hardwares différents, couches de virtualisation déployées en versions différentes, etc. Cette ouverture des interfaces peut potentiellement présenter des failles de sécurité. Ce sont ces failles potentielles que l'ANSSI entend identifier et faire corriger avant toute autorisation pour une mise en service commercial.

La Fédération Française des Télécoms a rédigé un premier référentiel des objectifs de sécurité à atteindre pour les systèmes virtualisés (harmonisation en amont des pratiques opérateurs et équipementiers en conformité avec les exigences de l'ANSSI). Ce premier référentiel a été partagé avec l'ANSSI. La version officielle est attendue courant 2019. L'objectif de ce référentiel est d'identifier conjointement avec l'ANSSI les exigences et contraintes de sécurité à implémenter par les opérateurs qui puissent être auditées par un tiers de confiance ou une entité gouvernementale ad hoc.

Néanmoins, pour l'homologation des plates-formes de cœurs de réseau 4G virtualisés l'ANSSI annonce des délais d'analyse et de certification très longs d'environ 18 mois.

Les recommandations de l'ANSSI n'ont été publiées qu'en juillet 2017 (« Principes de sécurisation applicable aux plateformes virtuelles supportant des fonctions de communication » et son annexe « Mesure de sécurisation des plateformes de virtualisation des fonctions permettant de porter atteinte au secret des correspondances »). Elles demeurent incomplètes puisqu'elles n'adressent pas encore les questions relatives à « l'orchestration » nécessaire à l'implémentation de la fonction de « Network Slicing » nécessitée par les nouvelles applications 5G. De plus, elles sont encore très peu connues des éditeurs d'applicatifs réseaux virtualisés ou d'orchestration. Enfin les recommandations de sécurité de l'ANSSI sont très contraignantes pour les opérateurs français et sans aucun équivalent dans les autres pays d'Europe où les exigences sont plus légères.

Ainsi, Bouygues Telecom estime que l'homologation des systèmes de cœur de réseau virtualisé soumis en France à l'autorisation de l'ANSSI sera de 18 à 24 mois, contre 6 à 12 mois pour les anciens systèmes. Cet allongement des délais d'homologation nuira, en France, au développement de la 5G. En effet, les nouveaux business de la 5G recourront de manière intensive à la « virtualisation ».

Il est nécessaire d'accroître les moyens d'investigation de l'ANSSI pour lui permettre d'anticiper les problématiques de sécurité posées par les nouvelles technologies 5G. Il est également nécessaire d'harmoniser les règles de sécurité au niveau européen :

- Harmoniser, définir et spécifier au niveau Européen l'ensemble des exigences de sécurité pour qu'elles soient prises en compte en amont par l'ensemble des acteurs de la filière : constructeurs, éditeurs de logiciels et intégrateur.
- Effectuer une veille sur les environnements de virtualisation pour anticiper les problématiques de sécurité.
- Accélérer les processus de validation, les délais de délivrance des rapports de tests et d'audits mis en œuvre par l'ANSSI auprès des fournisseurs et des opérateurs.

- Adapter les conditions de délivrance des autorisations de l'ANSSI pour les systèmes soumis à l'article 226-3 du code pénal lors des expérimentations 5G en France : tests et ouvertures pré-commerciales.

**Les industriels-verticaux devront s'accorder avec les opérateurs sur des modèles économiques viables pour les deux parties :**

Les cas d'usage de type industriels seront demandeurs de garanties de service et de disponibilités au-delà de ce qui est pratiqué à ce jour sur les réseaux commerciaux.

A titre d'exemple, le GSM-R a été mis en œuvre en dupliquant les équipements radio sur chaque site de manière à atteindre un niveau de disponibilité compatibles avec les exigences de sécurité et de disponibilité de la SNCF.

Des déploiements de cette qualité n'existent pas sur les réseaux commerciaux des opérateurs télécoms. En revanche, la 5G apportera de nouvelles possibilités, notamment en termes d'architectures, qui permettront d'atteindre localement – sur un périmètre réduit – un niveau de disponibilité du réseau plus proche des attentes et exigences propres des industriels, sans toutefois pouvoir garantir à 100% le « zéro » défaut.

Pour concrétiser les nouveaux cas d'usage propres aux services industriels, il sera nécessaire de définir un niveau minimum de standardisation de ces services pour ne pas en renchérir excessivement les coûts et de trouver un partage équilibré des risques et des responsabilités propres à chacun.

C'est tout le sens de la mise en place par Bouygues Telecom de l'Accélérateur de projet 5G (SmartX-5G). Son objectif est de travailler avec les industriels à la co-construction de solutions opérationnelles compatibles avec les contraintes économiques et techniques propres à chacun.

**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 ?**

Comme exposé en réponse à la question n°1, **les nouveaux services apparaîtront progressivement sur la décennie à venir concomitamment avec la mise en place d'une version plus évoluée de la 5G.**

**Les nouvelles capacités réseau nécessaires à la décongestion des réseaux 4G commenceront à produire leurs effets lorsque l'écosystème terminal arrivera à maturité vers [X]<sup>3</sup>.**

**Au-delà de cet apport capacitif de nouveaux services seront rendus possibles par une version plus évoluée de la 5G avec l'apparition du cœur 5GC et de ses fonctionnalités associées qui sera [X].**

Dans le domaine industriel par exemple, le besoin de polyvalence des unités de production conduit les industriels à rechercher une plus grande agilité de production tant dans l'aménagement des sites que dans l'utilisation des machines. L'utilisation du Wifi ne répond pas aux attentes des industriels en matière de fiabilité et de sécurité. La connexion à Internet des outils de production présente un risque de perméabilité aux cyber-attaques. L'utilisation du Cloud pour le traitement des données de production ne répond pas non plus à toutes les exigences de confidentialité.

Sur les sites industriels, l'utilisation de Réseaux Privés devrait donc démarrer avec la 4G, puis progressivement s'étoffer avec la 5G. L'écosystème commence à se structurer. Les premiers pilotes 5G

---

<sup>3</sup> [X]

débiteront lorsque des modems et des équipements seront diffusés sur le marché. La généralisation de ces solutions aura lieu lorsqu'un niveau minimum de fiabilité et de sécurité à un coût acceptable aura été atteint.

**Au travers de son incubateur Bouygues Telecom est en relation avec un réseau important de partenaires.** Il existe une réelle volonté d'avancer de la part de ces acteurs. En revanche, le faible niveau de maturité de la technologie 5G ne permet pas encore aujourd'hui de leur apporter des réponses claires sur ses performances, sa fiabilité, et son coût.

**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 ?**



**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 ?**

**Le *Network Slicing* devrait permettre d'adresser sur une même infrastructure Réseau une grande quantité de besoins hétérogènes. L'avènement de la 5G constitue une occasion historique de migrer une partie des services traditionnels PMR sur les réseaux 5G commerciaux.**

La 5G a été conçue dès l'origine avec l'objectif d'adresser les cas d'usages les plus variés. Le concept de *network slicing* permettra de dédier des ressources pour un usage donné. Les utilisateurs devraient de ce fait avoir accès à des services équivalents à ceux qu'ils bénéficient sur leur réseau dédié tout en bénéficiant des économies d'échelle et d'un cycle d'innovation raccourci. Le péché originel des réseaux dédiés est leur incapacité à évoluer au même rythme que les réseaux commerciaux.

**Si les besoins des utilisateurs des réseaux professionnels ne pouvaient réellement être satisfaits à l'avenir par les nouveaux réseaux mobiles 5G commerciaux et nécessitaient de nouvelles ressources spectrales au-delà des fréquences 2,6 TDD déjà mises à disposition, nous recommandons d'attribuer à ces acteurs des fréquences en bande 26 GHz pour préserver la capacité des réseaux 5G commerciaux en bande 3,4-3,8 GHz.**

En effet, la quantité de fréquences réellement exploitable sans contraintes importantes apparaît limitée. Sans préjuger des besoins qui pourraient être identifiés par les utilisateurs de réseaux professionnels, nous considérons que l'ARCEP doit éviter d'accentuer encore la fragmentation de la bande 3,4-3,8GHz.

Bouygues Telecom tient à souligner les difficultés amenées par la coexistence en bande adjacente d'acteurs disposant de modèles de déploiement et d'usages différents. Ces difficultés ont récemment été illustrées par les travaux menés par le groupe Experts Mobile de l'ARCEP sur la coexistence des réseaux FDD et TDD en bande 2,6 GHz.

Nous considérons que la bande 2,6 GHz TDD représente une quantité de fréquences en adéquation avec les besoins de service PMR 5G. La disponibilité d'équipements 5G supportant cette bande de fréquences fait d'ailleurs déjà consensus. En revanche, l'Arcep devra définir précisément les conditions techniques d'utilisation de la bande 2,6 GHz TDD par les services PMR de manière à ne pas perturber l'utilisation de la bande 2,6 GHz FDD par les réseaux commerciaux. Nous rappelons que cette bande

de fréquences a été attribuée aux opérateurs mobiles contre le paiement d'une redevance très élevée de plus de 900 millions d'euros.

Alternativement à la bande 2,6 GHz TDD ou à la bande 26 GHz, nous notons que les utilisateurs de réseaux professionnels pourraient également exploiter les bandes libres pour les RLAN à 5 GHz. En effet, ces bandes font l'objet de travaux dans le cadre de la release 16 du 3GPP. Ces travaux ont pour objectif de permettre l'utilisation de la technologie NR-U (*NR-Unlicensed*) dans ces bandes, notamment en mode *Standalone* (donc sans nécessiter la mise en œuvre conjointe d'une autre bande de fréquences).

**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 ?**

Non applicable.

**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 ?**

**Les futurs réseaux 5G des opérateurs semblent à même de répondre à beaucoup des besoins des acteurs « verticaux ».**

Comme pour les réseaux professionnels (question n° 5), nous considérons que les innovations apportées par la 5G prises dans leur ensemble (cœur et radio) permettent d'envisager l'hébergement de multiples services appartenant à des tiers (entreprises ou plus largement « Verticaux ») sur les réseaux commerciaux des opérateurs. A ce titre, le groupe Bouygues a lancé l'incubateur SmartX-5G pour recueillir les besoins des acteurs et initier un premier niveau de partenariat autour de tests en grandeur réelle.

Cette capacité s'illustre notamment par la possibilité pour un opérateur commercial d'héberger sur son réseau des fonctions fournies par des tiers (voir réponse à la question n° 15).

En outre, il ne nous paraît pas souhaitable de fragmenter la bande 3,4-3,8 GHz, car les promesses de la 5G ne pourront être tenues et ses lourds investissements rentabilisés que si les opérateurs disposent de larges portions de la bande 3,4-3,8 GHz.

**La réservation de fréquences dans la bande 3,4 – 3,8 GHz à des opérateurs spécialisés nuirait au déploiement des réseaux mobiles commerciaux :**

Compte-tenu :

- des **grandes quantités de fréquences 3,4-3,8 GHz nécessaires** aux opérateurs commerciaux pour délivrer les promesses de la 5G ;
- des **difficultés de cohabitation entre réseaux non synchronisés**, engendrées par une éventuelle dispersion du spectre entre acteurs verticaux, qui pourrait d'ailleurs conduire à rendre rapidement la bande 3,4-3,8 GHz impropre à toute exploitation ;



Nous recommandons des attributions nationales et réservées à des déploiements de réseaux mobiles commerciaux. Dans l'éventualité où des besoins pour des services verticaux, ne pouvant pas être assurés par les réseaux 5G des opérateurs, venaient à être identifiés, il semblerait alors raisonnable d'étudier plutôt des déploiements dédiés en bandes 2,6 GHz TDD (en garantissant la protection des réseaux FDD adjacents), 26 GHz, voire 5 GHz (bandes libres pour les RLAN qui seront supportées par des équipements 3GPP NR).

Pour la bande 26 GHz il est intéressant de noter qu'à cette fréquence, la latence est bien plus faible qu'en bande 3,4-3,8 GHz et les contraintes de cohabitation entre réseaux non synchronisés sont très limitées.

Pour la bande 2,6 GHz TDD il est important de noter que la protection des installations 2,6 GHz FDD nécessite de spécifier aux utilisateurs TDD des conditions particulières d'utilisation de la bande 2,6 GHz TDD (voir réponse de Bouygues Telecom à la question n°18 de la consultation publique de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes sur « les nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l'innovation » du 6 mars 2017).

**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 ?**

La façon dont les MVNO contribuent actuellement à la dynamique concurrentielle et à l'innovation sur le marché se poursuivra naturellement avec la 5G.

**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 ?**

Le rythme d'adoption de la technologie 5G NR dans les bandes actuellement attribuées relève de la stratégie industrielle propre à chaque acteur.



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

**Nouvelles fréquences étudiées dans le cadre de la Conférence Mondiale des Radiocommunications de 2019.**

L'identification de bandes de fréquences au-dessus de 24 GHz (en complément de la bande 26 GHz) doit prendre en compte la nécessité de préserver des bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens.

A ce titre nous sommes satisfaits de voir que la bande 32 GHz, un temps envisagée, ne sera finalement pas identifiée pour un usage mobile. Cette bande revêt un intérêt particulier pour les FH, notamment du fait de la réattribution de la bande 26 GHz au service mobile. Nous souhaitons cependant avoir des garanties sur la pérennité de la bande 32 GHz pour un usage par les faisceaux hertziens.

Parmi les autres bandes à l'étude, nous constatons que les bandes 37,5-40,5 GHz, 71-76 GHz et 81-86 GHz pourraient être identifiées IMT lors de la prochaine CMR. Nous sommes opposés à de telles

identifications (en région 1) vu le volume de faisceaux hertziens déployés dans la bande 38 GHz et vu l'intérêt des bandes 71-76 GHz et 81-86 GHz pour le déploiement de FH à très grande capacité.

Nous considérons que les bandes 40,5-43,5 GHz et 66-71 GHz viendraient utilement compléter la bande 26 GHz et permettraient, pour la bande 66-71 GHz, une utilisation sous un régime d'autorisation générale.

#### **Autres bandes de fréquences possibles.**

Nous constatons un manque de fréquences pour les réseaux mobiles entre 3,8 GHz et 24 GHz. Nous serions favorables à ce que la CMR 2019 décide de lancer des travaux pour identifier dès 2023 des bandes pour le service mobile dans cette gamme de fréquences. Plus particulièrement, il nous semble important d'étudier les opportunités dans la bande 3,8-4,2 GHz.

A l'horizon 2030, il pourrait être envisagé d'attribuer tout ou partie de la bande 470-694 MHz si la diffusion de la télévision par voie hertzienne venait à se marginaliser et si des besoins pour du service mobile étaient identifiés.

**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 ?**

**La bande 700 SDL présente un intérêt pour la 5G mais elle n'est pour l'instant pas retenue dans le standard 3GPP.**

Dans sa réponse à la consultation publique « *De nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l'innovation* » en 2017, Bouygues Telecom avait souligné :

- L'intérêt de cette bande en agrégation avec les bandes 800 MHz ou 900 MHz notamment, afin d'augmenter la capacité réseau dans le sens descendant. L'agrégation entre la bande 700 SDL et la bande 700 FDD étant exclue du fait de trop grandes contraintes techniques due à la proximité des deux bandes.
- Des incertitudes sur le développement d'un écosystème vu le manque d'harmonisation de cette bande en Europe.

A date, cette bande n'est pas listée dans les fréquences d'opération pour les équipements 5G NR (c.f. document 3GPP TS 38.104 V15.3.0 de 2018-09).

**L'usage de cette bande devra être évalué soigneusement avec le souci constant de ne pas engendrer de contraintes ou d'interférences préjudiciables à l'exploitation de la bande 700 FDD.**

Les études de coexistences montrent que la protection des récepteurs UL des stations de bases en bande 700 MHz FDD (dans la bande 703 – 733 MHz) nécessite un minimum de 50 dB d'isolation entre antennes en complément de la bande de garde de 5 MHz.

Nous recommandons donc que l'attribution de cette bande soit différée le temps d'avoir une visibilité sur l'écosystème 5G et d'être en mesure de définir des conditions d'utilisation permettant de garantir l'absence de contrainte et d'interférence pour les réseaux opérant en bande 700 MHz FDD.

Bouygues Telecom rappelle à cet effet que la bande 700 FDD a été attribuée aux opérateurs mobiles contre le paiement d'une redevance très élevée d'environ 2,8 milliards d'euros.

**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 ?**

**Débit :**

**L'amélioration des débits théoriques promis par la 5G provient de la mise en œuvre de quantités de fréquences plus grandes qu'auparavant et du *beamforming* (sur fréquences hautes uniquement).**

- **MIMO/*Beamforming* :**

Les antennes actives faisant appel à ces techniques seront disponibles en 3,5 GHz dès le lancement de la 5G en 2020.

En revanche, en raison de contraintes d'encombrement il n'y aura pas d'antennes actives (MIMO/*Beamforming*) disponibles pour les fréquences basses FDD (700, 800 et 900 MHz).

- La réduction du poids de la signalisation dans la trame radio est une caractéristique intrinsèque de la NR 5G. Elle sera mise en œuvre dès son lancement en 2020. En revanche, cette réduction de la signalisation et l'augmentation de l'efficacité spectrale qui s'en suit nous semblent assez limitée dans ses effets.
- Les canalisations radio à 30kHz en bande 3,5 GHz seront celles supportées par défaut.
- Grâce au *beamforming*, les interférences en bordure de cellule devraient mécaniquement décroître comparé à la 4G. La centralisation des unités de bande de base (BBUs) pour coordonner les cellules entre elles de manière à limiter les occurrences de brouillages entre cellules ne semble donc pas être absolument nécessaire. Il est à noter par ailleurs, que ce choix (centralisation des BBUs) impliquerait de revoir drastiquement l'architecture du réseau de transport des opérateurs.
- La gestion dynamique de la structure de trame TDD ne semble pas envisageable en outdoor sur la bande 3,5 GHz et de manière générale en tout lieu où plusieurs opérateurs d'un même spectre TDD doivent coexister (indoor ou outdoor).

Pour pouvoir cohabiter dans la bande, les titulaires d'autorisations d'utilisation des fréquences TDD devront se synchroniser entre eux et utiliser un même format de trame, rendant impossible la modification dynamique du format pour l'un d'entre eux.

En revanche, dans le contexte de la couverture indoor d'un lieu donné (usine ou entreprise par exemple) en bande 26 GHz par exemple, il est tout à fait envisageable de recourir à ce type de fonctionnalité, à condition que l'opérateur assurant le service soit seul sur la zone.

- Dans une vision plus prospective, le concept de Multi User MIMO pourrait permettre de partager la puissance sur une même fréquence entre plusieurs utilisateurs tout en limitant les interférences grâce au *beamforming*. La date à laquelle ce concept sera mature en bande 3,4-3,8 GHz est encore incertaine.

Il convient par ailleurs de noter qu'à l'instar des technologies précédentes (3G ou 4G) les débits réellement atteignables dépendront de multiples facteurs, dont notamment :

- **La largeur de bande réellement attribuée aux opérateurs.**

En moyenne, l'atteinte d'un débit pic d'1 Gbps nécessiterait 100 MHz de fréquences contigües.

- **Le nombre de clients et leur usage moyen.**

Il ne faut pas confondre l'efficacité spectrale qui reflète la quantité totale de ressources disponibles et les débits offerts aux utilisateurs qui se partagent ces mêmes ressources.

- **Les éventuelles réservations de ressources qui seraient dédiées à des nouveaux services « verticaux ».**

#### **Latence :**

Il convient au préalable de noter que pour atteindre l'objectif d'une latence inférieure à 5ms, réduire la part liée à la radio n'est pas suffisant. Il sera également nécessaire de réduire la durée de transport de bout en bout jusqu'au serveur applicatif. Ainsi, la latence doit être considérée de bout en bout, non seulement côté radio mais également côté transport.

Si le cœur de réseau n'introduit qu'une latence minimale (1ms), celle portée par le réseau de transport est très variable et dépendant de la localisation du cœur et du serveur applicatif (la traversée d'un tronçon de 100km de fibre optique « coûte » 1ms de latence supplémentaire).

Par conséquent, l'atteinte d'une latence de 5ms de bout-en-bout requiert un cœur de réseau au plus proche des serveurs applicatifs. Si elles ne sont pas indispensables au sens strict, les technologies de Network Slicing et de virtualisation basées sur un cœur 5GC permettront de faciliter le rapprochement des serveurs applicatifs de leurs utilisateurs.

Côté radio, il convient de distinguer deux types de latence :

- La latence dans le plan de contrôle (Control Plane – CP), correspondant au temps nécessaire à un terminal pour passer d'un mode « veille » à un mode « connecté » ;
- La latence dans le plan utilisateur (User Plane – UP), correspondant au temps de transmission d'un paquet utile en mode « connecté ».

Du point de vue du plan de contrôle, il convient de noter que dans l'architecture initialement déployée (NSA sur cœur 4G), la latence est forcément supérieure à celle du réseau LTE. La durée de la procédure de transition du terminal entre le mode « veille » et le mode « connecté » est basée sur le réseau LTE (100ms environ), à laquelle il faut ajouter la durée de la procédure « Dual Connectivity » permettant d'adjoindre une porteuse 5G NR à la communication 4G (estimation de 50ms à 100ms). En architecture Stand-Alone, cette latence du plan de contrôle pourra être réduite, avec un objectif cible du 3GPP de 10 msec.

Du point de vue du plan utilisateur, il est important de noter l'importance de l'architecture du réseau et en particulier la latence introduite par le réseau de transport. Cette latence est tributaire de la topologie du cœur de réseau et du serveur applicatif, indépendants de la 5G. Pour faire sens, l'amélioration de la latence doit être vue dans sa globalité et non uniquement sur le segment radio.

L'amélioration de la latence sur le segment radio provient de la structure de la trame NR et de la réduction de la boucle temporelle d'acquittement des paquets radio. La durée de la boucle dépend du mode de duplex utilisé (TDD ou FDD), de la durée des slots et du format des trames.

Les fréquences FDD présenteront de bonnes performances de latence grâce à la disponibilité d'un canal de retour à tout instant (duplex fréquentiel). Les fréquences TDD 3,5 GHz bénéficient de durées de slots deux fois plus courtes qu'en FDD (0.5ms), mais la rapidité du canal retour dépend du format de trame. A titre d'exemple, le format DDDDDDSUU est deux fois plus lent que le format DDDSUDDSU.

La bande de fréquences 26 GHz présente un très bon potentiel de performance en termes de latence, car même si elle dépend du format de trame pour le canal retour (par sa nature TDD), la durée de ses slots n'est que de 125µs.

Enfin, il convient de noter que la structure de la trame radio qui pourrait être imposée par la nécessité de synchroniser les réseaux TDD en bande 3,4-3,8 GHz sera de nature à limiter les possibilités d'atteindre une faible latence radio avec cette bande.

**Il est possible d'envisager la mise en œuvre commerciale de ce type de solutions d'ici [X].**

#### **Densité de connectivité :**

En release 15, aucune évolution de la technologie 5G ne prévoit de mécanisme de multiplexage avancé permettant de connecter des centaines de milliers d'objets par station radio. Ce sujet commencera à être abordé en release 16.

En revanche, 3GPP a soumis les dernières évolutions des technologies NB-IoT et LTE-M à l'approbation de l'ITU, pour qu'elles soient validées comme conformes aux objectifs de la 5G. Ces technologies répondent en effet à la plupart des besoins exprimés. **Il n'est donc pas certain qu'une évolution notable de la 5G NR en direction du mMTC soit spécifiée avant la release 17 (2020-2021), et donc disponible en production sur les réseaux avant [X].**

#### **Fiabilité :**

Tous les aspects abordés plus haut sont nécessaires à la réalisation d'une connectivité sans fil à niveau de fiabilité élevée, mais ils ne sont pas suffisants.

Pour atteindre une très haute fiabilité associée à des usages critiques (disponibilité substantiellement supérieure à 99%), le réseau et l'ensemble des équipements qui le constituent doivent être redondés pour ne plus présenter de points de faiblesses. Le mode de redondance devrait aussi permettre une bascule à chaud sans perte de service, c'est-à-dire conférer la capacité à basculer une connexion automatiquement sur un équipement ou un composant de redondance active.

Si ce concept est mis en œuvre sur certains équipements du cœur de réseau ou sur des tronçons du réseau de transmission, les équipements de radio 2G/3G/4G et 5G ne sont aujourd'hui pas conçus dans cette optique. A titre d'exemple, ce concept conduirait à devoir redonder les antennes actives de chaque secteur (à 3,5 GHz les antennes ne sont plus « passives »). De même, pour atteindre ce niveau de fiabilité, il serait nécessaire d'améliorer significativement la qualité de la couverture, ce qui augmenterait sensiblement le nombre de points d'émission.

Si les spécifications R15 et R16 s'attachent à spécifier certains éléments permettant de réduire le nombre de retransmissions ou doubler les connexions logiques pour augmenter la résilience du lien radio, les autres composantes à mettre en œuvre relèvent des choix d'implémentation des équipementiers.

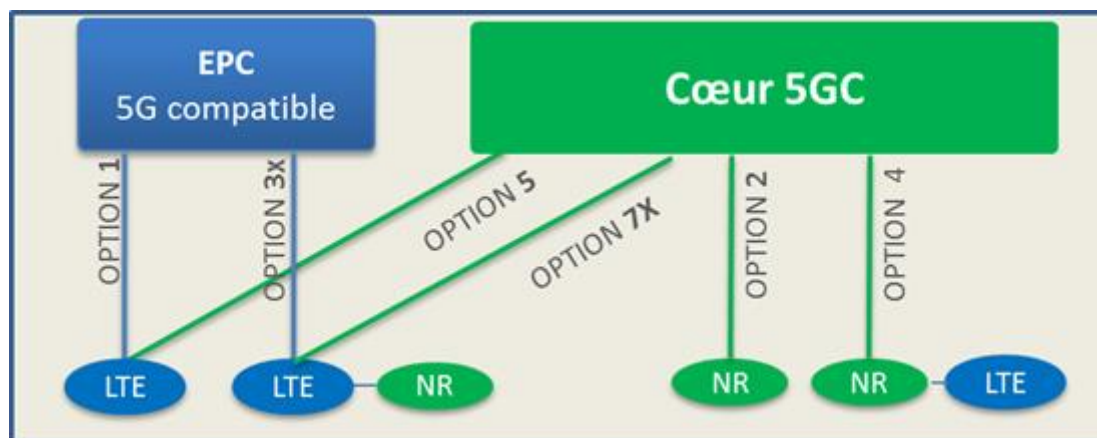
Quand les équipementiers proposeront des solutions techniques 5G en ligne avec ces principes, il sera possible pour un opérateur de concevoir et mettre en œuvre des réseaux ultra-fiables pour des clients « verticaux », sur des zones précisément identifiées, maîtrisées (usines, zones industrielles, campus d'entreprises, stades, etc), au moyen du déploiement de couvertures *ad-hoc*, d'équipements spécifiques et d'équipes opérationnelles dédiées. Nous n'anticipons pas la disponibilité de tels équipements avant la seconde génération 5G, c'est-à-dire d'ici [X].

**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 ?**

Le choix des architectures de déploiement de la 5G est un sujet complexe – en perpétuelle évolution donc jamais définitivement tranché – à laisser « à la main » des opérateurs. Il ne serait pas souhaitable que la régulation étende son champ d'intervention jusque-là.



Ces différentes options sont schématisées ci-dessous :




Plusieurs facteurs influent sur la date de disponibilité d'un cœur 5G dit 5GC, et sur le choix du scénario d'implémentation :

- La disponibilité chez les principaux fournisseurs du cœur 5GC est annoncée pour expérimentation pour fin 2019. Les premières versions commerciales seront disponibles courant 2020-2021.
- Le déploiement d'un cœur 5GC, nécessitera d'introduire un ensemble de nouvelles fonctions (gestion de l'accès, de la mobilité, des sessions, du plan utilisateur, de l'authentification, ...) sur des équipements hardware distincts de ceux du cœur 4G-EPC. L'intégration réseau et SI, et sa validation dans un environnement multi fournisseurs nécessitera du temps.
- Les équipements constituant le cœur 5GC seront virtualisés. Leur intégration sur une infrastructure NFV (socle NFVI) sera donc soumise à la validation ANSSI.

L'ANSSI émet des recommandations de sécurité très fortes auprès des opérateurs français. Il n'existe pas d'équivalent en Europe où les exigences soient aussi importantes. Ces exigences renforcées, découvertes pour certaines en cours de projet, ont un impact financier important et engendrent des décalages de plannings.

En pratique, on constate aujourd'hui un allongement de la durée des projets de 6 à 12 mois, ce qui ne sera pas compatible avec les besoins des acteurs « verticaux ». Ces délais devront être réduits pour la 5G, sans quoi le déploiement d'un cœur 5GC serait considérablement retardé.

Compte tenu de l'ensemble de ces contraintes, . Il est par ailleurs difficile d'estimer à ce stade comment seront rentabilisés ces investissements, du fait de modèles économiques autour du Network Slicing et des « verticales » 5G encore inconnus.

**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 différent-ils**

**selon l'architecture de l'opérateur hôte (SA ou NSA) et le cœur de réseau du Full-MVNO (4G ou 5G) ?**

La question de l'accueil d'un MVNO sur un réseau radio NR devra au préalable faire l'objet d'échanges techniques entre acteurs concernés.

**Le FULL MVNO devra, pour être accueilli, disposer d'un cœur de réseau compatible avec le cœur de réseau de l'opérateur hôte.**

Le cœur de réseau du FULL MVNO devra donc se conformer à l'option de déploiement 5G retenue par l'opérateur hôte :

- Si l'opérateur hôte choisit l'option de déploiement 3GPP n° 3x (architecture NSA sur cœur 4G), alors le FULL MVNO devra mettre à jour son cœur de réseau 4G-EPC pour supporter les services et les nouveaux débits 5G.
- Les opérateurs hôtes évolueront progressivement vers une architecture SA sur cœur de réseau 5GC. Le FULL MVNO, s'il souhaite disposer de la couverture et des services 5G en mode SA de l'opérateur hôte, devra lui-même disposer d'un cœur de réseau 5GC, interconnecté à celui de l'opérateur hôte.

Le FULL MVNO ne pourra pas disposer des services 5G de l'opérateur hôte, si son cœur de réseau n'est pas compatible avec celui de son opérateur hôte. A titre d'illustration, le déploiement d'un cœur 5GC par un FULL MVNO ne lui permettrait pas de disposer des services 5G d'un opérateur hôte qui n'aurait déployé la 5G qu'en mode NSA sur cœur 4G. Enfin, il convient de noter que le Full MVNO, dans tous les cas, sera également assujéti à la validation de sa solution par l'ANSSI.

**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 ?**

**Les Virtual Network Function (VNFs) seront fournies par l'opérateur et les Multi-access Edge Computing Applications (MEC Apps) par les utilisateurs, le plus souvent des entreprises (éditeurs, industriels, etc).**

Le MEC consiste pour un opérateur fixe ou mobile à offrir des services d'hébergement sur un environnement virtualisé, à différents niveaux de son réseau.

Ces services d'hébergement seront accessibles à travers des APIs (Application Programming Interface) spécifiées à l'ETSI. Ils seront implantés de préférence sur un socle d'hébergement NFV (également spécifié à l'ETSI), de manière à mutualiser la ressource hardware.

On notera qu'au sens strict, les VNFs sont des fonctions fournies par l'opérateur (pour les besoins propres de l'opérateur ou pour l'usage d'un ou plusieurs de ses clients), alors que les MEC Apps sont des fonctions fournies par les clients eux-mêmes.

**L'hébergement dans un cœur de réseau décentralisé de fonctions fournies par des utilisateurs adressera des besoins complémentaires aux services du Cloud public.**

A priori, le MEC n'ambitionne pas de concurrencer les services de Cloud public, par nature très centralisés et bénéficiant d'économies d'échelle massives. Il consiste plutôt à offrir un hébergement complémentaire, aux qualités différentes. En étant par nature plus proche des utilisateurs, ce type d'hébergement permettra de réduire la latence, et le risque de congestion.

A titre d'exemple, pour un usage nécessitant une forte réactivité, la 5G offre une faible latence sur la radio. En revanche, si l'appliquatif est hébergé dans un Cloud public à Amsterdam, les gains en latence de la radio 5G seront occultés par le temps de transport jusqu'au Cloud public. Idéalement, il conviendra d'héberger les applicatifs à proximité du cœur de réseau et à moins de 100 kms de distance du client. C'est précisément la promesse du MEC qui devrait être hébergée sur la même infrastructure virtualisée que celle du cœur de réseau.



**Au-delà des questions liées à la maturité des infrastructures NFV, il convient de noter deux autres limitations inhérentes au MEC :**

- **Au démarrage les solutions MEC seront moins riches et moins ergonomiques que les solutions basées sur cloud public ou privé.**

Les développeurs sont habitués à l'environnement extrêmement bien outillées et automatisées des infrastructures de cloud public ou privé (Google Cloud Platform, Amazon Web Services, Microsoft Azure, IBM Softlayer, etc).

Or, une solution basée sur les spécifications MEC de l'ETSI sera probablement moins riche et moins ergonomique que les solutions basées sur cloud public ou privé. Il semble illusoire à court terme de pouvoir rattraper le niveau fonctionnel de ces solutions.

- **Le MEC gagnerait à aligner ses APIs et ses fonctionnalités sur celles du cloud public ou privé.**

La plupart des applications faisant appel aux qualités du MEC (faible latence notamment) seront probablement hybrides et s'appuieront à la fois sur des ressources décentralisées du MEC et sur des ressources centralisées d'un cloud public ou privé. Une solution proposant des APIs et fonctionnalités homogènes sur les deux socles (centralisé et décentralisé) auront un avantage opérationnel évident face à des solutions hétérogènes.

**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 ?**

**Bouygues Telecom n'a pas étudié d'autre solution de déploiement de la 5G que celle des réseaux terrestres.**

**Bouygues Telecom n'a donc pas de proposition alternative à formuler.**

**En revanche, nous doutons de l'intérêt des HAPS en France. Par ailleurs, si ces solutions venaient à être autorisées en France, l'Arcep devrait au préalable s'assurer qu'elles n'engendreraient pas de dégradation de l'exploitabilité des bandes de fréquences ouvertes aux faisceaux hertziens.**

Nous constatons que les HAPS font l'objet de tests et d'expérimentations dans d'autres pays. Il ne nous semble pas à ce stade que les HAPS puissent être en France une solution pertinente pour fournir un accès internet à très haut débit. Il pourrait néanmoins y avoir d'autres cas d'usage qui seraient adéquatement adressés par les HAPS.

En tout état de cause, nous demandons qu'une éventuelle mise en œuvre des HAPS en France ne vienne pas dégrader l'exploitabilité des bandes de fréquences ouvertes aux faisceaux hertziens. Nous notons que plusieurs bandes à l'étude pour les HAPS dans le cadre de la CMR sont massivement utilisées en France par les FH (notamment les bandes 6 GHz et 38 GHz).



Si ces bandes venaient à être désignées pour les HAPS au niveau international et si une décision de l'ARCEP venait ouvrir ces bandes en France, les conditions techniques associées devraient être définies de manière à garantir la protection des FH existants et à venir sur ces bandes.

**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 ?**

**Les réseaux 5G auront besoin de réseaux de collecte très performants.**

En zones très denses, pour assurer la qualité de service attendue le raccordement au réseau des sites 5G se fera, dans la majorité des cas, en fibre optique.

En zone rurale d'autres facteurs tels que la distance intersites, les exigences de performance de la cible et la pénétration de la fibre optique seront également pris en compte lors du choix de la technologie de raccordement. Mais il apparaît d'ores et déjà que tous les sites ne pourront pas être raccordés par fibre optique.

**La collecte d'une partie des sites 5G se fera grâce à des faisceaux hertziens, lesquels devront répondre aux nouvelles exigences de la 5G.**

Aujourd'hui, la collecte par faisceaux hertziens peut fournir une capacité multi-gigabits semblable dans certains cas à celle d'une fibre optique.

A titre d'exemple, la bande 70-80 GHz est aujourd'hui très utilisée et permet des débits allant jusqu'à 10 Gbps. Cette bande est destinée essentiellement à une utilisation en urbain dense du fait de sa limitation en distance (jusqu'à quelques kilomètres).

Les industriels sont en train de développer des FH dans les bandes de fréquences supérieures à 100 GHz capables d'atteindre des débits de 40 Gbps sur une distance d'environ un kilomètre. Ces bandes sont communément appelées bandes W et D.

De nombreuses innovations sont d'ores et déjà disponibles pour des collectes très haut débit sur des distances plus importantes :

- **La mise à disposition de solutions FH multi-bandes**, permettant d'augmenter les débits de données en combinant des ressources de plusieurs bandes de fréquences, constitueront un atout important à l'avenir. La combinaison de fréquences peut se faire aujourd'hui entre bandes inférieures à 40 GHz ou entre bande inférieure à 40 GHz et la bande 70 GHz.

Ces solutions augmentent considérablement les performances des FH et procurent de flexibilité dans la conception d'une solution de collecte.

- **La modulation adaptative**, introduite pour le transport de paquets, est aujourd'hui une technique bien rodée.

Elle permet d'optimiser le débit pour tous types de conditions de propagation. Elle peut être configurée pour offrir une capacité garantie pour des services à haute disponibilité ou être configurée à très forte capacité avec un niveau de disponibilité légèrement inférieur. Cette efficacité spectrale n'est aujourd'hui pas reconnue dans la redevance d'utilisation du spectre radioélectrique. Le coefficient « es » qui caractérise l'efficacité spectrale, dans le cas du service fixe point à point, est ramené à 1 lors de l'activation de la modulation adaptative.

- **Une introduction de canaux plus larges dans les bandes de fréquences en-dessous de 40 GHz** avec, par exemple, l'association de canaux existants combinés avec l'emploi d'une polarisation croisée (XPIC).

Il est donc nécessaire de faire évoluer la réglementation relative aux bandes de fréquences ouvertes aux faisceaux hertziens afin de permettre aux opérateurs d'introduire ces solutions techniques et ainsi de faire évoluer leurs réseaux de collecte pour qu'ils répondent rapidement aux nouvelles exigences de la 5G.

**Les redevances FH doivent être raisonnables et prévisibles pour encourager les acteurs à s'appuyer sur cette solution technique**

La mise en œuvre des solutions permettant d'augmenter la capacité des faisceaux hertziens (notamment l'augmentation de la largeur de bande et les solutions multi-bandes) ont pour conséquence d'augmenter la redevance due par liaison FH. Il semble donc nécessaire que les pouvoirs publics réévaluent les redevances afin de garantir que les FH restent, du point de vue économique, une alternative crédible à la fibre optique.

**L'accès à de la fibre optique sera indispensable pour le raccordement d'une grande partie des sites radio 5G**

Les réseaux de fibre optique qui seront déployés jusque dans les foyers doivent permettre, comme ce fut le cas pour les réseaux en cuivre, de raccorder l'ensemble des stations de base des futurs réseaux 5G. Il est donc nécessaire que cette faculté de raccordement soit offerte aux opérateurs mobiles alternatifs dès le déploiement initial de ces réseaux en fibre optique. En effet, le coût de cette infrastructure ne permet pas sa duplication. L'opérateur fixe qui aura déployé l'infrastructure FttH se trouvera de fait en situation de monopole sur la zone. La régulation doit d'emblée en garantir l'ouverture aux besoins de la collecte 5G de tous les opérateurs mobiles.

Dans l'hypothèse où l'opérateur d'infrastructure fixe est également un opérateur mobile, il sera nécessaire de s'assurer que les conditions de l'accès passif à cette infrastructure soient identiques pour tous quel que soit l'opérateur : opérateurs tiers ou opérateur ayant déployé l'infrastructure fixe qui disposera de fait d'une puissance significative sur le marché de la collecte. Dans le cas contraire, les conditions de l'accès devront être rendues identiques pour tous les opérateurs mobiles.

En l'absence d'une offre de collecte capillaire de fibre noire adossée aux réseaux d'accès fixe en fibre optique, les opérateurs mobiles alternatifs ne pourront pas déployer leur réseau 5G dans des conditions de concurrence équitable et loyale vis-à-vis de la branche mobile de l'opérateur d'infrastructure fixe. Il s'ensuivrait alors une réduction inéluctable de la concurrence sur le marché de détail mobile, au détriment de l'utilisateur final. Cette réduction de concurrence serait encore accentuée par la convergence des offres mobiles et fixes.

Il apparaît donc nécessaire que les conditions d'accès aux réseaux de collecte pour la 5G ne constituent pas un obstacle à l'émergence d'un environnement ouvert, innovant et concurrentiel pour le développement de la 5G. Pour s'en assurer, il convient d'imposer des conditions d'accès passif raisonnables aux infrastructures FttH pour les besoins de la collecte 5G. De plus, un accès au génie civil, lorsqu'il existe, doit être garanti, notamment dans les zones les plus denses.

**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 ?**

Une obligation de couverture supérieure à [X] de la population ne pourra pas être satisfaite avec la bande 3,5 GHz.

L'étendue de la couverture en bande 3,5 GHz dépendra de plusieurs facteurs :

- **L'architecture utilisée** : *Non Standalone* (NSA) ou *Standalone* (SA).
- **La capacité à pouvoir faire du *beamforming* plus ou moins évolué.**

Cette capacité dépendra du type d'antennes déployées. Les constructeurs proposeront tout une gamme d'antennes ; de la plus évoluée – antenne active 64T64R – à la plus sommaire – antenne passive 8T8R. Ces antennes n'auront pas les mêmes capacités de couverture.

- **La cohabitation avec les systèmes existants** (LTE TDD, WIMAX,...), frontières, etc.

La présence de systèmes existants, en fréquences adjacentes ou en fréquences co-canal, sera de nature à rendre totalement inexploitable la bande sur certaines portions du territoire. La localisation de ces zones, dont nous n'avons pas connaissance aujourd'hui faute de disposer d'un état des lieux complet de la situation en bande 3,4-3,8 GHz, devront bien entendu être exclues des obligations de couverture. Des difficultés importantes d'exploitation des fréquences aux frontières entre états sont également pressenties (voir réponse à la question n°41)

Les besoins en capacités de trafic additionnels sont localisés dans les zones à plus fortes densités de population. [X]

Au-delà [X], une partie des zones saisonnières et des zones spéciales pourraient également être couvertes à 3,5 GHz.

**Dans les zones les moins denses du territoire, la couverture 5G pourrait être réalisée en réutilisant en 5G les fréquences FDD dont les opérateurs sont déjà titulaires, complétée au besoin par des déploiements ponctuels à 3,5 GHz.**

Il convient de noter cependant que le choix des fréquences FDD à réutiliser et le choix de l'horizon temporel de leur réutilisation dépend de la stratégie industrielle propre de chaque opérateur. De ce fait ces choix ne peuvent pas lui être imposés à l'occasion de l'attribution des nouvelles fréquences objet de la présente consultation publique.

**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 ?**

[X]

Bouygues Telecom vient successivement d'ouvrir la VOLTE et la voix et les SMS sur Wifi.

Il en sera de même avec l'arrivée de la 5G. Son introduction dans les bandes basses se fera selon un calendrier qui permette d'optimiser l'expérience utilisateur de nos clients.

**En revanche, il convient particulièrement de noter que l'intérêt d'un recours à la 5G pour augmenter la capacité est faible en bandes basses (700, 800 et 900 MHz).**

[X]

**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 ?**

Seules des bandes basses permettront d'assurer une couverture étendue du territoire (avec la limite exprimée à la réponse à la question précédente n°19).

En revanche, **la question ne nous semble pas adaptée à l'objet même de la consultation publique** : l'attribution des fréquences 3,4-3,8 GHz, 26 GHz et 1400 MHz. Ce qui devrait être en discussion au sein de cette consultation, c'est l'attribution de nouvelles bandes de fréquences, pas la diffusion de la technologie 5G sur tout le territoire.



**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 ?**

**La trop faible maturité de la bande 26 GHz ne permet pas aujourd'hui de définir une quelconque obligation.**

La bande 26 GHz présente une très faible maturité technique et encore beaucoup d'incertitudes sur les cas d'usage pertinents (au-delà du simple apport capacitif extrêmement localisé). Face à ces incertitudes, il nous semble peu souhaitable d'imposer des obligations spécifiques qui risqueraient d'engendrer des investissements inutiles au détriment d'investissements plus utiles ailleurs (pour mémoire : le coût de déploiement de la 5G sera très élevé).

Il semble donc totalement inapproprié à ce stade de vouloir fixer une obligation en nombre de sites à ouvrir selon un échéancier donné.

**La bande 1,4GHz sera naturellement déployée sur les sites exploitant des bandes basses aux endroits le nécessitant.**

Il ne nous semble pas utile de définir de nouvelles obligations pour cette bande qui n'apportera pas de nouveaux services mais soulagera ponctuellement les sites les plus chargés 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 ?**

**La première version de la 5G est avant tout un prolongement de la 4G. Il n'est nul besoin de fixer une date limite d'ouverture.**

Les premières fonctionnalités 5G disponibles seront celles permettant la mise en œuvre d'un service de type eMBB, apportant un surcroît de débit et de capacité aux réseaux mobiles actuels. Fixer une date limite pour l'ouverture d'un service commercial n'a pas de sens et ne serait du reste pas réellement compris par la clientèle.

**Vu du marché, cette date limite pourrait même être particulièrement déceptive** dans la mesure où elle créerait artificiellement un niveau d'attente qui ne saurait être satisfait.

Du fait des besoins capacitaires, les opérateurs s'engageront naturellement dans le déploiement d'un service 5G générique sans qu'il soit nécessaire de définir une date limite d'ouverture.

La croissance du trafic observée en France depuis plusieurs années accroît la charge spectrale portée par la 4G, malgré la réutilisation progressive des bandes FDD par la 4G. La raréfaction du spectre disponible rend inéluctable – à court terme – le déploiement de la bande 3,5 GHz en technologie 5G.

**Une obligation qui viserait à imposer le déploiement de la bande 3,5 GHz sur tous les sites existants du réseau d'un opérateur serait irréalisable.** L'Autorité ne peut pas non plus fixer une obligation de couverture qui nécessiterait le déploiement des fréquences FDD dont les opérateurs sont déjà titulaires (voir réponse à la question n°20).

Si l'Autorité envisage de définir des obligations de couverture pour l'utilisation des nouvelles fréquences dites 5G, alors **ces obligations devront être fixées en cohérence avec les caractéristiques physiques de ces fréquences. S'agissant de la bande 3,5 GHz, cette obligation ne saurait excéder [X] de la population** (voir réponse à la question n°18).

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

Un réseau supportant des services 5G évolués (cœur 5GC, mise en œuvre de l'architecture SA et du *slicing*) nécessite d'importants investissements (cœur, transport, radio). **Ces investissements seront engagés lorsque les besoins et les modèles d'affaires seront plus clairement définis avec les acteurs industriels.**

Les exigences liées à des services 5G « évolués » sont en cours de maturation. **La commercialisation de ces services nécessitera des partenariats avec les acteurs « verticaux ».**

**On voit bien qu'en l'absence de partenariat pour commercialiser ces nouveaux services, il serait totalement contreproductif d'imposer à un opérateur ces lourds investissements qui ne pourraient pas être rentabilisés.**

**De ce fait, il ne serait pas raisonnable d'imposer une date limite pour l'ouverture d'un réseau 5G dit « évoluée ».**

Pour rentabiliser les lourds investissements à consentir dans les nouveaux réseaux 5G, les **opérateurs seront naturellement incités à répondre aux besoins des verticaux et des entreprises, lorsque ces besoins seront exprimés plus clairement.**

Comme indiqué en réponse à la question n°1, Bouygues Telecom a adopté une approche pragmatique, basée sur la recherche et l'expérimentation objective de nouveaux services en partenariat avec l'industrie. Cette approche commence à se concrétiser au travers de l'accélérateur de projets Smart X-5G.

**Nous considérons que le rôle de l'Autorité est de promouvoir et d'encourager les investissements plutôt que de réguler *ex ante* un écosystème encore largement en cours de maturation.**

**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 ?**

**La couverture des axes de transport nous semble être une question liée à l'attribution de bandes basses, en-dessous d'1GHz et donc exclue du champ de cette consultation publique** (voir réponse à la question n°20).

L'autorité a, à l'occasion de l'attribution des bandes 700 (en 2015) et 800 (en 2012), fixé des obligations ambitieuses de couverture des axes de transport. A l'occasion du « new deal des fréquences » conclu en janvier 2018, les opérateurs ont pris de nouveaux engagements visant à accélérer la couverture des axes ferrés et à renforcer la qualité de la couverture des axes routiers. Des investissements importants sont donc engagés pour satisfaire les besoins croissants de connectivités dans les transports. Nous notons en particulier que l'accueil sur les infrastructures autoroutières est particulièrement coûteux.



**La couverture des axes de transport ne peut être réalisée efficacement que par la mise en œuvre de bandes basses, sous 1GHz.**

Or, en bandes basses nous n'anticipons qu'une très faible différenciation du point de vue de la capacité et des débits atteignables entre les technologies 4G et 5G. Du strict point de vue technique cette obligation de couverture serait éminemment discutable.

**Les besoins liés aux usages sur les axes de transports nous semblent essentiellement relever de questions capacitaires.**

Nous constatons deux sources d'augmentation du trafic data mobile sur les axes de transports :

- Une augmentation des données transportées liée à la consommation multimédia au sein des véhicules (vidéo, musique, etc).
- Une augmentation du transport des données utiles à l'assistance à la conduite (assistance du conducteur aujourd'hui, assistance du véhicule autonome plus tard...).

Les réseaux mobiles, qu'ils soient 4G ou 5G, évolueront naturellement pour améliorer l'expérience des utilisateurs en mobilité.

**S'agissant des communications de sécurité (systèmes de transports intelligents – ITS) nous estimons que ces communications transiteront pour l'essentiel sur d'autres fréquences que les fréquences des opérateurs mobiles.**

En effet, les communications entre véhicules et les communications des véhicules avec les unités de bord de route seront assurées par l'utilisation de fréquences dédiées à l'ITS dans la bande 5,9 GHz.

Les opérateurs mobiles ne seront pas nécessairement les acteurs les plus légitimes à l'exploitation de ces fréquences.

**Le support de services de sécurité sur des réseaux mobiles commerciaux n'est pas acquis.**

Ce support nécessiterait un changement profond du modèle de l'opérateur commercial. Le modèle économique de l'opérateur commercial n'est pas adapté au déploiement de réseaux à fiabilité renforcée sur l'ensemble du territoire (voir réponse à la question n°12).

Faire reposer l'autonomie d'un véhicule sur la seule connectivité 5G impliquerait un niveau d'investissement inatteignable par un opérateur mobile commercial.

**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 ?**

Les opérateurs sont déjà soumis à des obligations très contraignantes, il ne paraît donc pas souhaitable d'intensifier à nouveau ces obligations.

**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 ?**

Non applicable.

**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 ?**

#### **Réponse aux demandes raisonnables :**

**Les innovations technologiques apportées par la 5G pourront permettre de répondre aux demandes de service des verticaux sous réserve que le financement de ces demandes soit assuré.**

Le Network Slicing de bout-en-bout doit permettre d'adresser sur une même infrastructure réseau une grande quantité de besoins hétérogènes, émis par des industriels, des OIV, des médias, etc. Le slice bout-en-bout affecté à un usage vertical s'accompagnera d'applications développées par l'acteur industriel/OIV/media/etc lui-même ou proposées par l'opérateur.

**Pour répondre à un besoin spécifique appelé verticale, une solution opérateur pourrait se composer des éléments suivants :**

- Un « slice » réseau aux performances adaptées à l'usage attendu et composé de fonctions cœur de réseau logiques hébergées sur des équipements partagés ou dédiés ;
- Si nécessaire, un déploiement radio spécifique permettant d'atteindre le niveau de couverture ou de SLA requis ;
- Des applications propres aux usages de la « verticale », potentiellement hébergées sur un socle MEC opérateur.

#### **Cohabitation de deux réseaux sur une même fréquence :**

**Le partage de fréquences en co-canal entre différents acteurs n'est pas une solution viable en bande 3,4-3,8 GHz.**

Dans le cas de déploiements locaux spécifiques, la gestion du spectre 5G est une question délicate. En effet, dans l'hypothèse d'une allocation de spectre dédiée à un utilisateur local, une distance minimale de protection est à prévoir avec d'autres utilisateurs voisins de la bande. Si cela peut être gérable dans

le cas de sites isolés, cela peut devenir rapidement ingérable dans un contexte de zones urbaines ou de zones industrielles où doivent cohabiter de multiples utilisateurs.

Dans ces situations, subdiviser la bande pour la répartir entre utilisateurs et faire respecter des distances de protection satisfaisantes conduit à une utilisation inefficace du spectre.

Un réseau public, faisant usage de Network Slicing pour répartir la ressource entre les utilisateurs en tenant compte de leurs besoins spécifiques (notamment le support d'un SLA entreprise), est certainement une solution de gestion spectrale plus efficace.

L'utilisation de la bande 26 GHz est aussi une alternative intéressante à étudier. Cette bande permet plus de flexibilité dans l'allocation et l'usage de la ressource. Par sa propagation limitée, elle permet également plus de souplesse dans sa configuration (format de trame non synchronisé, usage privé exclusif...) sans présenter de contraintes de cohabitation aussi fortes qu'à 3,5 GHz (notamment en indoor).

**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 ?**

La couverture indoor depuis des sites macro dans la bande 3,5 GHz est faible (faible capacité de la fréquence à traverser les obstacles).

Bouygues Telecom proposera à ses clients Entreprises des solutions de couverture indoor 5G sur-mesure comme elle fait déjà en 3G et 4G sans qu'il soit besoin de le lui imposer.

**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 ?**

Nous estimons que le cadre actuel en matière de partage de réseaux mobiles convient parfaitement et qu'il n'est pas nécessaire de prendre des mesures complémentaires pour le déploiement de la 5G.

**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) ?**

**Ce mécanisme d'attribution de droits d'utilisation conditionnels ne saurait compenser l'attribution d'une quantité réduite de fréquences**

Ce mécanisme d'attribution de droits d'utilisation conditionnels présente un intérêt limité et ne saurait se substituer à la disponibilité, dès l'issue de la procédure d'attribution, de blocs de fréquences suffisamment larges.

Ce mécanisme permettrait de mettre en service un site en utilisant une bande de fréquences significativement plus large que la bande que l'opérateur se serait vu attribuer. Les clients auraient donc accès à des débits très élevés mais uniquement de manière transitoire.



Il y aurait ainsi, lors de la mise en service d'une station par l'opérateur titulaire d'un droit d'utilisation non conditionnel, une régression du service pour les utilisateurs de l'opérateur titulaire du droit conditionnel.

Un tel mécanisme ne nous paraît pas non plus utile pour adresser les besoins des Verticaux. Pour satisfaire ces besoins, les opérateurs devront contractualiser les conditions de fourniture du service et la qualité attendue. Un opérateur ne saurait prendre en compte la disponibilité temporaire et incertaine d'une ressource spectrale. Si un opérateur prenait malgré tout cet engagement, le risque existe pour l'opérateur du droit non conditionnel de se voir opposer l'exigence du maintien du service offert par l'opérateur du droit conditionnel (cas de services critiques par exemple).

**Ce mécanisme d'attribution de droits d'utilisation conditionnels est en pratique complexe à mettre en œuvre et de nature à engendrer de nombreux conflits entre opérateurs.** [X]

Les clients des différents opérateurs mobiles sont répartis de façon similaire sur le territoire, tout comme les besoins capacitifs. Il paraît hasardeux de supposer que les déploiements se feront dans des zones distinctes ou selon des calendriers significativement différents pour permettre à un titulaire d'autorisation d'utiliser temporairement le spectre d'un autre titulaire.

[X]

Par ailleurs, les plannings de déploiements sont par nature confidentiels et n'ont pas vocation à être partagés en amont entre opérateurs. Les opérateurs doivent pouvoir conserver la flexibilité de déployer rapidement un site s'ils l'estiment nécessaire. Le délai de prévenance ne pourrait ainsi excéder les 4 semaines nécessaires à l'obtention d'un accord d'implantation de la station (COMSIS).

D'autre part, vu les conditions de coexistence en co-canal, le déploiement d'une seule station par le titulaire d'un droit d'utilisation non conditionnel imposerait au titulaire d'un droit d'utilisation conditionnel de cesser d'exploiter la bande de fréquences dans un large périmètre autour de cette station, notamment en cas d'absence d'accord sur la synchronisation des réseaux des opérateurs.

[X]

**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 ?**

Nous comprenons que cette situation se matérialiserait dans le cas où, courant 2019, l'Autorité attribuait pour un usage mobile les fréquences actuellement détenues par des acteurs de la Boucle Locale Radio.

Face à la complexité induite par une nécessité de partage co-canal ou en canal adjacent entre BLR et service mobile, nous considérons que la seule option capable de permettre déploiement 5G réellement concurrentiel est de libérer la bande 3,4 – 3,6 GHz des usages actuels.

**Pour évaluer la faisabilité d'un partage de fréquences co-canal ou canal adjacent avec les acteurs de la BLR, il faudrait que l'Autorité communique aux candidats suffisamment en amont de l'appel d'offres l'état des lieux complet des systèmes existants et à venir sur la bande :**

- Localisation des sites concernés ;
- Caractéristiques détaillées des équipements passifs et actifs ;
- Localisation des clients de la BLR.

**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 ?**

**Concilier prévisibilité des investissements et possibilité de renforcement des obligations ex post nous semble impossible**

Nous n'identifions pas de schémas qui permettraient de satisfaire au besoin légitime de prévisibilité des candidats à l'attribution de fréquences tout en permettant un renforcement des obligations *ex post*. Il est donc indispensable de définir les obligations avant l'attribution des fréquences et de les maintenir en l'état durant toute la durée de l'autorisation. En effet, la participation d'un candidat à une procédure d'attribution ainsi que la valorisation qu'il peut faire des fréquences sont étroitement liés aux conditions dans lesquelles il pourra exploiter les fréquences et aux engagements qu'il prend. Il ne saurait ainsi y avoir une augmentation des obligations sans contrepartie.

**Les futurs développements de la 5G devraient être adressés par la mise à disposition de nouvelles bandes de fréquences, auxquelles seraient associées de nouvelles obligations.**

L'attribution des premières fréquences « 5G » prévue à compter de 2019 interviendra alors que l'ensemble des capacités de la technologie et l'ensemble des besoins et cas d'usage ne seront pas encore définis. La ou les bandes qui seront attribuées en 2019/2020 ne sont que les premières bandes pour la 5G. Les obligations associées doivent être proportionnées et la prévisibilité garantie afin de permettre aux opérateurs d'engager de lourds investissements. Dans le cas contraire, l'essor de la 5G en France pourrait être plus lent que dans d'autres pays.

Il paraît néanmoins légitime que l'Autorité s'interroge sur la pérennité des obligations qu'elle pourrait inclure dans ces futures autorisations. Cependant, l'adéquation du cadre réglementaire pour répondre au mieux aux besoins de la 5G ne nous semble pas devoir reposer sur une flexibilité qui serait incluse dans les autorisations et qui ferait ainsi porter le risque par les opérateurs uniquement. Au contraire, l'évolution des besoins pour la 5G nous semble pouvoir pleinement être prise en compte grâce à l'attribution future de nouvelles bandes de fréquences. Ces futures attributions seront l'occasion pour l'Autorité de fixer des obligations en prenant en compte les caractéristiques intrinsèques des bandes de fréquences et la vision actualisée des besoins pour le développement de la 5G. Nous constatons que des attributions sont envisageables dans des gammes de fréquences complémentaires : la bande 470-694MHz au-delà de 2030, la bande 3800-4200MHz si elle venait à être identifiée IMT, les bandes millimétriques autres que la bande 26GHz qui pourraient être identifiées à la CMR 2019,...

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

**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 ?**

**Les constructeurs d'équipements sont les plus à même de répondre à cette question.**

**S'agissant de la disponibilité de la bande 3,6 – 3,8 GHz, nous constatons qu'il n'est pas fait mention de stations terriennes des systèmes satellites qui occuperaient la bande au-delà de 2026.**

**Nous souhaiterions donc que l'Autorité précise s'il y existe ou non un risque qu'une ou plusieurs de ces stations continuent à exploiter des fréquences dans la bande 3,6-3,8GHz au-delà de 2023.**

**Nous demandons que l'ARCEP publie un calendrier précisant les dates à partir desquelles les stations terriennes des systèmes satellites cesseront d'utiliser cette bande de fréquences.**

**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 ?**

**Les contraintes de coexistence BLR/ THD Radio et 5G ne permettent pas d'envisager un tel partage géographique.**

La coexistence entre utilisateurs d'une même bande de fréquence TDD nécessite :

- Soit une synchronisation des trames d'émission et de réception des systèmes ainsi qu'un partage géographique (quelques km) ou fréquentiel (canal adjacent – pas de bande de garde).
- Soit une bande de garde (de l'ordre de 10 MHz) pour permettre un filtrage des émissions hors bloc. Ce type de filtrage est incompatible avec l'utilisation d'antennes actives.
- Soit une distance de séparation permettant une isolation. Cette distance est de l'ordre de 70 kms en co-canal et voisine de 40 kms en canal adjacent.

En l'absence de tout réaménagement, entre 2020 et 2026, il semble peu probable qu'une synchronisation des réseaux occupant actuellement la bande soit envisageable. Le partage géographique entre 2020 et 2026 entre 5G et utilisateurs existants, nous semble, vu les distances de séparation nécessaires en cas de non synchronisation, être extrêmement contraignant et avoir un intérêt limité. [8<]

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

**Pour attribuer une quantité suffisante de fréquences à la 5G en bande 3,4-3,8 GHz, il faut migrer les besoins THD Radio et BLR vers une autre bande (2,3 GHz par exemple) [8<].**

**A défaut, nous accueillons favorablement cette accélération du calendrier THD** tant il est important pour les futurs candidats à l'attribution de la bande 3,4-3,8 GHz de connaître précisément l'utilisation cible de la bande 3,4-3,6 GHz.

L'arrêt de la procédure d'attribution de la bande 3410-3460MHz au THD Radio préalablement au lancement de la procédure d'attribution de la bande 3,4-3,8 GHz pour un service mobile serait indispensable dans l'éventualité où l'Autorité envisagerait d'inclure la bande 3410-3460 MHz dans le futur appel d'offres. Même si cette sous-bande est finalement exclue de l'appel d'offre, la connaissance précise de son utilisation cible est importante pour évaluer les contraintes de cohabitation en bande adjacente.

**Néanmoins, l'accélération du calendrier du THD Radio ne doit pas se faire au détriment de la libération des fréquences BLR 3465 - 3480 MHz, 3532,5 - 3547,4 MHz et 3565 - 3580 MHz.**

En effet, les collectivités qui obtiendraient une autorisation THD Radio devront restituer leurs autorisations BLR si elles en détiennent. Il est donc nécessaire que la procédure THD Radio soit ouverte sur une période suffisamment longue pour permettre à l'ensemble des collectivités qui souhaiteraient migrer vers la bande 3410-3460MHz de formaliser leur demande.

**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 ?**

S'il est délicat de prédire l'état en 2026 de la connectivité dans les territoires, il semble envisageable que le développement conjoint des déploiements fibres, des déploiements mobiles et éventuellement des solutions satellitaires permettent, sans actions particulières, d'apporter une connectivité très haut débit à la quasi-totalité des foyers.

**Les autorisations THD Radio et BLR ne devraient pas être prolongées au-delà de 2026.** Une prise de position claire de l'Autorité est attendue sur ce point. Elle permettra d'ailleurs aux collectivités de mieux apprécier la pertinence économique de leurs déploiements. Ceux-ci ayant vocation à être démantelés en 2026 soit 7 à 8 ans après l'attribution des fréquences.

**Bouygues Telecom fournit déjà une solution d'accès fixe à Internet appelée 4G Box.**

Cette offre s'adresse aux clients ayant de faibles débits ADSL et localisés dans les zones dans lesquelles le réseau mobile 4G n'est pas surchargé. L'éligibilité de l'offre a vocation à s'accroître au fur et à mesure des extensions de couverture prévues dans le cadre du « new deal » mobile.



**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 ?**

**Nous n'identifions pas de solutions de coexistence autres que celles mentionnées dans le document soumis à consultation.**

Parmi les trois solutions techniques référencées pour assurer la coexistence de réseaux TDD en bandes adjacentes, il faut noter que la mise en œuvre de bandes de garde, seule, ne permet pas de garantir l'absence de dégradation sans synchronisation complète des systèmes.

En effet, les équipements radio – y compris les antennes actives 5G – sont équipés d'un amplificateur faible bruit uniquement protégé par un filtre de bande. De ce fait ces amplificateurs restent sensibles à l'éblouissement (*blocking*) quel que soit l'éloignement des blocs de fréquences dans la bande passante du filtre.

La seule solution technique éprouvée consisterait à utiliser un filtrage RF sur la bande utile entre éléments antennaires et récepteurs. Cette solution de filtrage RF n'est en revanche pas envisageable techniquement dans le cas d'antennes actives composées de nombreux récepteurs intégrées à l'antenne. Il est en effet, économiquement impossible de concevoir des antennes destinées à un seul opérateur dans le monde.

Les seules filtrations envisageables avec un niveau de certitude élevé, quant à leur disponibilité à coût raisonnable, sont les filtrations 3,4-3,6 GHz et 3,6-3,8 GHz. Tout autre découpage ne serait économiquement pas soutenable s'il n'était pas adopté simultanément dans d'autres pays.

**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 ?**

**La synchronisation entre réseaux TDD-NR nous semble essentielle pour garantir l'exploitabilité de la bande 3,4-3,8 GHz.**

Il est nécessaire que l'ensemble des utilisateurs de la bande se synchronisent pour éviter de pénaliser les déploiements. Ces pénalités prendraient la forme d'une combinaison de bandes de garde (pour réduire le niveau des émissions dans les blocs adjacents) et d'exclusion géographique (pour se prémunir des effets de saturation des récepteurs).

**L'ARCEP devrait pouvoir imposer le schéma de synchronisation si les opérateurs 5G-NR ne parvenaient pas à s'accorder sur les modalités de cette synchronisation au bout d'un délai de 9 mois suivant l'attribution des fréquences.**

Du fait de la similarité des usages entre opérateurs mobiles et de l'intérêt partagé de s'accorder sur un schéma de synchronisation, il nous semble légitime de laisser les lauréats de la procédure d'attribution de la bande 3,5 GHz la liberté de déterminer les paramètres de synchronisation. Cependant, afin d'éviter une situation de blocage où un acteur moins pressé de déployer dans cette bande retarderait les autres acteurs qui souhaiteraient déployer rapidement, il semble nécessaire que l'ARCEP puisse imposer le schéma de synchronisation à utiliser si les acteurs ne parviennent à trouver un accord dans les 9 mois suivant l'attribution.

L'ARCEP pourrait soit définir en amont de l'attribution le schéma par défaut qui sera retenu dans 9 mois sans accords entre opérateurs. Alternativement, l'ARCEP pourrait définir le schéma à adopter à

l'issue des 9 mois accordés aux opérateurs. Compte tenu de la nature actuelle du trafic, un ratio DL-UL d'environ 3:1 ou 4:1 nous semble raisonnable (le trafic LTE actuel présente une asymétrie telle que le trafic UL représente 6-7% du trafic total ; compte tenu de la moindre efficacité spectrale de l'UL par rapport au DL, un ratio de 3:1 ou 4:1 est cohérent avec les usages actuels).

**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 ?**

**Une solution européenne doit être trouvée pour permettre l'exploitation des fréquences aux frontières. L'ARCEP doit œuvrer dans ce but.**

S'il n'y a pas de synchronisation en 5G entre pays frontaliers, une soixantaine de kilomètres de protection semble être nécessaire. Si cela est déjà pénalisant pour le déploiement de la 5G en France, qui compte d'importantes unités urbaines se situant à moins de 70km de la frontière (Lille, Lens-Douai, Strasbourg, Nice, Bayonne, etc), l'absence de synchronisation deviendrait rédhibitoire pour certains pays frontaliers dont la part de population distante d'au moins 70km d'une frontière est fortement réduite (Belgique, Luxembourg...).

De proche en proche, la question de la synchronisation deviendra européenne. A ce sujet, un pays « frontalier » a déjà adopté une décision structurante sur le format de trame à utiliser (Royaume-Uni, via l'Ofcom) et d'autres pays suivront dans les mois à venir.

Si un format de trame s'impose graduellement dans la majorité des pays, il est probable que ce format serve de référence à la plupart des tests d'interopérabilité menés par les différents équipementiers et fournisseurs de composants. Il serait alors risqué, industriellement, de retenir un format de trame peu ou pas du tout utilisé ailleurs qu'en France.

**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 ?**

Comme indiqué en réponse à la question n° 39, les bandes de garde sont insuffisantes pour garantir l'absence de brouillages puisqu'elles ne permettent pas de se prémunir contre les problématiques de saturation des récepteurs.

**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 ?**

En cas d'absence de synchronisation, les études présentées par les constructeurs au comité d'experts mobiles mis en place par l'ARCEP, font état d'une distance de séparation entre les sites THD radio et les sites 5G supérieure à 70 kms en co-canal et supérieure à 40 kms en canal adjacent.

**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 ?**



Les scénarios envisagés par l'Autorité auraient plusieurs effets négatifs :

- **Le maintien des services THD Radio et BLR jusqu'en 2026 avec mise à disposition différée des fréquences 3,4-3,6 GHz augmenterait sensiblement les coûts de déploiement ce qui n'inciterait pas les acteurs à déployer rapidement la 5G en France.**



- **L'attribution de fréquences en deux temps – en engendrant de l'incertitude – ne serait pas non plus propice au développement rapide de la 5G en France.**



**Pour toutes ces raisons Bouygues Telecom recommande d'attribuer les fréquences 3,4-3,8 GHz en une seule procédure assortie d'un dispositif permettant le retrait rapide de la bande des systèmes préexistants THD Radio et BLR.**



**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 ?**

**De l'ordre de 80 à 100 MHz sont nécessaires à terme pour délivrer un véritable service 5G et rentabiliser les investissements consentis.**



**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 ?**

**L'attribution à un même opérateur de blocs non contigus est à éviter.**

La première génération d'équipements radio 3,4-3,8 GHz est limitée à 200 MHz de largeur de bande supportée, ce qui les rend en pratique incompatibles avec l'agrégation de plusieurs blocs de fréquences non contigus.

A plus long terme, les équipements devraient pouvoir supporter des bandes de fréquences plus larges ouvrant ainsi des possibilités pour l'agrégation de fréquences au sein de la bande 3,4 – 3,8 GHz. Ainsi, si un opérateur était titulaire de deux blocs de fréquences disjoints, il devrait dans un premier temps choisir de déployer dans un seul des deux blocs, puis plus tard remplacer ces équipements par de nouveaux équipements supportant l'ensemble des deux blocs de fréquences.

Il est évident que ce schéma induirait des coûts importants et ne serait pas de nature à favoriser l'investissement dans la 5G.

Au-delà du problème économique soulevé, nous estimons par ailleurs que l'agrégation de deux blocs disjoints diminuerait l'efficacité spectrale de la bande d'un facteur significatif. Il n'est pas acquis non plus que les terminaux sachent à terme agréger deux blocs de fréquences disjoints.

**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 ?**

**L'ARCEP doit viser une répartition équilibrée des fréquences conformément à l'objectif qui a toujours été poursuivi par la régulation depuis 20 ans.**



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

**Nous souhaitons que les futures autorisations dans la bande 3,4-3,8 GHz aient un périmètre national.**

Constatant les difficultés de coexistence en co-canal, nous considérons qu'une attribution sur une base régionale ou départementale se ferait au détriment de l'exploitabilité de la bande. En effet, si un tel périmètre géographique des autorisations devait être retenu, il est peu probable que l'ensemble des acteurs dans chacune des zones retienne le même format de trame 5G NR.

Les réseaux ne pourraient alors plus être synchronisés et il serait dans ce cas nécessaire de prévoir des distances de séparation de l'ordre de 60 kms entre les stations de base de deux départements différents. Un tel schéma exclurait de fait tout déploiement sur une part importante du territoire.



## Partie 3. La bande 24,25 - 27,5 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 ?**

A ce stade l'utilisation de la bande 26 GHz peut être envisagée pour des déploiements en zone spéciales à forte densité d'utilisateurs et en vue directe des antennes.

Les premiers équipements réseaux et terminaux commenceront à être disponibles à partir de 2021 sur le haut de la bande.

Cette bande permettra d'atteindre les débits les plus élevés et la latence la plus réduite de la 5G mais seulement sur des zones de dimensions limitées et en visibilité directe des antennes.

De fait, la bande 26 GHz présente un intérêt limité pour l'introduction de la 5G à une large échelle.

**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 ?**

En cas de déploiement macro ou micro avec cohabitation multi opérateur, une coordination locale est nécessaire. Une coordination nationale ne nous semble pas nécessaire à ce stade.

**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 ?**

**La prévisibilité de l'utilisation des fréquences pour la 5G est dégradée du fait de la flexibilité laissée aux déploiements satellitaires.**

L'ECC PT1 élabore une recommandation sur une boîte à outils permettant aux administrations de l'introduction de la 5G dans la bande 26,5-27,5GHz tout en protégeant les stations terriennes actuelles des services satellitaires et en permettant que de nouvelles stations terriennes soient déployées.

Si fondamentalement, l'objectif poursuivi est en contradiction avec le besoin de prévisibilité quant aux conditions d'utilisation des fréquences, il semble que dans le cas spécifique de la bande 26GHz et des stations satellitaires cette cohabitation soit gérable.

Cette volonté de laisser de la flexibilité aux utilisateurs des services satellitaires (recherche spatiale et exploration de la terre par satellite) de déployer de nouvelles stations terriennes fait peser sur les futurs utilisateurs 5G de ces fréquences le risque de devoir éteindre ou à minima modifier l'ingénierie d'équipements qu'ils auraient déjà déployés.

La 5G dans cette bande de fréquences se matérialisera principalement par des couvertures de zones très localisées (zone très denses, zones spécifiques) et il convient d'identifier en amont de l'attribution des fréquences les zones qui seraient susceptibles d'être impactées par le déploiement de nouvelles stations terriennes satellitaires. En effet, outre le problème des investissements qui auraient été faits en pure perte, ce pose le problème de la continuité de contrat qui auraient été signés entre un

opérateur détenteur d'une autorisation dans la bande 26,5-27,5GHz et un acteur Vertical pour la fourniture d'un service 5G évolué. Il n'est pas envisageable que le déploiement d'une station terrienne entraîne de facto la rupture d'un contrat entre acteurs privés.

**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 ?**

**La bande 26 GHz devrait être attribuée dans un second temps, après la bande 3,4-3,8 GHz.**

Nous faisons le constat que la bande 26 GHz présente un intérêt à moyen terme plutôt que court terme.

Au-delà d'un intérêt limité à court terme, nous estimons que seule la bande 26,5 – 27,5 GHz pourrait être attribuée rapidement. Or, vu les contraintes pesant sur les équipements réseau et mobiles, il nous semble préférable de différer l'attribution de cette bande jusqu'à ce que l'ensemble des fréquences soient disponibles, comme explicité en réponse à la question n°53.

#### **Protection des faisceaux hertziens**

La volumétrie de FH dans la bande 26 GHz est telle qu'il ne serait pas réaliste d'envisager leur migration vers une autre bande de fréquences d'ici la fin de leur autorisation (2027 pour les dernières autorisations). Ces faisceaux hertziens revêtent une importance particulière pour le réseau de collecte capillaire de Bouygues Telecom et sont déployés sur l'ensemble du territoire à la fois dans les zones très denses et dans les zones moins denses.

Si le raccordement des sites radio à la fibre en zone très dense va naturellement réduire le nombre de cas où des faisceaux hertziens sont déployés, il ne nous semble pas envisageable de considérer que la bande 26 GHz sera plus utilisée par les FHs en zone très dense d'ici fin [X]. Il nous paraît donc légitime de contraindre les déploiements 5G en ZTD selon le calendrier naturel de libération de la bande 26 GHz par les FH, lequel s'étend a priori jusqu'en [X].

Si l'ARCEP envisage un partage de la bande entre 5G et faisceaux hertziens, il conviendra de définir des restrictions sur les déploiements 5G à même de permettre la protection des FH. Ces restrictions pourraient prendre en compte les résultats des travaux de la CEPT visant à définir une boîte à outils pour la coexistence entre 5G et FH.

**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 ?**

**Un réaménagement lorsque l'intégralité des 3,25 GHz seront attribués conduirait vraisemblablement à un besoin de remplacement des premiers équipements déployés pour les opérateurs qui devraient quitter la bande 26,5-27,5 GHz**

La bande de fréquences 24,25 – 27,5 GHz est normalisée via 2 bandes de fréquences qui ont un recouvrement de 1 GHz entre 26,5 et 27,5 GHz.

Les premiers produits commercialisés pour les équipements réseaux et les terminaux seront dans la bande de fréquence 3GPP « n257 » allant de 26,5 à 29,5 GHz.

Ainsi, dans l'éventualité où seule la bande 26,5-27,5 GHz serait attribuée, il est probable que les premiers déploiements se fassent au moyen d'équipements supportant uniquement la bande 3GPP n257. En conséquence, le réaménagement futur de la bande 26 GHz aurait vraisemblablement pour

conséquence de devoir redéployer des équipements supportant la bande 24,25-27,5 GHz en lieu et place des premiers équipements déployés qui ne supporteront que la bande 26,5-29,5GHz.

Il semble donc préférable d'attendre une disponibilité de la bande 26 GHz supérieure à 1 GHz ainsi qu'une meilleure visibilité sur la disponibilité d'équipements réseaux et terminaux supportant la bande 24,25-27,5 GHz avant d'attribuer la bande.

**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 ?**

Cette question nous semble prématurée à ce stade.

**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 ?**

La normalisation spécifie des largeurs de bandes maximales de 400 MHz dans les bandes dites « millimétriques » et prévoit la possibilité d'agréger des blocs contigus ou non contigus pour exploiter des largeurs de bandes supérieures.

Les contraintes liées à l'exploitation de deux blocs de fréquences non contigus sont donc moins importantes que dans la bande 3.4-3,8 GHz. En revanche, il est encore trop tôt pour définir les espacements fréquentiels maximums entre blocs : une partie des premiers équipements radios en bande 26 GHz ont une largeur de bande limitée à 1 GHz mais les prochaines générations pourraient présenter des améliorations.

**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 ?**

**Nous recommandons une attribution sous un régime d'autorisation individuelle.**

La quantité de fréquences attribuables en bande 26 GHz était initialement anticipée comme élevée (3,25GHz). Cependant, en considérant qu'une partie de la bande n'est pas exploitable à court terme du fait de la présence de faisceaux hertziens et qu'une autre partie de la bande risque de ne jamais être exploitable du fait des contraintes de protection des services passifs sous 24,25 GHz, il paraît nécessaire de fixer des modalités d'attributions n'engendrant pas une segmentation du spectre restant.

Nous souhaitons en conséquence que l'ensemble des fréquences attribuables le soit sous un régime d'autorisation individuelle. Ce souhait est cohérent avec les postures de l'ensemble des industriels et des administrations qui se sont exprimés dans le cadre des travaux menés à la CEPT. En effet, comme le rappelle l'ARCEP, les travaux d'harmonisation n'ont considéré que des déploiements sous un régime d'autorisation individuelle. Retenir un régime d'autorisation générale changerait fondamentalement les hypothèses pour les études de partage et conduirait à isoler le France des autres pays européens.

Nous considérons que la bande 26 GHz a un potentiel important pour permettre d'adresser des besoins très localisés, que ce soit pour de l'apport capacitif en complément de fréquences plus basses ou pour

satisfaire à des besoins spécifiques d'acteurs verticaux. Dans les deux cas, l'utilisation partagée des fréquences et l'absence de garantie de non brouillage telles qu'inhérentes au régime d'autorisation générale – dissuaderaient les acteurs d'investir dans la bande 26 GHz.

Des travaux menés dans le cadre de la Conférence Mondiale des Radiocommunications de 2019, nous comprenons qu'au niveau mondial, le consensus s'oriente vers un usage de la bande 26GHz sous un régime d'autorisation individuelle tout en étudiant d'autres bandes millimétriques pour une utilisation sous un régime d'autorisation générale. Nous considérons ainsi que les besoins pour des bandes non soumises à autorisation individuelle pourraient adéquatement être satisfaits par la bande 66-71GHz – si elle venait à être identifiée pour le service mobile à la CMR 2019, notamment du fait de sa proximité avec la bande 57-66 GHz (laquelle bénéficie déjà d'un régime d'autorisation générale dans certains pays).

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

**Les conditions de partage co-canal entre réseaux locaux à 26 GHz sont en cours d'étude à la CEPT.**

La CEPT élabore une boîte à outils pour définir le cadre réglementaire le plus approprié pour la synchronisation entre réseaux dans la bande de 26GHz. Le résultat de ces études permettra d'apprécier le risque d'avoir un partage géographique entre opérateurs dans la bande. Vu les caractéristiques de la propagation dans cette bande de fréquences, il est attendu que le partage géographique soit possible.

**Le recours à des attributions locales nécessitera de prendre des marges suffisantes pour garantir l'absence d'interférences.**

Cette bande paraît tout à fait appropriée pour répondre aux besoins liés à des cas d'usage URLLC (communications ultra-fiables à faible latence). Or de tels usages nécessitent d'avoir accès à du spectre propre puisque la moindre interférence peut dégrader la fiabilité et la latence.

Ainsi, dans le cas d'attributions locales, il nous paraît nécessaire de prévoir des distances d'isolation suffisantes entre réseaux opérant en co-canal afin de se prémunir contre tout risque d'interférences. Sans ces marges de sécurité, les acteurs ayant des besoins en lien avec l'URLLC pourraient hésiter à investir dans la bande 26GHz.

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


Une autorisation individuelle nationale permet d'assurer de s'affranchir de contrainte de partage géographique. Un titulaire d'autorisation est ainsi responsable de l'ensemble des équipements déployés dans la bande de fréquences qui lui est attribuée.

Il est ainsi en mesure de se prémunir de manière pérenne contre les interférences co-canal ce qui renforce la capacité du système à adresser des cas d'usage nécessitant une faible latence et une fiabilité très élevée.

## Partie 4. La bande 1427 - 1518 MHz

**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 ?**



Comme indiqué en réponse à la consultation de l'ARCEP « Perspectives pour l'introduction du haut débit mobile dans la bande 1,5 GHz » de septembre 2018, nous considérons que la bande 1427-1518 MHz jouera un rôle important pour apporter de la capacité supplémentaire aux réseaux existants. 



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

**La structure de bande proposée pourrait être rendue plus flexible en considérant des blocs de 5MHz.**

Du fait des restrictions associées à l'utilisation des blocs 1427-1432 MHz et 1512-1517 MHz, il nous semble pertinent de les catégoriser en tant que blocs spécifiques.

S'agissant de la partie centrale 1432-1512 MHz, nous privilégions une attribution par blocs de 5MHz (18 blocs), conformément à la décision CE 2018/661 du 26 avril 2018. Une telle segmentation par blocs de 5 MHz plutôt que par blocs de 10 MHz (9 blocs) apporterait une granularité qui pourrait être nécessaire à une attribution efficace de la bande, particulièrement si cette attribution est réduite à la sous bande 1452-1492 MHz.



**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 ?**

**Un plafond de fréquences est nécessaire notamment en cas d'attribution d'une quantité de fréquences réduite à 40 MHz**

