

DE NOUVELLES FREQUENCES POUR LES TERRITOIRES, LES ENTREPRISES, LA 5G ET L'INNOVATION

Synthèse de la consultation publique

22 juin 2017

AVERTISSEMENT

Le présent document est un document public.
Les données et informations protégées par la loi sont présentées
de la manière suivante : [SDA]

Introduction

L'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (Arcep) a conduit une consultation publique entre le 6 janvier 2017 et le 6 mars 2017, en vue de préparer l'attribution de nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l'innovation.

L'objectif de cette consultation était de recueillir les besoins exprimés par différents acteurs en matière d'accès au spectre radioélectrique, afin de définir *in fine* les modalités d'attribution et de partage de plusieurs bandes de fréquences pour lesquelles des ressources sont disponibles.

À court terme, l'enjeu est notamment de répondre au besoin d'évolution vers le haut débit des services mobiles professionnels et au besoin des territoires de proposer des accès fixes à Internet à très haut débit par voie hertzienne dans les zones où les solutions filaires ne sont pas satisfaisantes. À moyen terme, il s'agit également de préparer les prochaines procédures d'attribution de fréquences destinées aux réseaux mobiles ouverts au public, 4G aujourd'hui et 5G demain. Enfin, en parallèle des autres travaux engagés par l'Arcep relatifs à l'Internet des objets (IoT), cette consultation publique permettra de recueillir la vision des acteurs de cet écosystème quant à la pertinence ou la nécessité de prévoir l'attribution d'autorisations individuelles d'utilisation de fréquences.

Le document mis en consultation a reçu 66 contributions, de la part notamment d'opérateurs, d'équipementiers, de collectivités territoriales, d'associations professionnelles et d'acteurs industriels. Les contributeurs sont les suivants :

Afnum	Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques	Haute-Garonne Numérique	Qualcomm
Afone Infrastructure	Conseil départemental du Calvados	Huawei	RATP
AGURRE	Dynamic Spectrum Alliance	Hub One	RED Technologies
Air France	e*Message	Iliad	Région Bourgogne-Franche-Comté
AIRBUS Defence and Space	EDF	Infosat	Seine et Marne Numérique
Alsatis	Enedis	Intel	Sem@for77
Altitude Infrastructure	Ericsson	Keybridge	SFR
Amarisoft et Nexedi	ESOA	Le Tonnerois en Bourgogne	SMTC-Tisséo
AVICCA	ETELM	Lot Numérique	SNCF Réseau
AVICCA AMF ADF ARF	Eutelsat	Lot-et-Garonne Numérique	SNIR
Axe de recherche 5G	Fédération FDN et SCANI (ci-après « FFDN/SCANI »)	Mairie de Marseille	Société du Grand Paris
Axione	FIRIP	Manche Numérique	Syaden
Bolloré Telecom	Gers Numérique	ministère de l'Intérieur	TDF
Bouygues Telecom	GPRP	Nièvre Numérique	Thales Communications & Security (ci-après « TCS »)
Cisco	Groupe ANT du CEREMA	Nokia	Touraine Cher Numérique

CNES	GSA	NomoTech	
Conseil départemental de l'Hérault	GSMA	Orange	

Tableau 1 : liste des contributeurs à la consultation publique

Le présent document est une synthèse des contributions reçues. Elle ne saurait se substituer à la lecture des contributions individuelles de chacun des acteurs, dont les versions non confidentielles sont disponibles sur le site de l'Arcep¹.

¹ www.arcep.fr

Partie 1.

Des besoins en fréquences pour différents usages

Question n°1. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins en services mobiles à très haut débit ? Selon quel régime (autorisation générale, autorisation individuelle) ces fréquences devraient-elles être attribuées ? Y a-t-il un intérêt particulier pour des fréquences TDD ou SDL, qui permettent d'avoir une capacité descendante plus élevée ? L'augmentation du trafic présente-t-elle des différences dans les zones les plus denses et en dehors de ces zones ? Si oui, estimez-vous que cette dissymétrie justifierait l'attribution de davantage de fréquences dans les zones les plus denses ? Pour faire face à ce besoin croissant d'écoulement de trafic mobile, à quel horizon de temps estimez-vous que des fréquences additionnelles seraient nécessaires, et en quelle quantité (en distinguant fréquences basses et fréquences hautes) ?

Sur le besoin de fréquences supplémentaires pour les services mobiles ouverts au public.

Une grande majorité de contributeurs (Afnum, AVICCA, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, le conseil départemental du Calvados, le conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté, Enedis, Ericsson, ETELM, GPRP, GSMA, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Hub One, Intel, Manche Numérique, Nièvre Numérique, Nokia, Nomotech, Orange, Qualcomm, SFR et [SDA]) partage l'analyse de l'Arcep sur l'augmentation de la demande et estime que la mise à disposition de nouvelles fréquences pour les services mobiles ouverts au public est légitime.

De surcroît, 10 contributeurs (Bouygues Telecom, GSMA, Huawei, Intel, Nokia, Orange, Qualcomm, SFR, TDF et [SDA]) notent que l'arrivée de la 5G et des services associés amplifiera la croissance de ces besoins.

Trois contributeurs (AVICCA, Ericsson, SFR) précisent pour leur part que la mise à disposition de nouvelles ressources doit s'accompagner d'une utilisation plus efficace du spectre, rendue possible par les progrès des technologies ainsi qu'une densification des réseaux.

Sur l'intérêt particulier de fréquences TDD ou SDL

L'utilisation de fréquences en mode TDD ou SDL permet de résoudre certains problèmes d'asymétrie du trafic et d'optimiser l'utilisation des ressources spectrales. Un contributeur rappelle cependant que ces technologies ne sont pas utilisées en France bien que des bandes aient déjà été identifiées pour cela.

L'Afnum, Bolloré Telecom, Cisco, le conseil départemental du Calvados, Ericsson, Huawei, Intel, Nokia, Orange, SFR et [SDA] considèrent que la souplesse du mode TDD permet une utilisation plus efficace du spectre et de régler les problèmes d'asymétrie du trafic identifiés. L'Afnum, Bolloré Telecom, Cisco, Ericsson, Huawei, Intel, Orange et SFR indiquent que le mode SDL a également un intérêt pour optimiser l'utilisation des ressources spectrales dans le cas d'un besoin en débit descendant plus élevé, par exemple selon l'Afnum et Cisco pour la diffusion vidéo. Huawei précise que le mode TDD rend possible le *beamforming* en bandes hautes, une des technologies identifiées pour la 5G. Par ailleurs, Amarisoft/Nexedi considère que le mode TDD permet de réaliser des liens de collecte en zones peu denses en allouant à la voie montante des ressources plus importantes.

Intel rappelle cependant que l'identification du mode d'utilisation adapté à chaque bande doit faire l'objet d'études approfondies et TDF nuance cet intérêt pour les modes TDD et SDL en notant que bien que des bandes aient déjà été identifiées pour ces technologies voire attribuées, elles ne sont pas encore utilisées.

Sur les différences de besoin en fonction des zones

Les contributeurs considèrent que les besoins pour les services mobiles ouverts au public sont plus importants dans les zones les plus denses qu'en dehors de ces zones. Toutefois, la plupart d'entre eux considèrent que cela ne doit pas conduire à une diminution des capacités spectrales mises à disposition pour ces besoins dans les zones moins denses.

Ericsson, le groupe ANT du CEREMA, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Intel, Nokia, Qualcomm et [SDA] estiment que le besoin de capacité pour les services mobiles ouverts au public est plus important en zone dense. Parmi ces contributeurs, une majorité (Ericsson, Huawei, Intel, Nokia et Qualcomm) rejette cependant l'idée d'attribuer plus de ressources aux services mobiles dans ces seules zones. Ericsson considère que les besoins spectraux en zone dense définissent les besoins au niveau national et Qualcomm met en garde contre le risque de fracture numérique qu'impliquerait l'attribution de davantage de ressources en zones dense. Huawei note que cette différence de besoin concerne surtout les fréquences hautes qui pourraient néanmoins être nécessaires en zones rurales pour la couverture d'infrastructures notamment. Nokia estime qu'une plus grande densité de cellule et non une quantité de fréquences supérieure, permet de répondre aux besoins capacitaires plus élevés en zones denses.

À l'inverse, le groupe ANT du CEREMA et Haute-Garonne Numérique estiment que la différence de besoin en capacité entre zones denses et zones rurales peut justifier de limiter l'attribution des nouvelles ressources spectrales pour des services mobiles à un périmètre limité.

Enfin, sans préjuger d'un besoin éventuel supérieur en zones denses, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Orange, et SFR préconisent une emprise nationale pour les attributions de fréquences pour des services mobiles alors qu'Amarisoft/Nexedi propose d'attribuer les fréquences identifiées à travers un système d'enchères sur des zones réduites.

Sur le régime et les conditions d'autorisation

Une majorité de contributeurs se prononçant sur la question (Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, ETELM, GPRP, Huawei, Intel, Orange, Qualcomm, SFR) sont favorables au régime d'autorisations exclusives individuelles.

En particulier, Huawei et Qualcomm précisent que ce régime est nécessaire pour garantir le niveau de qualité de service requis par les nouveaux usages mobiles et SFR indique que ce régime permet une utilisation plus flexible des fréquences par les attributaires.

Néanmoins, Qualcomm précise que la 5G aura également besoin d'utiliser des fréquences sous autorisation générale. De plus, TCS de son côté préconise l'augmentation de la quantité de spectre sous autorisation générale ou partagée et identifie la bande 470 - 694 MHz comme pouvant migrer vers ce type d'attribution à horizon d'une dizaine d'années.

Pour ce qui est des conditions d'attribution des nouvelles bandes de fréquences dédiées aux réseaux mobiles, Intel et SFR insistent sur la nécessité d'avoir une meilleure visibilité sur l'ouverture de ces bandes et ainsi sur les ressources disponibles pour les services mobiles. D'autre part, Qualcomm estime que les opérateurs ne devraient être redevables de redevances d'utilisation de fréquences qu'à la date où ils peuvent effectivement utiliser les fréquences et non au moment de l'attribution.

Sur la nature des fréquences et le calendrier d'attribution

Pour répondre aux besoins de services mobiles à très haut débit, les contributeurs identifient principalement trois types de bandes de fréquences : des bandes basses, des bandes hautes et des bandes millimétriques.

Parmi les bandes basses, pour répondre à l'augmentation du trafic en LTE, 4 contributeurs (Bouygues Telecom, Huawei, Qualcomm, SFR) estiment que l'utilisation de la bande L en SDL est nécessaire. Huawei, Qualcomm et [SDA] considèrent que le besoin pour cette bande se manifesterait vers 2020.

Parmi les bandes hautes et pour l'arrivée de la 5G, 7 contributeurs (Axe de recherche 5G, Ericsson, Huawei, Orange, Qualcomm, SFR et [SDA]) considèrent la mise à disposition de la bande 3,4 - 3,8 GHz comme essentielle. Certains estiment que le besoin sera de l'ordre de 80 MHz par opérateur à l'horizon 2020. [SDA] Du reste, Ericsson estime que la bande 3,8 - 4,2 GHz devrait être identifiée pour les services mobiles et que les opérateurs devraient disposer en tout de 1500 MHz.

Parmi les bandes millimétriques, 4 contributeurs citent la bande 26 GHz (Bouygues Telecom, Orange, Qualcomm et [SDA]) comme essentielle à certains services que promet la 5G, notamment en zones denses. Qualcomm et [SDA] considèrent que cette bande devrait être rendue disponible pour une utilisation en 2020. Ericsson estime que les opérateurs ont besoin de plusieurs gigahertz en tout en bandes millimétriques.

Question n°2. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet ? Quelle quantité de fréquences hautes et de fréquences basses ? Selon quel régime (autorisation générale, autorisation individuelle) ces fréquences devraient-elles être attribuées ? Quelles technologies y seraient déployées ?

L'ensemble des contributeurs s'accorde sur la nécessité de mobiliser différentes technologies (solutions FttH, montée en débit filaire, solutions hertziennes) afin d'apporter le très haut débit dans tous les territoires, même les plus isolés. Cependant, les contributeurs ont exprimé des positions contrastées quant à l'intérêt de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences ou des fréquences additionnelles pour répondre à ce besoin. Bouygues Telecom, Ericsson, Intel, Orange et SFR estiment qu'il n'est pas nécessaire de mobiliser des fréquences radioélectriques supplémentaires pour l'accès fixe à Internet.

Bouygues Telecom, Eutelsat, Hub One, Qualcomm, Orange et SFR mentionnent différents réseaux qui permettraient de répondre à ce besoin : les réseaux mobiles 4G, les futurs réseaux 5G, la montée en débit sur cuivre ou encore le satellite. Bouygues Telecom précise quant à lui que son propre réseau 4G couvrira, à l'extérieur des bâtiments, 99% de la population d'ici à fin 2018 ; en tenant compte également de l'avancée du programme zones blanches, cet opérateur estime ainsi qu'une grande part des besoins d'accès fixes à Internet pourra être satisfaite.

En revanche, de nombreux contributeurs estiment à l'inverse qu'il est nécessaire de prévoir de nouvelles fréquences pour apporter des accès fixe à Internet à très haut débit dans les zones sans solution filaire satisfaisante. Les avis sont néanmoins partagés s'agissant de la bande de fréquences à utiliser.

Une majorité d'acteurs (Axione, Bolloré Telecom, le Conseil départemental du Calvados, FFDN/SCANI, la FIRIP, Gers Numérique, Huawei, Manche Numérique, Nokia, Nomotech, Seine-et-Marne Numérique, TDF et Iliad) estiment qu'une quantité de 40 MHz est adaptée. Plusieurs acteurs (l'AMF, l'ADF, Régions de France, l'AVICCA, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, Lot Numérique, la région Bourgogne-Franche-Comté et Touraine Cher Numérique) suggèrent quant à eux la nécessité de disposer de 60 MHz. Enfin, deux acteurs (Altitude Infrastructure et Haute-Garonne Numérique) estiment nécessaire de recourir à 80 MHz, notamment pour permettre la cohabitation des anciens réseaux utilisant la technologie Wimax et les nouveaux réseaux hertziens à très haut débit.

De nombreux contributeurs (l'AMF, l'ADF, Régions de France, l'AVICCA, Axione, Bolloré Telecom, le Conseil départemental du Calvados, ETELM, Eutelsat, la FFDN/SCANI, FIRIP, le GPRP, le groupe ANT du CEREMA, Infosat, Lot Numérique, Lot-et-Garonne Numérique, Nièvre Numérique, Nokia, la région Bourgogne-Franche-Comté, Seine-et-Marne Numérique, SMTC-Tisséo et Touraine Cher Numérique) souhaitent qu'une partie de la bande 3,5 GHz (bande utilisée actuellement pour des réseaux de boucle locale radio), reste disponible pour les réseaux fournissant un accès fixe à Internet dans les zones les moins denses du territoire. L'AMF, l'ADF, Régions de France et l'AVICCA insistent en outre sur le besoin d'identifier rapidement des fréquences pour permettre une évolution rapide des solutions hertziennes vers le très haut débit.

D'autres contributeurs (GSA, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom et Orange) souhaitent que l'accès fixe à Internet se fonde sur les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD (dans la mesure, pour Bouygues Telecom et Orange, où des fréquences supplémentaires devaient être attribuées pour l'accès fixe à Internet). Alsatis note que l'utilisation de fréquences de la bande 2,6 GHz TDD permettrait, dans les premiers kilomètres autour des stations de base, d'installer les équipements des clients à l'intérieur des habitations et d'éviter l'installation d'antennes extérieures. La FIRIP précise par ailleurs que dans les zones où les 40 MHz de la bande 2,6 GHz TDD ne seraient pas entièrement utilisés pour les besoins mobiles professionnels, une utilisation partielle des fréquences disponibles pour l'aménagement numérique du territoire pourrait être envisagée.

Deux contributeurs (Alsatis, Amarisoft/Nexedi) souhaitent que les fréquences des deux bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz soient utilisées. Les fréquences de la bande 3,5 GHz serviraient alors, en complément des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD, à densifier les réseaux (Alsatis) ou à faire de la collecte (Amarisoft/Nexedi).

Trois contributeurs (l'Afnum, Cisco et Lot-et-Garonne Numérique) souhaitent que des fréquences basses (inférieures à 1 GHz) soient mises à disposition pour des accès fixes à Internet, pour atteindre certaines zones spécifiques.

Enfin, deux contributeurs (l'Afnum et Cisco) indiquent que le recours à la bande 26 GHz devrait être envisagé pour proposer des accès fixes à Internet au moyen des futurs réseaux 5G.

Dans l'hypothèse de l'identification de fréquences supplémentaires pour des services d'accès fixes à Internet, plusieurs contributeurs précisent les modalités souhaitables pour leur attribution.

S'agissant du régime d'utilisation des fréquences, parmi les contributeurs identifiant un besoin d'attribution de fréquences pour la fourniture d'accès fixes à Internet à très haut débit, aucun n'identifie une autre approche que l'attribution d'autorisations individuelles exclusives aux différents titulaires.

S'agissant du périmètre géographique des attributions de fréquences, Manche Numérique et Nièvre Numérique préconisent une attribution au niveau départemental. Altitude Infrastructure, Haute-Garonne Numérique et Huawei précisent que ce périmètre d'attribution devrait être ciblé géographiquement et correspondre au périmètre d'intervention de la collectivité territoriale en charge de l'aménagement numérique du territoire (i.e. les zones d'initiative publique). Enfin, Amarisoft/Nexedi plaident pour un mécanisme d'enchères réalisées à l'échelle communale.

S'agissant du montant des redevances d'utilisation des fréquences, l'Afnum et Cisco souhaitent qu'il n'entrave pas l'équilibre économique des opérateurs.

Pour finir, s'agissant des architectures de réseaux, le groupe ANT du Cerema indique que la desserte d'entreprises par des solutions point à point de type faisceau hertzien est à considérer, en marge des solutions point à multipoint.

Question n°3. Dans quelle mesure vous semble-t-il nécessaire que des fréquences et des réseaux soient dédiés aux besoins d'accès fixe à Internet ? Dans ce cas, un modèle économique est-il possible sans soutien financier public ? Dans le cas de réseaux établis en ayant recours à un soutien public, quel modèle économique (nombre de clients, taux de souscription des clients éligibles, ...) envisagez-vous ? Comment assurer que l'ensemble des lieux où le besoin existe soient couverts ?

Les contributeurs ont des positions contrastées quant à la nécessité de recourir à des fréquences ou à des réseaux dédiés à la fourniture d'accès fixes à Internet à très haut débit, notamment dans une optique d'aménagement numérique du territoire.

Plusieurs acteurs (Ericsson, Eutelsat, Hub One, Intel, Orange, Qualcomm, SFR) estiment qu'il n'est pas nécessaire de déployer des réseaux dédiés aux accès fixes à Internet de type boucle locale radio, ni d'allouer du spectre radioélectrique spécifiquement aux besoins d'accès fixes à Internet.

Hub One estime que, pour les zones blanches fixes et mobiles, un mécanisme d'obligations de déploiement associées à des déploiements mutualisés permettrait leur résorption. Qualcomm présente quelques mécanismes envisageables pour inciter les opérateurs à investir dans les zones les moins denses (mise à disposition d'infrastructures passives, co-financements public-privé par exemple).

Bouygues Telecom s'interroge sur la bonne utilisation du spectre dans le cas où les collectivités territoriales déploieraient des réseaux hertziens spécifiques et indique que ceux-ci pourrait remettre en cause la rentabilité des investissements réalisés par les opérateurs mobiles. De même, Eutelsat indique que les opérateurs satellitaires sont aujourd'hui en mesure de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet, sans soutien financier des collectivités territoriales et souhaite que les acteurs publics, préalablement au lancement d'un projet de réseau hertzien subventionné, s'assurent de l'absence de solutions privées, y compris satellitaires.

Bouygues Telecom propose que soit étudié un mécanisme selon lequel les collectivités financeraient le déploiement de sites mobiles dans les zones les plus rurales pour répondre localement aux besoins d'accès fixe à Internet.

Enfin, Ericsson et Intel précisent qu'eu égard au principe de neutralité de services, l'Arcep ne devrait pas limiter certaines bandes de fréquences à la fourniture d'accès fixes mais devrait laisser les opérateurs choisir les technologies les plus adaptées à leur modèle économique.

A l'inverse, de nombreux contributeurs (Afone Infrastructure, Alsatis, Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, Bolloré Telecom, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, le Conseil départemental du Calvados, la FIRIP, Gers Numérique, GSA, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Iliad, Infosat, Lot Numérique, Manche Numérique, Nièvre Numérique, Nomotech, la région Bourgogne-Franche-Comté, Seine-et-Marne Numérique, Sem@for 77, le SNIR, le SYADEN, TDF et [SDA]) indiquent qu'il est nécessaire d'utiliser des fréquences ou des réseaux dédiés à l'accès fixe à Internet.

Trois contributeurs (Alsatis, Infosat et Sem@for 77) soulignent que les services offerts dans le cadre des réseaux dédiés à l'accès fixe à Internet par voie hertzienne sont caractérisés par l'absence de limitation (*fair use*) du volume de données échangées, contrairement aux services fournis dans le cadre de solutions satellitaires ou de réseaux mobiles ouverts au public.

Si deux contributeurs (Afone Infrastructure et Bolloré Telecom) envisagent la fourniture de services d'accès fixes à Internet sans recours à des subventions publiques, tous les acteurs souhaitant proposer des services d'accès fixes dans les zones les moins denses et dans une démarche d'aménagement numérique du territoire précisent en revanche qu'un recours à des subventions publiques est nécessaire.

Ces acteurs proposent que les zones devant être couvertes par les réseaux hertziens correspondants soient définies en concertation avec les collectivités territoriales, chargées de définir le mix technologique (recours à fibre optique jusqu'à l'abonné, montée en débit filaire, réseaux hertziens et/ou liaisons satellitaires) le plus adapté à la couverture de leur territoire en très haut débit. Dans cette approche, les futurs réseaux hertziens ou les réseaux existants modernisés devraient donc être en mesure de fournir à la quasi-totalité des foyers et entreprises sans solution filaire satisfaisante dans les prochaines années, un accès à Internet à très haut débit (supérieur à 30 Mbit/s).

Certains contributeurs mentionnent ainsi que des réseaux constitués de quelques dizaines de stations de base par département pourraient cibler les zones pour lesquelles les accès ADSL existants proposent des débits inférieurs à 3 ou 4 Mbit/s. Selon les départements, ces réseaux adresseraient quelques milliers de foyers, et jusqu'à quelques dizaines de milliers dans certains départements.

La FIRIP souhaite par ailleurs que la mission Très Haut Débit réexamine la possibilité de subventionner les infrastructures réseau d'accès radio, afin que soit garantie une équité entre technologies contribuant à l'aménagement numérique du territoire.

Amarisoft/Nexedi indique toutefois qu'avec un mécanisme d'attribution des fréquences à l'échelle communale, il est facile de rentabiliser un réseau LTE dans des communes de 300 habitants sans subvention.

Enfin, en matière d'accès aux infrastructures passives, un contributeur ([SDA]) demande qu'un accès aux pylônes privés sous conditions tarifaires régulées soit rendu obligatoire, pour répondre aux problématiques des zones les moins denses.

Question n°4. Les réseaux de boucle locale radio en cours d'exploitation qui ont été développés et financés dans le cadre de réseaux d'initiative publique (RIP) ont-ils vocation à perdurer ? Jusqu'à quelle date ? Est-il envisagé de les étendre ? De les moderniser ? Des collectivités envisagent-elles de subventionner des réseaux de boucle locale radio là où il n'y en a pas encore ? Dans la démarche globale d'aménagement numérique du territoire, mettant en œuvre plusieurs technologies (FttH, montée en débit filaire, réseaux hertziens, satellite), quelle est votre vision de la place des réseaux BLR ?

Un grand nombre de contributeurs, notamment les collectivités territoriales, indiquent que les réseaux de boucle locale radio existants ont vocation à perdurer, *a minima* quelques années afin de répondre aux enjeux d'aménagement numérique du territoire. Par ailleurs, plusieurs contributeurs envisagent ou ont engagé une modernisation de ces réseaux.

Plusieurs acteurs (Afone Infrastructure, Alsatis, Axione, Bolloré Telecom, le Conseil départemental de l'Hérault, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, le Conseil départemental du Calvados, la FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Lot Numérique, Nomotech, la région Bourgogne-Franche-Comté, Seine-et-Marne Numérique, TDF et Touraine Cher Numérique) indiquent en premier lieu que les réseaux existants ne sont plus adaptés aux besoins actuels, car il ne peuvent notamment pas fournir de débits supérieurs à quelques mégabits par seconde. Ces limitations sont généralement dues à l'obsolescence de la technologie Wimax ou aux limitations inhérentes à l'utilisation de solutions basées sur des bandes libres.

Dès lors, l'évolution et la modernisation de ces réseaux pour proposer le très haut débit (quelques dizaines de mégabits par seconde) sont mentionnées par de nombreux acteurs (Afone Infrastructure, Alsatis, Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, Axione, Bolloré Telecom, le Conseil départemental de l'Hérault, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, le Conseil départemental du Calvados, ETELM, la FFDN/SCANI, FIRIP, Huawei, Infosat, Lot Numérique, Nièvre Numérique, Nokia, Nomotech, la Région Bourgogne-Franche-Comté, Sem@for77, SFR, TDF et Touraine Cher Numérique)

et sont déjà engagées par des acteurs publics en charge de l'aménagement numérique (Haute-Garonne Numérique et Seine-et-Marne Numérique). Ces projets de modernisation s'appuient majoritairement sur l'utilisation de la technologie TD-LTE pour le lien radio entre les stations de base et les foyers et entreprises raccordés.

Pour les contributeurs précédents envisageant ou ayant lancé une telle modernisation, ces réseaux radio à très haut débit constituent une solution transitoire pour les territoires, dans l'attente des déploiements en fibre jusqu'à l'abonné (FttH). La position des contributeurs quant à la durée pendant laquelle ces réseaux radio modernisés devront être mobilisés dépend des différents projets de déploiement de solutions filaires (FttH et montée en débit) ; cette durée varie entre au moins une dizaine d'années (Haute-Garonne Numérique, Lot Numérique, Manche Numérique, Nièvre Numérique, la Région Bourgogne-Franche-Comté, Touraine Cher Numérique) et trois décennies dans certaines zones (FIRIP).

Par ailleurs, un contributeur ([SDA]) indique au contraire que les réseaux de boucle locale radio doivent être considérés comme des solutions pérennes d'aménagement numérique du territoire, au même titre que le FttH, pour amener le très haut débit dans les zones les plus reculées du territoire, là où les coûts de déploiement de la fibre optique seront prohibitifs.

S'agissant des technologies vouées à contribuer à l'aménagement numérique des territoires, les positions sont contrastées quant au rôle des solutions satellitaires.

Trois contributeurs (la FIRIP, Haute-Garonne Numérique et Seine-et-Marne Numérique) notent que le satellite permettra de fournir une connectivité à Internet aux foyers les plus isolés ou très éloignés des centres-bourgs et hors des zones de couvertures des réseaux hertziens de type BLR.

Trois contributeurs (Alsatis, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques et Touraine Cher Numérique) soulignent que les limitations du volume de données échangées généralement associées aux offres satellitaires ne sont pas adaptées aux besoins actuels d'accès fixes à Internet.

Enfin, Eutelsat informe de la disponibilité prochaine (aux alentours de 2020) de satellites de très grande capacité, environ 10 fois supérieure au satellite KA-SAT, qui devraient permettre de proposer un accès à Internet à au moins 30 Mbit/s pour 600 000 à 1 million de foyers de la France métropolitaine. Eutelsat indique également que ces satellites de nouvelle génération devraient permettre d'augmenter le volume de données proposé aux abonnés.

Question n°5. Certains contributeurs envisagent-ils de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet, sans subventions publiques, par l'usage de fréquences qu'ils détiennent déjà, ou de bandes libres ? Comment assurer que l'ensemble des lieux où le besoin existe soient couverts ?

Plusieurs contributeurs (Amarisoft/Nexedi, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Eutelsat, Orange et SFR) envisagent de fournir des services d'accès fixes à Internet, sans recourir à des financements publics. Néanmoins, ces contributeurs ne mentionnent pas si de telles offres seraient disponibles sur l'intégralité des zones ne bénéficiant pas de solution filaire satisfaisante.

Amarisoft/Nexedi indique envisager de proposer de tels services, sans subvention publiques, et note qu'un mécanisme d'enchères par commune pour l'accès aux fréquences radioélectriques améliorerait la couverture du territoire.

Bolloré Telecom prévoit de commercialiser, une fois la technologie 5G disponible, une offre de services nomades et fixes utilisant les fréquences de la bande 3,5 GHz dont il est titulaire.

Bouygues Telecom rappelle avoir lancé en début d'année 2017 une offre fixe « 4G Box », proposant des services d'accès fixes à Internet dans les zones où les accès ADSL ne permettent pas de fournir

des débits satisfaisants. Cette offre utilise le réseau mobile de Bouygues Telecom et seules les agglomérations de moins de 200 000 habitants seront éligibles.

Eutelsat indique pour sa part que contrairement aux réseaux BLR déployés au cours des années 2000, un opérateur satellitaire peut proposer, sans subventions publiques, des services d'accès fixes à Internet.

Orange rappelle son intention de commercialiser son offre 4G Home, vouée à proposer des accès fixes à Internet par son réseau mobile.

SFR indique envisager de répondre ponctuellement à des besoins d'accès fixes à Internet avec ses propres fréquences.

Question n°6. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins PMR haut débit ? Quelle quantité de fréquences hautes et de fréquences basses serait nécessaire ? Selon quel régime (autorisation générale, autorisation individuelle, autorisations individuelles non exclusives) ces fréquences devraient-elles être attribuées ? Sur quelle empreinte géographique faudrait-il attribuer des fréquences (métropolitaine, outremer, régionale, locale, sur des sites spécifiques) ? Dans quelle mesure vous semble-t-il nécessaire que l'utilisateur PMR dispose de ses propres fréquences ? Pourquoi ? En particulier, en quoi les opérateurs mobiles ne peuvent-ils pas répondre, le cas échéant, au besoin ?

De nombreux contributeurs (Afnm, AGURRE, Amarisoft/Nexedi, Axione, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, le Conseil départemental de l'Hérault, EDF, ETELM, FFDN/SCANI, FIRIP, GPRP, Huawei, Hub One, la Mairie de Marseille, le ministère de l'Intérieur, Nièvre Numérique, Nokia, NomoTech, RATP, la Région Bourgogne-Franche-Comté, SMTC-Tissé, SNCF Réseau, SNIR, la Société du Grand Paris, TCS et [SDA]) souhaitent que des nouvelles bandes de fréquences soient mises à disposition pour faire évoluer les services PMR vers le haut débit et ainsi améliorer l'efficacité opérationnelle des entreprises.

[SDA]

Six acteurs (Intel, Manche Numérique, le ministère de l'Intérieur, NomoTech, SNIR et TDF) pensent que 20 MHz seraient nécessaires, six autres acteurs (Bolloré Telecom, FIRIP, Huawei, Nièvre Numérique, la Région Bourgogne-Franche-Comté et la société du Grand Paris) estiment que 40 MHz sont nécessaires et quatre acteurs (AGURRE, EDF, Hub One et Nokia) évaluent ce besoin à plus de 50 MHz.

Les bandes 2,6 GHz TDD, 700 MHz et 400 MHz sont celles identifiées pour la PMR par le plus grand nombre de contributeurs, leurs visions étant détaillées respectivement dans la synthèse des réponses aux questions 18, 24 et 25. TCS estime que la bande 2,1 GHz TDD pourrait être utilisée pour le déploiement de bulles tactiques PPDR et Cisco et Nokia estiment que la bande 3,4 - 3,6 GHz pourrait être utilisée pour le déploiement de réseaux PMR.

À l'inverse, certains acteurs (Enedis, Ericsson, Intel, Orange, Qualcomm, SFR et TDF) estiment qu'il sera possible de proposer des services PMR à haut débit en utilisant soit les bandes PMR déjà attribuées, soit les bandes attribuées aux opérateurs mobiles. Orange observe en particulier que les bandes PMR existantes, notamment les bandes 400 MHz et 700 MHz, répondront aux différents besoins et que l'utilisation de la bande 2,6 GHz TDD risque de mettre la France dans une position isolée par rapport aux autres pays européens, ce qui pourrait être un risque industriel pour les réseaux PMR.

De nombreux acteurs (AGURRE, Axione, EDF, ETELM, FIRIP, GPRP, Huawei, Hub One, la Mairie de Marseille, le ministère de l'Intérieur, Nokia, SNIR, la société du Grand Paris et TCS) privilégient l'attribution d'autorisations individuelles.

Hub One précise que seule une autorisation individuelle permet de prévenir les risques de brouillages et d'assurer des hauts niveaux de garantie opérationnelle. Cisco suggère pour sa part l'attribution d'autorisations individuelles non exclusives.

Plusieurs acteurs (AGURRE, Bouygues Telecom, EDF, FIRIP, Hub One, la Mairie de Marseille, Nièvre Numérique, RATP, SNIR, la société du Grand Paris et TCS) indiquent que les fréquences devraient être attribuées sur des zones et des sites spécifiques ou avoir une empreinte locale.

Le Conseil départemental de l'Hérault souhaite des attributions sur une empreinte régionale et Amarisoft/Nexedi sur une empreinte correspondant au territoire de France métropolitaine.

Huawei et Nokia estiment que l'empreinte géographique des autorisations devrait dépendre de la demande formulée (métropolitaine, régionale, locale ou sur un site spécifique).

Axione préconise de conserver le schéma actuel, à savoir l'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences alloties, assignées ou pour usage partagé.

Une majorité de contributeurs (AGURRE, Amarisoft/Nexedi, Axione, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, le Conseil départemental de l'Hérault, EDF, Ericsson, Huawei, Hub One, la Mairie de Marseille, le ministère de l'Intérieur, Nokia, RATP, SFR, SMTC-Tisséo, SNCF Réseau, SNIR, la Société du Grand Paris, TDF et TCS) considèrent qu'une entreprise ayant des besoins PMR doit disposer de ses propres fréquences pour établir son propre réseau.

Ils indiquent que de tels réseaux assurent à leurs exploitants une maîtrise de l'infrastructure et de sa disponibilité qui peut s'avérer critique, en particulier, lors de situations de secours ou de catastrophes naturelles.

AGURRE, EDF et Hub One soulignent qu'en cas d'évènements majeurs, les réseaux de communications grand public peuvent être inaccessibles (volontairement ou non), en particulier dans les zones sensibles (centrales nucléaires, aéroports, transports publics, etc.). EDF indique devoir être en mesure d'assurer l'ensemble de ses activités d'exploitation, de maintenance et de gestion de crise dans les centrales nucléaires en toute circonstance. [SDA]

Hub One ajoute que les usages PMR nécessitent un niveau de couverture (déploiements spécifiques et sur mesure dans des zones difficilement accessibles) auquel les opérateurs mobiles ne peuvent pas répondre. Enedis indique avoir déployé des réseaux indépendants destinés à la gestion de situations de crise dans des zones « ultra blanches » sans aucun opérateur. Pour certaines parties du territoire, la conception de tels réseaux indépendants peut être rendue complexe par la topologie du terrain. Enedis préconise ainsi que certaines bandes de fréquences destinées aux réseaux ouverts au public soient accessibles aux réseaux indépendants dans certaines zones spécifiques.

Axione estime qu'à ce jour les opérateurs mobiles ne proposent pas certains des services spécifiques dont les utilisateurs PMR ont besoin (appels de groupe, allocation dynamique des ressources, priorité d'accès, etc.).

En revanche, d'autres acteurs (Bouygues Telecom, Enedis, Ericsson, FFDN/SCANI, Orange, Qualcomm et SFR) estiment que les opérateurs mobiles sont en mesure de fournir des services PMR et de répondre aux différents besoins professionnels.

Orange indique qu'il commercialisera, sur son réseau mobile, des solutions permettant de répondre aux besoins PMR, y compris les plus sensibles de type PPDR : réservation dynamique de ressources pour garantir en toute circonstance la disponibilité des services PMR les plus critiques, gestion de la priorité des flux de certains utilisateurs ou services, isolation d'une zone de couverture du reste du

réseau, *Mission Critical* PTT (Push To talk) et communications D2D (*device to device*) entre terminaux sans utiliser l'infrastructure du réseau cœur. Orange souligne que ces fonctionnalités sont normalisées par le 3GPP et que chaque opérateur mobile est libre de leur implémentation.

[SDA]

SFR précise qu'il envisage, grâce aux possibilités offertes par la technologie LTE TDD, de proposer des services mobiles professionnels et des services mobiles ouverts au public sur son propre réseau.

Cinq acteurs (Afnm, Bouygues Telecom, Cisco, Huawei et Nokia) pensent que les futurs services PMR haut débit pourront utiliser à la fois de nouvelles bandes de fréquences et les bandes de fréquences attribuées aux opérateurs mobiles.

Question n°7. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins de l'Internet des objets ? Pour quels types de services ? Parmi ces différents services, lesquels pourraient se développer en bandes « libres », lesquels nécessiteraient des autorisations individuelles, et pour lesquels un recours à des bandes partagées serait-il adapté ? Quels critères utiliser pour faire ce choix (coûts, importance des services, maturité de l'écosystème, évolutivité des technologies, autre) ? Pour les différentes applications envisagées, quelle quantité de fréquences basses et de fréquences hautes vous semble nécessaire et à quelle échéance ? Sur quel type d'empreinte géographique (métropolitaine, outremer, régionale, locale, sur des sites spécifiques) ?

De nombreux contributeurs anticipent une croissance soutenue des besoins liés à l'Internet des objets, mais proposent néanmoins des approches différentes pour y répondre.

Des contributeurs (Afnm, AGURRE, Air France, Airbus, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, CNES, Eutelsat, Hub One, Nièvre Numérique et TDF) souhaitent que des fréquences supplémentaires soient rendues disponibles pour répondre aux besoins de l'IoT amenés à croître.

Trois contributeurs (Airbus, CNES et Eutelsat) identifient en particulier le besoin de fréquences supplémentaires pour la fourniture de services IoT par voie satellitaire afin de répondre aux besoins existant dans les zones sans couverture terrestre satisfaisante. Dès lors, eu égard aux très larges zones de couverture des solutions satellitaires, ces trois contributeurs estiment nécessaires, pour le bon fonctionnement des solutions techniques envisagées, que les bandes de fréquences destinées à l'IoT par voie satellitaire soient exclusivement dédiées à cet usage.

De nombreux contributeurs estiment que les besoins les plus critiques nécessiteront des autorisations individuelles exclusives. En parallèle de ces attributions de fréquences, certains contributeurs estiment que l'utilisation de bandes libres pourra répondre à d'autres types de besoins.

Onze contributeurs (AGURRE, Airbus, EDF, Ericsson, Infosat, la Mairie de Marseille, Nièvre Numérique, Nomotech, la région Bourgogne-Franche-Comté, le SNIR et TCS) identifient des cas d'utilisation et des services liés à l'IoT pour lesquels ils estiment nécessaire de prévoir l'attribution de fréquences sous un régime d'autorisations individuelles. Pour ces contributeurs, seule de telles autorisations sont en mesure d'offrir des garanties satisfaisantes en matière de couverture, de disponibilité ou de qualité du lien radio.

Seize contributeurs (Afnm, Air France, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, Enedis, Huawei, Hub One, Intel, Manche Numérique, Nokia, Orange, Qualcomm, SFR, TDF et [SDA]) estiment que, en parallèle des solutions techniques répondant aux besoins les plus critiques et nécessitant le recours à des autorisations individuelles, des solutions utilisant les fréquences de bandes libres seront plus adaptées pour répondre aux autres besoins.

S'agissant des besoins les plus critiques nécessitant l'utilisation de fréquences sous un régime d'autorisations individuelles, une majorité des contributeurs précédents précisent de plus qu'ils pourraient recourir à des réseaux déjà existants, proposant par ailleurs d'autres types de services, pour répondre aux besoins de l'IoT identifiés. Les positions de ces contributeurs sont néanmoins contrastées quant au type de réseaux pouvant être utilisés.

Pour sept contributeurs (AGURRE, Air France, EDF, Hub One, SNIR, TCS et TDF), le recours aux réseaux de type PMR pourrait être envisagé, pour répondre aux besoins de type IoT industriel ou M2M.

Pour huit acteurs (Bouygues Telecom, Enedis, Ericsson, Mairie de Marseille, Orange, Qualcomm, SFR et [SDA]), les réseaux mobiles ouverts au public seront en mesure de répondre aux différents besoins IoT identifiés.

Pour trois acteurs (Infosat, Manche Numérique et Nomotech), les besoins identifiés pour les besoins propres des collectivités pourraient être adressés par des réseaux d'initiative publique.

Deux acteurs (Huawei et Intel) estiment que les différents types de réseaux mentionnés ci-dessus (réseaux mobiles ouverts au public, réseaux PMR et réseaux d'initiative publique) pourraient être mobilisés.

Enfin, un contributeur (Nokia) estime que les réseaux mobiles ouverts au public et des réseaux dédiés spécifiquement à l'IoT pourraient être utilisés pour répondre aux différents besoins critiques.

Si la plupart des contributeurs mentionnent des services nécessitant une couverture étendue et donc le besoin de fréquences basses, certains contributeurs (ETELM, FIRIP, GPRP, Nokia et Qualcomm) mentionnent également le rôle que pourraient jouer des fréquences plus hautes.

Quatre acteurs (ETELM, FIRIP, GPRP et Nokia) mentionnent des cas d'usage ayant un besoin plus élevé en bande passante, et nécessitant ainsi le recours à des fréquences hautes. Un contributeur (Qualcomm) recommande pour sa part à l'Arcep que les conditions d'utilisation de la bande 1800 MHz soient mises à jour pour autoriser les technologies NB-IoT et LTE eMTC.

Question n°8. En complément des besoins identifiés dans les parties 1.1 à 1.4, identifiez-vous d'autres besoins spécifiques d'accès au spectre ? Si oui, lesquels et en quoi les besoins mentionnés diffèrent-ils ? Quelles quantités et quels types de fréquences (basses ou hautes) vous sembleraient nécessaires ? Sur quelle empreinte géographique ?

Certains contributeurs (Amarisoft/Nexedi, Bouygues Telecom, Groupe ANT du CEREMA et Nokia) identifient la nécessité de prendre en compte les besoins du service fixe, notamment pour les faisceaux hertziens.

Bouygues Telecom rappelle que l'introduction de la 5G en bandes millimétriques ne devra pas se faire au détriment du service fixe, notamment de la bande 26 GHz où les liens de faisceaux hertziens sont très nombreux. Bouygues Telecom est favorable à l'ouverture d'une partie de la bande 57 - 66 GHz pour répondre à ces besoins. Le Groupe ANT du CEREMA indique que lorsque les fréquences ne sont pas utilisées pour un autre usage, elles pourraient être utilisées pour la collecte de points hauts ou dans des dessertes point-à-point pour connecter des hameaux ou des entreprises isolées. Pour ce faire, une coexistence géographique serait à organiser. Nokia ajoute qu'un lien radio 5G pourrait être utilisé pour proposer du service fixe.

EDF et le ministère de l'intérieur évoquent un besoin spectral pour les drones.

EDF et le ministère de l'Intérieur constatent un usage de plus en plus important des drones qui utilisent actuellement des bandes libres. [SDA] Le ministère de l'Intérieur suggère d'étudier la

possibilité de modification réglementaire pour permettre aux drones d'opérer dans des bandes LTE commerciales sous conditions d'altitude et/ou de puissance. [SDA]

Certains contributeurs (Huawei, Qualcomm) souhaitent réserver du spectre pour le transport.

GSA et Qualcomm indiquent que les futures voitures connectées nécessiteront un large spectre le long des routes et qu'un déploiement 5G dans la bande 3,4 - 3,8 GHz sera le seul à même de garantir de manière pérenne un niveau de qualité de service suffisant. Qualcomm suppose en outre que le coût d'un tel déploiement devrait être supporté par l'État. Huawei souligne que l'accès au spectre pour les transports nécessite une harmonisation des fréquences utilisées pour assurer un large écosystème international. Il considère qu'une bande de fréquences allouée de manière nationale ne sera pas en mesure de répondre à l'ensemble des besoins.

Trois catégories de système de transport sont mentionnées par les contributeurs :

- les services de transport intelligents (ITS) utilisant les technologies cellulaires (C-V2X). Huawei indique que la norme est déjà finalisée et comprend deux interfaces : l'une connecte le terminal à l'infrastructure en utilisant potentiellement le spectre déjà attribué aux opérateurs mobiles (*via* le réseau de ces derniers) et l'autre connecte les véhicules entre eux en utilisant des fréquences déjà harmonisées (entre 5875 et 5905 MHz) pour les ITS. Ces fréquences harmonisées pourraient, selon Huawei, être disponibles sous le régime d'autorisation générale. Qualcomm considère que les applications ITS auront besoin de beaucoup plus que 30 MHz et recommande d'élargir les fréquences harmonisées pour les ITS aux bandes 5905 – 5925 MHz et 5855 – 5875 MHz ;
- le successeur du GSM-R (4G/LTE-Pro). Huawei rappelle la nécessité de dédier des fréquences à l'échelle européenne et cible les bandes de fréquences 873 – 876 MHz et 918 - 921 MHz qui sont utilisées par certains pays européens. Huawei ajoute que l'utilisation d'une autre fréquence basse, comme le 400 MHz, présente un intérêt et que des synergies avec des réseaux commerciaux non critiques (services aux passagers) pourraient également être envisagées.
- les services opérationnels du transport ferroviaire urbain (CBTC). Huawei précise que des travaux de spécifications techniques pour utiliser la technologie LTE sont en cours sur la base de bandes de fréquences libres telle que la bande ISM (industrielle, scientifique et médicale) 5 GHz ou la bande ITS 5,9 GHz.

Deux contributeurs (La mairie de Marseille et Qualcomm) souhaitent des fréquences pour les caméras de surveillance

La mairie de Marseille propose d'utiliser une bande protégée (par exemple 2,6 GHz ou 3,5 GHz) en mode TDD dans la mesure où les caméras de surveillance impliquent une forte dissymétrie d'usage (voie montante principalement utilisée). Qualcomm recommande d'étudier l'attribution d'autorisations ponctuelles et locales dans la bande 2,3 - 2,4 GHz ou, pour obtenir une large couverture géographique, dans les bandes SDL (700 MHz, bande L et 470 – 694 MHz).

La mairie de Marseille identifie également un besoin d'interconnexion de bâtiments communaux avec un besoin spectral permettant des débits de l'ordre de 10 Mbit/s symétriques.

Partie 2.

Le LTE : une technologie omniprésente

Question n°9. Quelle est votre vision du degré de maturité des différentes technologies mentionnées ci-dessus ? à partir de quelle date prévoyez-vous leur utilisation ? Identifiez-vous dès lors des impacts sur la démarche de l'Arcep relative aux attributions de fréquences ? Quels sont les différents usages qui vous semblent pouvoir être supportés par la technologie LTE et ses évolutions ?

Un grand nombre de contributeurs confirme la disponibilité, effective ou à court terme, des différentes technologies identifiées par l'Arcep.

Des contributeurs indiquent que les évolutions du LTE permettront de répondre à des besoins des services mobiles professionnels et des services critiques

Pour plusieurs contributeurs (Bolloré Telecom, Ericsson, Huawei, Hub One, Orange, Qualcomm, TCS, SFR), des évolutions technologiques répondant aux problématiques de garantie de disponibilité de services et de priorisation des flux sont déjà identifiées dans les versions à venir des normes LTE du 3GPP (*releases* 12 à 14 notamment) et pourraient permettre de répondre aux besoins professionnels et aux besoins critiques régaliens.

Ericsson et Intel citent en exemple les fonctionnalités suivantes dont la disponibilité s'échelonne d'ici à 2018 : *PS LTE Group Communication Service enabler, Group call par eMBMS, Mission Critical PTT, Direct Mode (ProSe), Repeater Mode, V2x*.

Un contributeur (Enedis) estime que ses différents besoins pourraient être couverts par les technologies LTE puis 5G, sous réserve que les opérateurs mobiles améliorent la résilience de leurs réseaux pour garantir la disponibilité de leurs services.

Enfin, trois acteurs (EELM, GPRP et SNIR) rappellent que la mise en œuvre prochaine de ces évolutions de la technologie LTE ne doit pas remettre en cause la possibilité d'utiliser des technologies « bas débit », telles que déployées actuellement.

Des contributeurs indiquent que les évolutions technologiques permettront de répondre à des besoins liés à l'Internet des objets

Plusieurs contributeurs (Afnm, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, Ericsson, Huawei, Infosat, Intel, Nokia, Qualcomm et SFR) partagent la vision de l'Arcep quant à l'existence ou la disponibilité à très court terme de technologies dédiées à l'Internet des objets, notamment les technologies LPWAN, eMTC et NB-IoT.

Ericsson et Huawei précisent que la technologie NB-IoT sera déployée en 2017 et que plusieurs expérimentations ont déjà été conduites. Un acteur ([SDA]) envisage des essais de la technologie NB-IoT dans un cadre industriel [SDA], en complément de ceux effectués en LPWAN dès 2017. Un autre acteur ([SDA]) mène des pilotes de validation de la technologie NB-IoT en vue d'une disponibilité commerciale dès [SDA].

Des contributeurs étudient les technologies permettant d'utiliser conjointement des fréquences de bandes libres et de bandes sous régime d'autorisations individuelles

Plusieurs contributeurs (Bolloré Télécom, EDF, Ericsson, Huawei, Hub One, Intel, Nokia, Orange, Qualcomm et SFR) confirment suivre le développement des technologies LTE-LAA et LTE-LWA qui permettra l'usage du LTE en bande libre.

Huawei et Orange évoquent des expérimentations relatives à ces deux technologies : Huawei note, à ce stade, la persistance de brouillages et la faible disponibilité de terminaux compatibles et Orange souligne les difficultés liées à la garantie d'une qualité de service minimale du fait de l'utilisation de bandes libres.

Un acteur ([SDA]) indique néanmoins que ces deux technologies ne sont pas, à ce stade, assez matures pour une intégration dans un réseau mobile.

Plusieurs acteurs (Bouygues Telecom, EDF, Ericsson, Huawei, Nokia, Orange et Qualcomm) confirment partager la vision de l'Arcep relative à l'émergence de technologies ou d'évolutions des technologies actuelles permettant d'accroître les débits disponibles ou la capacité des réseaux mobiles.

Ces nouvelles performances seront accessibles avec les technologies 5G (NR, *New Radio*) ou des avec des évolutions à venir de la technologie LTE. Les contributeurs citent notamment : le massive-MIMO, la disponibilité de modulations plus performantes, notamment le 256-QAM dans un premier temps, le *beamforming* ou enfin la gestion des brouillages via CoMP (*coordinated multipoint*).

Certains contributeurs relèvent néanmoins que quelques prérequis demeurent avant une généralisation de certaines de ces technologies. Un acteur ([SDA]) indique par exemple que les gains associés à la mise en œuvre de CoMP ne semblent pas, à ce stade, justifier le recours à cette technologie. Huawei précise que les fonctionnalités de gestion des brouillages peuvent être bénéfiques pour réduire les brouillages intra-sites, mais que leur emploi pour réduire les brouillages inter-sites n'aurait que peu d'intérêt sans une refonte profonde des réseaux de transport actuellement utilisées (problématiques de latence notamment). Nokia note de plus que des technologies, même matures, peuvent nécessiter un temps long pour se généraliser sur un réseau : l'introduction du MIMO d'ordre supérieur à 2x2 requiert par exemple la modification voire le changement des lignes antennaires ou le déploiement de petites cellules en extérieur.

En ce qui concerne la technologie 5G NR en particulier, Bouygues Telecom estime souhaitable l'émergence rapide de cette nouvelle interface radio pour tirer avantage des futures bandes de fréquences hautes qui seront attribuées. Ce contributeur ajoute que la technologie 5G ne saura absorber à elle seule la croissance du trafic et que l'attribution de spectre supplémentaire et une densification des réseaux seront nécessaires.

À cet égard, deux acteurs (Huawei et [SDA]) mentionnent le recours aux petites cellules (*small-cells*) pour la 5G, notamment dans la bande de fréquences 26 GHz. Huawei relève néanmoins quelques difficultés rencontrées pour le déploiement en extérieur de petites cellules (autorisations administratives et accès au génie civil notamment).

Question n°10. S'agissant en particulier du mode SDL, avec quelles bandes de fréquences ces bandes de fréquences pourraient-elles être associées ? Quelle est votre vision de la maturité et du niveau de normalisation des différentes combinaisons de fréquences utilisant un mode SDL ? Quel est le niveau de développement de l'écosystème correspondant, du point de vue des terminaux comme du point de vue des réseaux ?

De nombreux contributeurs font part de leur intérêt pour le mode SDL. Ces contributeurs font état de plusieurs schémas d'agrégation et combinaisons de bandes définis par les instances de normalisation, le 3GPP notamment ; néanmoins, leur disponibilité et leur implémentation dans les terminaux sont variables.

Les contributeurs identifient plusieurs bandes de fréquences utilisables en mode SDL.

De nombreux contributeurs (Afnm, Bouygues Telecom, Ericsson, GSA, Huawei, Intel, Nokia, Orange, Qualcomm et SFR) indiquent que la sous-bande 1452 - 1492 MHz (bande 3GPP n° 32) est identifiée pour le mode SDL et qu'elle peut être agrégée avec les bandes 1800 MHz (bande 3GPP n° 3) et 800 MHz (bande 3GPP n° 20).

Trois contributeurs (Ericsson, Nokia et Qualcomm) indiquent que la sous-bande 738 - 758 MHz (bande 3GPP n° 67) est identifiée pour du SDL, en agrégation avec la bande 800 MHz (bande 3GPP n° 20). Ces deux contributeurs soulignent cependant qu'il n'existe pas à ce stade d'écosystème et que des problématiques de coexistence entre cette sous-bande et la bande 700 MHz PPDR restent à traiter.

Quatre contributeurs (Ericsson, Intel, Nokia et Orange) mentionnent l'identification de la sous-bande 2570 - 2620 MHz (bande 3GPP n° 69) pour du SDL en agrégation avec la bande 1800 MHz (bande 3GPP n° 3). Orange ajoute que l'opportunité d'utiliser la sous-bande 2570 - 2620 MHz en mode SDL plutôt qu'en mode TDD (bande 3GPP n° 38) est envisagée.

Enfin, un contributeur (Afnm) indique qu'il existe un écosystème mature pour la bande 2,3 GHz.

En complément, trois acteurs (Cisco, EDF et SFR) indiquent que la réponse au besoin de capacité descendante supplémentaire pourrait être apportée par le recours à la technologie LAA (cf. question n° 09). SFR précise que des bandes libres pourraient être utilisées en complément des bandes 1800 MHz ou 2,6 GHz.

À l'inverse des contributeurs précédents, deux acteurs (Amarisoft/Nexedi et Bolloré Telecom) n'estiment pas nécessaire de prévoir l'utilisation de certaines bandes de fréquences en mode SDL.

Amarisoft/Nexedi considèrent en effet qu'il serait nécessaire d'augmenter les capacités et débits montants des réseaux pour faciliter le déploiement de plusieurs technologies (*WebRTC*, *Edge Cloud*, Applications HTML5 *offline* notamment), ce qui serait de nature à favoriser l'émergence d'acteurs proposant des modèles alternatifs aux services de *cloud* centralisés.

Bolloré Télécom estime que l'utilisation de fréquences en mode SDL peut être de nature anti-concurrentielle car ce mode s'adresse aux opérateurs ayant déjà accès à des bandes de fréquences utilisées en mode FDD. Ce contributeur ajoute que le mode SDL pourrait compliquer l'accueil en itinérance des terminaux étrangers. Dès lors, Bolloré Telecom estime que le mode SDL ne devrait être envisagé que pour les bandes sans autre mode envisageable : en particulier, les bandes utilisables en mode TDD ne devraient pas pouvoir être utilisées en mode SDL.

Question n°11. Quelles sont les bandes de fréquences pour lesquelles une utilisation des fréquences en mode TDD vous semble souhaitable ? Quelles technologies radio pourraient être mises en œuvre ? Quels sont les facteurs de choix du mode TDD ou FDD : la maturité de l'écosystème industriel correspondant, la souplesse apportée par le mode TDD pour répondre à l'asymétrie du trafic montant et descendant, d'autres critères ?

Une majorité de contributeurs identifient les bandes 2,6 GHz TDD et 3,4 - 3,6 GHz pour une utilisation en mode TDD. Certains contributeurs identifient également les bandes 2,3 GHz et 3,6 - 3,8 GHz pour le mode TDD.

De nombreux contributeurs (Afone Infrastructure, AGURRE, Alsatis, Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, Axione, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, EDF, FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Hub One, Infosat, Intel, la Mairie de Marseille, Nokia, NomoTech, Qualcomm, RATP, Sem@for 77, Orange, SFR, la Société du Grand Paris, TDF et TCS) mentionnent que les fréquences des bandes 2,6 GHz TDD et/ou 3,4 - 3,6 GHz ont vocation à être utilisées en mode TDD.

D'autres bandes de fréquences sont mentionnées par quelques contributeurs : la bande 2,3 GHz (Afone Infrastructure, Huawei, Intel, Nokia, Qualcomm et SFR), la bande 3,6 - 3,8 GHz (Afone Infrastructure, GSA, Huawei, Infosat, Intel, Nokia et Orange) et la bande 26 GHz (Intel, Qualcomm et TDF).

Par ailleurs, la technologie LTE et la future 5G sont les technologies radio les plus couramment citées pour ces différentes bandes.

Six acteurs (Afone Infrastructure, AGURRE, Alsatis, FIRIP, Haute-Garonne Numérique et TDF) évoquent la technologie TD-LTE pour les bandes de fréquences utilisées en mode TDD.

Cinq contributeurs (Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Huawei, Intel et SFR) évoquent la future technologie 5G NR (*new radio*).

La Marie de Marseille évoque pour sa part le WiFi.

Enfin, la plupart des contributeurs s'accordent pour dire que le choix d'utiliser une bande de fréquences en mode TDD provient d'abord de la souplesse apportée par le mode TDD pour répondre à l'asymétrie des trafics montant et descendant puis de la maturité de l'écosystème industriel.

Les contributeurs partagent la vision de l'Arcep relative à l'asymétrie des trafics montant et descendant et, dans ce contexte, la souplesse apportée par le mode TDD pour répondre à cette problématique est évoquée par de nombreux contributeurs (Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, Axione, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Intel, la Mairie de Marseille, RATP, la Société du Grand Paris, TDF et TCS).

La RATP évoque pour sa part que, pour la remontée de certains flux de données des matériels roulants, l'utilisation de fréquences en mode TDD lui permettrait de disposer de solutions techniques offrant une capacité montante supérieure à la capacité descendante.

Pour d'autres acteurs (Alsatis, EDF, ETELM, GPRP, Hub One, Nièvre Numérique, Nokia, Qualcomm, la Région Bourgogne-Franche-Comté et le SNIR) la maturité des écosystèmes industriels des bandes concernées prévaut pour le choix du mode TDD.

Pour plusieurs acteurs (Afnm, AGURRE, Cisco, Manche Numérique et Sem@for77), ces deux facteurs concourent à l'utilisation du mode TDD plutôt que du mode FDD.

Certains contributeurs (Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Huawei, SFR) indiquent que le déploiement du mode TDD facilitera l'introduction de la technologie *massive MIMO*, amené à se généraliser avec la 5G. SFR signale que l'utilisation de technologies comme le *massive MIMO* ou le *beamforming* permet de bénéficier d'une efficacité spectrale accrue, ce qui compense le fait qu'à fréquences égales le mode TDD offre une couverture de service réduite par rapport au mode FDD.

Bouygues Telecom indique que le mode TDD est particulièrement adapté aux fréquences hautes et le mode FDD aux fréquences basses avec un basculement autour de 2,6 GHz. Il souligne que le *massive MIMO* permet de compenser les pertes de propagation élevées des fréquences hautes.

Plusieurs acteurs (Axione, Bolloré Telecom et Intel) soulignent enfin qu'un des avantages du mode TDD est son coût de déploiement moindre : en effet, le mode TDD ne nécessite pas la mise en place de filtres « duplexeurs », nécessaires pour l'isolation de l'antenne d'émission et de celle de réception.

Question n°12. Êtes-vous favorable à l'utilisation de seules bandes de garde pour éviter les brouillages ? Des bandes de garde de 5 MHz ou de 10 MHz vous semblent-elles suffisantes ? Quelles éventuelles mesures additionnelles seraient nécessaires pour éviter tout risque de brouillage ? Si les réponses aux questions précédentes diffèrent selon les bandes de fréquences considérées, les contributeurs sont invités à détailler leurs réponses par bande.

La plupart des contributeurs préconisent de s'affranchir des bandes de garde entre réseaux TDD ou de limiter leur usage grâce à différentes mesures.

De nombreux contributeurs mentionnent la synchronisation des réseaux (cf. question 13).

SFR souligne que l'attribution de blocs de fréquences contigus et larges (supérieur à 60 MHz) permettrait, en cas de panne du système de synchronisation, de limiter les brouillages dans les blocs de fréquences adjacents entre opérateurs.

RED Technologies considère l'utilisation de bandes de garde peu efficace et recommande soit des modèles de partage de fréquences tels que le LSA (*licence shared access*) et le CBRS (*Citizens Broadband Radio Service*) pour une coexistence et coordination de réseaux TDD permettant d'éviter un recours aux bandes de garde, soit un partage géographique et fréquentiel, statique ou dynamique.

Intel suggère que la coexistence entre réseaux pourrait être assurée par des mesures telles que la mise en œuvre de canaux restreints, de coordinations locales, de zones d'exclusion géographique et d'accords entre opérateurs. Qualcomm propose de définir en concertation avec les opérateurs des règles de gestion pour résoudre les problèmes de brouillage. Intel constate que les BEM (*block edge mask*) fournis par le rapport ECC 172 et permettant la coexistence entre réseaux mobiles TDD dans la bande 2,3 GHz ne prennent pas en compte la protection des services existants dans la bande et devraient être complétées par des mesures au niveau national ou par une coordination avec les pays voisins.

D'autre part, dans le cas particulier de la bande 2,6 GHz TDD, les contraintes de synchronisation entre réseaux TDD pourraient être évitées, selon Bolloré Telecom, par le déploiement unique d'un réseau TDD de 40 MHz et des mesures de partage de réseau. [SDA]

À l'inverse, Axione est plus favorable à la mise en place d'une bande de garde qu'à la synchronisation entre réseaux qui nécessite un accord entre opérateurs.

En l'absence de synchronisation, de nombreux contributeurs estiment que l'utilisation de bandes de garde de 5 MHz permet d'éviter les brouillages entre deux réseaux TDD opérés sur la même zone géographique. Quelques contributeurs considèrent en revanche que 10 MHz et/ou des mesures complémentaires sont nécessaires.

De nombreux contributeurs (Alsatis, Altitude Infrastructure, Axione, Bouygues Telecom, EDF, ETELM, FFDN/SCANI, FIRIP, GPRP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Infosat, SFR et SNIR) estiment qu'une bande de garde de 5 MHz est nécessaire pour éviter les brouillages entre deux réseaux TDD non synchronisés. Un contributeur (SFR) préconise des mesures complémentaires : restrictions de puissance et règles pour le déploiement des antennes.

D'autres contributeurs (Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Huawei, Hub One et [SDA]) estiment qu'une bande de garde de 10 MHz pourrait être nécessaire entre réseaux TDD, notamment, selon Bolloré Telecom, pour le déploiement de solutions 4G dans la bande 3,4 - 3,8 GHz, selon Bouygues Telecom, pour des canalisations supérieures à 20 MHz, [SDA] ou, selon Huawei, pour des canalisations supérieures à 40 MHz dans la 3,4 - 3,8 GHz.

Amarisoft/Nexedi estime enfin qu'une bande de garde de 5 MHz semble élevée et que ces fréquences pourraient être utilisées pour le NB-IoT.

Question n°13. Êtes-vous favorable à la mise en œuvre d'une synchronisation entre réseaux TDD ? La synchronisation seule permet-elle de s'affranchir de bandes de garde ? Quel ratio temporel vous semble pertinent entre l'utilisation des fréquences en sens montant et en sens descendant en fonction des usages ? Les paramètres de la synchronisation doivent-ils être imposés par le régulateur ou définis par une concertation entre les titulaires de fréquences ?

Une majorité de contributeurs (AGURRE, Altitude Infrastructure, Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, ETELM, Ericsson, FIRIP, GPRP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Hub One, Infosat, Intel, Qualcomm, Nomotech, Sem@for77, SFR, Société du Grand Paris, SNIR et [SDA]) sont favorables à la mise en œuvre d'une synchronisation entre réseaux TDD afin notamment de garantir une bonne efficacité spectrale, d'éviter la mise en œuvre de bandes de garde et de réduire le risque de brouillage.

Certains contributeurs estiment cependant que la synchronisation entre réseaux n'est pas nécessaire dans certains cas. Bolloré Telecom mentionne les déploiements de stations de bases isolées géographiquement de celles d'autres opérateurs ou de petites cellules (pico-cellules, femtocellules) émettant à faible puissance et généralement non co-localisées avec d'autres opérateurs. EDF mentionne l'obligation légale ou réglementaire pour les infrastructures critiques de fonctionner en mode isolé en cas de perte du signal de synchronisation.

[SDA]

Plusieurs contributeurs soulignent les limites d'une synchronisation des réseaux.

Des contributeurs (Alsatis, Bolloré Telecom, FFDN/SCANI, Intel, Hub One, Qualcomm, SFR) soulignent que la mise en œuvre de la synchronisation entre réseaux impose le choix d'un ratio temporel entre la voie montante et la voie descendante identique sur la base d'accords entre opérateurs titulaires de blocs de fréquences adjacents.

Certains contributeurs (Bolloré Telecom, ETELM, GPRP, Hub One, Nokia et [SDA]) indiquent que l'identification d'un ratio temporel unique ne permet pas d'offrir la souplesse nécessaire pour s'adapter aux besoins divergents des acteurs notamment lorsque les marchés ciblés sont différents. Bolloré Telecom souligne que la synchronisation obligatoire peut être un frein à la neutralité technologique lorsque différentes technologies avec des structures de trames incompatibles sont introduites dans une bande.

Orange indique qu'avec des canalisations de 100 MHz, les niveaux de puissance en bord de bande pourraient être réduits de manière à assurer la coexistence sans bande de garde ni synchronisation inter-opérateurs. Orange constate également qu'à ce stade, l'état des travaux de normalisation de la 5G au 3GPP ne permet pas de se prononcer sur l'intérêt de la synchronisation.

Altitude Infrastructure considère que le découpage géographique et une coordination opérationnelle sont plus adaptés au marché de la radio fixe.

Les avis sont également partagés sur le ratio temporel à appliquer pour synchroniser les réseaux.

Alsatis, Bouygues Telecom, la FIRIP, Huawei et SFR suggèrent un ratio descendant/montant de 75%/25%. Axione souhaite prioritairement un ratio de 75%/25% ou 55%/45%. Infosat souhaite un ratio de 50%/50% ou 75%/25% notamment en zone grand public. Nomotech souhaite un ratio de 90%/10% et la Société du Grand Paris un ratio de 10%/90%.

Bolloré Telecom n'est pas favorable à l'utilisation des bandes TDD en mode SDL en raison des difficultés à résoudre les problèmes d'interférences entre les fréquences utilisées en mode SDL et en mode TDD et en raison du risque de fragmentation de l'écosystème des terminaux pour certaines bandes telles que la bande 3,5 GHz.

Les avis sont également partagés sur le niveau d'intervention de l'Arcep dans la définition des paramètres de synchronisation.

Certains contributeurs (Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, SFR) sont favorables à l'intervention du régulateur pour définir les modalités de synchronisation. EDF souhaite, pour ses installations les plus critiques et dans l'éventualité d'un évènement majeur altérant le signal de synchronisation partagé entre les différents exploitants de réseaux TDD, conserver la possibilité d'exploiter son réseau TDD en mode isolé. Huawei suggère qu'un ratio temporel privilégié soit défini par l'Arcep en permettant aux opérateurs, sur la base d'accords, d'appliquer sur une zone géographique donnée, des ratios temporels différents incluant ou pas l'utilisation de bandes de garde, afin de répondre à des besoins en trafic locaux. Par ailleurs, Huawei indique que, bien que les travaux de normalisation de la 5G ne soient pas finalisés, cette approche pourra être réalisable avec les futurs réseaux 5G.

Question n°14. Êtes-vous favorable à l'utilisation de blocs restreints ? Quelle pourrait être leur utilisation ? Pensez-vous que l'utilisation de blocs restreints soit suffisante pour éviter les brouillages ? Quelles éventuelles mesures additionnelles préconisez-vous ?

Les contributeurs sont partagés sur l'utilisation des blocs restreints.

Certains acteurs (AGURRE, Altitude Infrastructure, Axione, Bouygues Telecom, FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Nomotech, SFR, Société du Grand Paris et TDF) indiquent ne pas être favorables à l'utilisation de blocs restreints, notamment en raison de l'impact sur la performance des réseaux ou en raison de l'absence d'identification de leur part de cas d'usage des fréquences compatibles avec les blocs restreints.

À l'inverse, Bolloré Telecom, Iliad, Intel, Nokia, Qualcomm et Sem@for77 sont favorables à l'utilisation de blocs restreints notamment pour un usage plus efficace de la ressource spectrale ou pour des petites cellules. Ericsson indique que l'usage de blocs restreints et la synchronisation permettront de limiter les interférences.

Pour Orange, la nouvelle interface radio 5G devrait permettre de s'affranchir des solutions combinant des bandes de garde, des réductions de puissance et la synchronisation entre opérateurs.

EELM et le GPRP estiment que l'avantage de l'utilisation de blocs restreints ne pourra réellement s'apprécier qu'après analyse du trafic sur des réseaux LTE typiques en service.

Question n°15. Pour le cas particulier des technologies TD-LTE et Wimax, le rapport ECC 216 de la CEPT précise les paramètres techniques à définir pour synchroniser des réseaux TDD. Que préconisez-vous comme degré de précision de la référence de temps (section 2.2.1 du rapport ECC 216) ? Que préconisez-vous comme protocole pour partager une référence de temps commune entre les différents réseaux (sections 2.2.2 à 2.2.6 du rapport ECC 216) ? Quelle structure de trame souhaitez-vous utiliser (table 6 de l'annexe 1 du rapport ECC 216) ? Quels sont les paramètres techniques que vous préconisez ?

Les contributeurs proposent divers degrés de précision de la référence de temps mais une précision de 1,5 µs est le plus souvent proposée.

Ericsson, la FIRIP, Nomotech et SFR recommandent une précision de 1,5 µs. Bolloré Telecom estime qu'une précision de 1 µs est nécessaire et Hub One souhaite une précision de l'ordre de 0,1 µs.

Les contributeurs (Alsatis, Altitude Infrastructure, ETELM, le GPRP, Haute-Garonne Numérique, la FIRIP, Hub One, Nomotech et le SNIR) préconisent l'utilisation d'une base temporelle commune de synchronisation comme le GPS ou un autre système de positionnement par satellite.

Deux contributeurs (Hub one et [SDA]) soulignent que cette solution est limitée aux seuls sites extérieurs. Hub One précise que la synchronisation des sites à l'intérieur des bâtiments est envisageable par un réseau fixe (supportant par exemple le protocole PTPV2) bien que sa faisabilité sur des réseaux cellulaires n'ait pas été éprouvée.

Des contributeurs proposent différentes structures de trames pour les réseaux TD-LTE.

Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, SFR et TDF suggèrent la structure de trame 2 du TD-LTE (telle que définie dans la table 6 de l'annexe 1 du rapport ECC 216) en raison de sa compatibilité avec les réseaux Wimax (voir la synthèse des réponses à la question 16). TDF préconise la structure de trame 4 du TD-LTE et Nomotech la 5. [SDA]

Question n°16. Dans le cas de bandes partiellement attribuées, mais sans synchronisation des réseaux existants (bande 3,5 GHz par exemple), quelles modalités préconisez-vous pour la synchronisation des réseaux existants et des réseaux qui seront déployés à l'avenir ? Quelles sont les familles de technologies compatibles entre elles, pour une utilisation des fréquences en mode TDD ? Que préconisez-vous pour le cas spécifique de la cohabitation de réseaux WiMax et de réseaux TD-LTE dans la bande 3,5 GHz ?

De nombreux contributeurs (Axione, Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, Conseil départemental du Calvados, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Nièvre Numérique, Nomotech, la Région Bourgogne-Franche-Comté et [SDA]) suggèrent de migrer les réseaux Wimax vers le TD-LTE qui, selon Huawei, bénéficie d'un large écosystème et répond aux objectifs du très haut débit.

Huawei, Nièvre Numérique, Nomotech et la Région Bourgogne-Franche-Comté soulignent l'ancienneté des réseaux Wimax déployés ou l'obsolescence de la technologie Wimax. Huawei considère que les fonctionnalités et performances des réseaux Wimax existants ne peuvent évoluer pour permettre la synchronisation avec les réseaux TD-LTE.

Le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, le Conseil départemental du Calvados, Haute-Garonne Numérique, Nièvre Numérique et Nomotech estiment nécessaire de disposer d'une plage de fréquences pour permettre la mise en œuvre de la migration vers le TD-LTE.

Plusieurs contributeurs soulignent les difficultés à faire cohabiter les réseaux Wimax avec de nouveaux réseaux.

[SDA]

Certains contributeurs (Alsatis, Altitude Infrastructure, Axione, la FIRIP, Sem@for77, SFR et TDF) considèrent que la mise en œuvre de la synchronisation des réseaux Wimax existants sera difficile ou *a minima* contraignante et préconisent de prévoir une bande de garde pour permettre leur cohabitation avec les futurs réseaux utilisant la technologie TD-LTE. Altitude Infrastructure et Haute-Garonne Numérique mentionnent par ailleurs le recours à des blocs restreints.

Bolloré Telecom souligne également les difficultés inhérentes à la synchronisation de réseaux utilisant les technologies Wimax et TD-LTE dans la mesure où les structures de trames associées sont différentes. Ainsi, s'il est aisé d'utiliser, pour le Wimax, un ratio entre les sens montant et descendant ayant un équivalent dans les ratios permis par la technologie LTE, la réciproque est fautive : de nombreux formats de trames LTE n'ont pas d'équivalents en technologie Wimax.

Certains contributeurs prévoient la cohabitation entre les réseaux Wimax et les nouveaux réseaux sous certaines conditions

TDF évoque la possibilité de coexistence des réseaux Wimax TDD (Wimax 802.16e) avec la technologie TD-LTE, sous réserve que les équipements réseaux permettent d'utiliser des formats de trames compatibles avec les trames de l'autre technologie. Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, SFR et TDF indiquent que la synchronisation entre réseaux TD-LTE et Wimax est possible lorsque le LTE utilise la structure de trame 2 (telle que définie dans table 6 de l'annexe 1 du rapport ECC 216) et le Wimax utilise un ratio 35:12 ou 3:1.

Bouygues Télécom estime en revanche que la synchronisation entre les réseaux Wimax et TD-LTE est techniquement réalisable en raison d'une part de la faible densité des réseaux Wimax et d'autre part de l'existence de trames Wimax et TD-LTE compatibles entre elles. Les conditions techniques garantissant cette cohabitation devraient être imposées par l'Arcep, en laissant une certaine marge de manœuvre aux titulaires de fréquences pour déroger à une structure de trame, à condition de respecter un niveau d'émission dans les blocs adjacents. Bolloré Telecom considère pour sa part que les solutions pour la synchronisation entre ces réseaux devraient faire l'objet d'une concertation entre les différents acteurs concernés.

Question n°17. En complément des technologies LTE, d'autres technologies devraient-elles être prises en compte pour définir la stratégie d'attribution des fréquences de l'Arcep et notamment les conditions d'utilisation des fréquences permettant d'éviter les brouillages préjudiciables ?

De nombreux contributeurs (Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Ericsson, ETELM, GPRP, Huawei, Hub One, Intel, Nokia, Orange, Qualcomm, SFR et TCS) relèvent la prédominance des technologies 4G (LTE) et 5G issues du 3GPP. Certains contributeurs mentionnent par ailleurs l'existence d'autres technologies et appellent l'Arcep à veiller à ne pas définir des modalités d'attribution de fréquences excluant ces technologies.

Quelques contributeurs identifient, en marge des technologies LTE ou 5G NR, différentes technologies radio.

Ainsi, Alsatis précise qu'hormis le TD-LTE, il existe d'autres technologies, minoritaires, pouvant *a priori* s'adapter aux différentes modalités de régulation. Bolloré Telecom mentionne les technologies Motorola Canopy, NextNet, Dbii et Ubiquiti, en estimant qu'elles ne perdureront probablement pas à long terme. ETELM et GPRP recommandent de laisser le champ à d'autres technologies que la 4G et la 5G dans les bandes supérieures à 1 GHz. Enfin, Intel et Ericsson préconisent, dans une approche de neutralité technologique, de ne pas interdire les technologies autres que la 4G et la 5G.

S'agissant en particulier de la cohabitation de la boucle locale radio avec la future norme 5G dans la bande 3,4 - 3,8 GHz, Bolloré Telecom n'identifie pas *a priori* de difficultés majeures étant donné les zones géographiques respectives d'utilisation des fréquences. TCS juge pour sa part que la question de la cohabitation avec les systèmes 4G se pose. Enfin, Orange et SFR considèrent que la future norme 5G prendra en compte et facilitera cette cohabitation.

La FIRIP préconise d'isoler les réseaux utilisant des technologies autres que le LTE par des zones d'exclusion géographiques de plusieurs dizaines de kilomètres ou, à défaut, une bande de garde de 5 MHz pour éviter les brouillages avec les nouveaux réseaux LTE. Nomotech préconise également une bande de garde dans ce cas.

Amarisoft/Nexedi mentionne la disponibilité prochaine de solutions de type radios logicielles et demande que les modalités d'attribution retenues n'empêchent pas l'utilisation de ces technologies.

Infosat demande la prise en compte de l'arrivée, dans la bande de 3,5 GHz, de solutions hybrides (mixte Wifi-4G-5G) permettant des débits symétriques et suggère l'utilisation de modulations « sans interférence » comme le FBMC (*Filter Band Multi-Carrier*).

FFDN/SCANI indique que de nombreux équipements radio utilisent la bande 3,5 GHz avec la technologie WiFi et ne souhaite pas que les nouvelles bandes soient dédiées exclusivement à l'usage du LTE et aux opérateurs d'envergure nationale.

Partie 3.

Les bandes de fréquences

Question n°18. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon de temps ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, outre-mer, etc.) ? Quelle est votre vision de la maturité de la bande 2,6 GHz TDD ? Pour quels types d'usages identifiez-vous l'utilisation de cette bande ? En mettant en œuvre quelle technologie radio ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles (exclusives ou non exclusives) ?

Huit contributeurs (Afone Infrastructure, Alsatis, Amarisoft/Nexedi, l'AVICCA, Axione, Manche Numérique, Nomotech et TDF) sont favorables à ce que les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD soient utilisées pour proposer des services fixes d'accès à Internet.

Axione préfère utiliser des fréquences de la bande 3,4 - 3,6 GHz pour l'établissement de réseaux de boucle locale radio (BLR) dédiés à l'aménagement numérique du territoire et n'envisage l'utilisation des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD qu'en l'absence d'attribution de fréquences de la bande 3,4 - 3,6 GHz pour de tels réseaux. Afone Infrastructure et l'AVICCA indiquent vouloir utiliser soit des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD soit des fréquences de la bande 3,4 - 3,6 GHz. Enfin, TDF précise que les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD pourraient être utilisées, localement, en complément des fréquences de la bande 3,5 GHz.

À l'exception d'Amarisoft/Nexedi, tous les contributeurs précédents précisent qu'ils souhaitent utiliser l'intégralité des 40 MHz de la bande 2,6 GHz TDD pour proposer des accès fixes à Internet.

S'agissant du périmètre géographique des autorisations, Alsatis et Amarisoft/Nexedi préconisent des attributions de fréquences locales ou sur plusieurs communes. Afone Infrastructure, Manche Numérique et Nomotech préconisent des attributions départementales (et éventuellement infra-départementales pour Afone Infrastructure). Enfin, l'AVICCA souhaite que l'Arcep s'appuie sur les schémas directeurs d'aménagement numérique du territoire (SDTAN) pour définir au cas par cas le périmètre des autorisations attribuées.

Neuf contributeurs (Air France, EDF, ETELM, le GPRP, Hub One, la RATP, SNCF Réseau, la Société du Grand Paris et TCS) sont favorables à ce que les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD soient utilisées pour proposer des services mobiles professionnels.

Les services proposés aux utilisateurs finals seraient par exemple la voix, les échanges de données, d'images et de vidéos, y compris dans le sens montant, la réalité augmentée [SDA].

Les quantités de fréquences visées sont variables : 5 à 10 MHz pour SNCF Réseau, 20 MHz pour Air France et 40 MHz pour la RATP, la société du Grand Paris et [SDA].

Les dates à partir desquelles les contributeurs souhaitent utiliser les fréquences sont également variables : dès 2017 pour Air France, la société du Grand Paris et [SDA] et 2020 pour la RATP.

Tous les contributeurs souhaitent que l'attribution des fréquences soit localisée et corresponde à leurs sites industriels sur lesquels les différents services de communication devront être disponibles (aéroport, gares, lignes ferroviaires, sites industriels par exemple).

Quatre acteurs (Bouygues Télécom, la FIRIP, Qualcomm et [SDA]) indiquent que, sous réserve de règles de partage adéquates, les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD pourraient être utilisées pour les services mobiles professionnels et pour les accès fixes à Internet.

La FIRIP propose l'application d'un partage géographique entre les attributions dédiées aux services mobiles professionnels et aux accès fixes à Internet : les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD pourraient être utilisées pour proposer des services mobiles professionnels dans les zones denses (à hauteur de 20 à 40 MHz) et dans certaines zones très localisées des zones peu denses (à hauteur de 20 MHz). En parallèle, dans un deuxième temps, 20 MHz pourraient être utilisées dans les zones peu denses pour proposer des accès fixes à Internet.

Qualcomm mentionne l'existence de solutions permettant un partage dynamique du spectre entre des usages différents.

RED Technologies indique que des solutions permettant la cohabitation de plusieurs usages existent aux États-Unis pour la bande 3,5 GHz ; ces solutions seraient facilement transposables pour la bande 2,6 GHz et assureraient une gestion plus efficace du spectre que l'utilisation de bandes de garde.

Un acteur ([SDA]) souhaite que les fréquences de cette bande soient utilisées pour proposer des services mobiles à très haut débit, notamment pour augmenter la capacité des réseaux mobiles dans les zones denses.

Les fréquences pourraient être utilisées en mode TDD ou en mode SDL, [SDA].

De nombreux acteurs confirment qu'il existe un écosystème mature pour la bande 2,6 GHz TDD.

Afone Infrastructure, Air France, Bouygues Telecom, Cisco, Huawei, le ministère de l'Intérieur, Qualcomm et [SDA] confirment en particulier que des terminaux actuellement disponibles fonctionnent dans la bande 2,6 GHz TDD.

Plusieurs contributeurs (Afone Infrastructure, Air France, Alsatis, EDF, GSA, Huawei, Intel, Manche Numérique, le ministère de l'Intérieur, Nomotech, Orange, Qualcomm, la RATP, la Société du Grand Paris, TCS, SFR et [SDA]) indiquent que la technologie TD-LTE devrait être mise en œuvre dans la bande 2,6 GHz TDD.

Deux acteurs (Orange et Qualcomm) évoquent par ailleurs l'utilisation possible de ces fréquences en mode SDL (*Supplemental Downlink*) et un acteur (Intel) indique que ces fréquences pourraient être utilisées à terme pour la future interface radio 5G (*5G New Radio* ou « 5G NR »).

La majorité des contributeurs (Afone Infrastructure, Air France, Alsatis, Axione, Bouygues Telecom, EDF, ETELM, la FIRIP, le GPRP, Huawei, Hub One, Intel, Nomotech, Orange, Qualcomm, la RATP, SNCF Réseau, SFR, le SNIR, la Société du Grand Paris) privilégient l'utilisation de la bande 2,6 GHz TDD au travers d'autorisations individuelles.

Parmi ces contributeurs, plusieurs (Axione, Huawei, Hub One, Intel, Nomotech, SNCF Réseau et la Société du Grand Paris) précisent que les autorisations individuelles doivent être exclusives.

Un acteur (RED Technologies) précise qu'il existe des solutions permettant la coexistence et le partage de réseaux TDD. Ce partage pourrait être mis en œuvre soit entre réseaux dédiés aux services mobiles professionnels, soit entre réseaux de natures différentes. Cet acteur précise également qu'il est possible de faire coexister des réseaux locaux étendus et des utilisations des fréquences à l'intérieur des bâtiments. Pour ces dernières, un régime d'autorisation générale pourrait être envisagé.

<p>Question n°19. Quelle largeur de bandes de garde ou quelles autres dispositions vous semblent nécessaires pour assurer une absence de brouillage des réseaux mobiles existants de la bande 2,6 GHz FDD ?</p>
--

Treize contributeurs (AGURRE, Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, EDF, ETELM, la FIRIP, le GPRP, Huawei, Hub One, Nokia et SFR) estiment que des bandes de gardes de 5 MHz entre les

futures attributions de fréquences de la bande 2,6 GHz TDD et les attributions existant dans la bande 2,6 GHz FDD permettront d'éviter tout brouillage préjudiciable.

Ces contributeurs partagent la possibilité évoquée par l'Arcep d'attribuer la sous-bande 2575 - 2615 MHz, soit une quantité totale de 40 MHz. Bouygues Telecom précise néanmoins que les réseaux de la bande 2,6 GHz TDD ne devront pas créer de brouillages préjudiciables aux réseaux mobiles 4G de la bande 2,6 GHz FDD et que les modalités d'utilisation de la bande 2,6 GHz TDD ne devront pas ajouter de nouvelle contrainte aux conditions techniques d'utilisation de la bande 2,6 GHz FDD.

Un acteur (Ericsson) indique que cette bande de garde devrait être de 5 ou 10 MHz, en fonction des contraintes de co-localisation appliquées entre les systèmes utilisant les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD et les systèmes utilisant les fréquences de la bande 2,6 GHz FDD. Orange estime qu'il faut une bande de garde de 10 MHz entre la voie montante d'un réseau FDD et un réseau TDD et une bande de garde de 5 MHz entre la voie descendante d'un réseau FDD et un réseau TDD avec des restrictions de puissance ou des mesures complémentaires pour réduire les risques de brouillages.

Quelques acteurs évoquent, en marge de l'application de bandes de garde de 5 MHz, des dispositions supplémentaires à prendre, garantissant selon eux l'absence de tout brouillage.

Alsatis indique ainsi que si les puissances d'émission devaient se rapprocher du maximum autorisé réglementairement, la bande de garde nécessaire pourrait être supérieure à 5 MHz.

Bouygues Telecom et Huawei indiquent qu'une isolation de 55 dB doit être respectée avec les sites utilisant les fréquences de la bande 2,6 GHz FDD. Ces deux acteurs précisent les distances minimales entre antennes à appliquer pour obtenir une telle isolation : sur un même site, au moins 2 mètres d'espacement horizontal ou 0,5 mètre d'espacement vertical ; sur 2 sites différents, au moins 300 mètres.

Hub One préconise pour sa part des mesures de coordinations entre les titulaires de fréquences de la bande 2,6 GHz TDD et les deux opérateurs mobiles titulaires des fréquences de la bande 2,6 GHz FDD adjacentes (Free et SFR).

Deux acteurs (Intel et Nomotech) proposent que deux opérateurs, après concertation et accord mutuel, puissent appliquer des critères plus souples que les conditions techniques d'utilisation définies.

Enfin, pour la coordination entre titulaires de fréquences de la bande 2,6 GHz TDD, Bolloré Telecom préconise l'attribution d'un unique bloc de 40 MHz : une telle attribution permettrait de ne pas avoir à prévoir de bandes de garde à l'intérieur de la bande et de ne pas avoir de problématiques de synchronisation entre titulaires de fréquences de cette bande. En parallèle, un mécanisme de partage de réseau de type RAN-sharing serait mis en œuvre si les opérateurs s'entendent.

Question n°20. Souhaitez-vous accéder à des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Pour répondre à quel type de besoins ? Quelle quantité de fréquences serait nécessaire et à quel horizon de temps ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, outre-mer, etc.) ? Quelle est la disponibilité des écosystèmes correspondants (équipements réseau et terminaux) ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ? Partagez-vous l'analyse de l'Arcep quant à l'utilisation préférentielle des fréquences de cette bande en mode TDD ?

De nombreux contributeurs indiquent être favorables à l'utilisation des fréquences de la bande 3,4 - 3,8 GHz, pour plusieurs usages identifiés en Partie 1. La grande majorité des acteurs souhaitent une utilisation des fréquences en mode TDD, au travers d'autorisations individuelles.

L’empreinte géographique de ces autorisations et la quantité de fréquences à attribuer dépendent quant à elles des usages visés.

Une quarantaine d’acteurs indiquent qu’il existe un écosystème permettant l’utilisation des fréquences de la bande 3,4 - 3,8 GHz et souhaitent que ces fréquences soient utilisées pour répondre à différents usages identifiés en Partie 1 (réseaux d’accès fixes à Internet, des réseaux mobiles ouverts au public, des réseaux mobiles professionnels), selon des modalités détaillées ci-après.

Ces acteurs prévoient généralement une utilisation des fréquences en mode TDD. Deux acteurs (Afnum et Cisco) indiquent cependant qu’il existe également pour cette bande de fréquences des équipements LTE utilisant le mode FDD.

Deux acteurs (Huawei et SFR) estiment qu’il pourrait être impossible pour un opérateur d’exploiter les premiers mégahertz de la bande 3,4 - 3,8 GHz compte tenu des critères appliqués en France pour la protection des systèmes militaires utilisant les fréquences sous 3400 MHz. Huawei précise que pour des solutions MIMO jusqu’à 8T8R, une bande de garde de 10 MHz (3400 - 3410 MHz) serait à prévoir et que pour des solutions MIMO d’ordre supérieur (32T32R, 64T64R par exemple) une bande de garde de 20 MHz (3400 - 3420 MHz) serait préférable.

Utilisation des fréquences de la bande 3,4 - 3,8 GHz pour des accès fixes à Internet

Dix-neuf acteurs (Alsatis, Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, l’AVICCA, Axione, Bolloré Telecom, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, le Conseil départemental du Calvados, la FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Lot Numérique, Manche Numérique, Nièvre Numérique, Nomotech, la région Bourgogne-Franche-Comté, Sem@for 77, TDF et Touraine Cher Numérique) souhaitent que les réseaux BLR, notamment les réseaux modernisés mettant en œuvre la technologie LTE, puissent utiliser des fréquences de la bande 3,4 - 3,8 GHz, et notamment de la sous-bande 3,4 - 3,6 GHz, à l’identique des fréquences utilisées à ce jour pour les réseaux mettant en œuvre la technologie Wimax. Amarisoft/Nexedi souhaite utiliser les fréquences de cette bande pour des liens de collecte et non pour de la desserte d’abonnés.

Ces acteurs préconisent l’utilisation d’une quantité de fréquences variant entre 40 et 80 MHz, pour proposer rapidement une évolution des réseaux de boucle locale radio existants vers le très haut débit. Ils préconisent également, dans les zones concernées, l’attribution d’autorisations individuelles exclusives, certains précisant que ces attributions devraient être réservées aux porteurs des Schémas Directeurs d’Aménagement Numérique du Territoire.

Utilisation des fréquences de la bande 3,4 - 3,8 GHz pour des réseaux mobiles ouverts au public

Douze acteurs (l’axe de recherche 5G, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Ericsson, GSA, le GSMA, Huawei, Iliad, Intel, Nokia, Orange, Qualcomm et SFR) indiquent que cette bande de fréquences devrait être utilisée pour le développement des futurs réseaux mobiles de cinquième génération. Ces acteurs rappellent l’identification de la bande 3,4 - 3,8 GHz comme bande pionnière 5G, et souhaitent que le calendrier d’attribution de ces fréquences soit compatible avec l’objectif européen de lancer les premiers services 5G en 2020.

Ces acteurs préconisent de plus l’attribution d’autorisations individuelles exclusives nationales, portant sur des quantités de fréquences de l’ordre de 80 à 100 MHz par opérateur. Ainsi, selon ces contributeurs, pour que les quatre opérateurs mobiles nationaux soient en mesure de lancer des réseaux de cinquième génération de manière satisfaisante, l’attribution de fréquences de cette bande dédiées aux réseaux mobiles devrait porter sur au moins 320 MHz.

Utilisation des fréquences de la bande 3,4 - 3,8 GHz pour des réseaux mobiles professionnels

Six acteurs (EDF, Enedis, la Mairie de Marseille, le ministère de l’Intérieur, le SNIR et la Société du Grand Paris) mentionnent l’utilisation possible de ces fréquences pour des besoins localisés, de type

réseaux mobiles professionnels ou réseaux privés. Les modalités d'utilisation des fréquences, et la maturité de ce besoin est néanmoins variable selon les contributeurs.

Plusieurs acteurs (EDF, le SNIR, la Société du Grand Paris) pourraient souhaiter, à terme, accéder à ces fréquences si la quantité de fréquences de la bande 2,6 GHz TDD se révélait insuffisante. Enedis indique que ces fréquences pourraient être utilisées pour des liaisons point à point, en remplacement des fréquences de la bande 1,4 GHz destinées à être réutilisées pour les réseaux mobiles ouverts au public. La mairie de Marseille identifie la possibilité de disposer de services vidéo en zone urbaine, notamment pour les flux remontants. Le ministère de l'Intérieur, anticipant la future utilisation de solutions 5G pour les besoins régaliens, indique qu'il envisagerait alors l'utilisation de fréquences de cette bande. EDF et le ministère de l'Intérieur précisent que des autorisations individuelles seraient à prévoir.

Utilisation actuelle de la sous-bande 3,6 - 3,8 GHz pour des solutions satellitaires

Plusieurs acteurs fournissent des éléments relatifs à la cohabitation des solutions satellitaires et des réseaux terrestres utilisant les fréquences de la sous-bande 3,6 - 3,8 GHz.

Deux acteurs (Airbus et l'ESOA) constatent le non-renouvellement des autorisations pour les stations terriennes du service fixe par satellite et indiquent que d'autres pays (Allemagne et Royaume-Uni) ont défini des mesures de protection, en cohérence avec la décision 2008/411/EC modifiée de la Commission Européenne. L'ESOA rappelle par ailleurs que dans la bande 3,4 - 3,8 GHz, seule la sous-bande 3,4 - 3,6 GHz fait l'objet d'une allocation primaire pour les systèmes sans-fil mobiles.

Deux acteurs (l'axe de recherche 5G et Huawei) estiment en revanche qu'une cohabitation est possible entre les solutions satellitaires existantes et les futurs réseaux 5G, et mentionnent à cet égard le rapport sur la « Coexistence entre les systèmes mobiles et les stations terriennes du SFS dans la bande 3600-3800 MHz » adopté fin 2016 par l'ANFR. Huawei estime, à la lecture de ce rapport, que seules les stations de Lannion et d'Aussaguel nécessiteraient des mesures spécifiques pour éviter les brouillages avec les systèmes 5G.

Enfin, deux acteurs (Bouygues Telecom et Orange) estiment que le renouvellement des autorisations pour les systèmes satellites serait préjudiciable au développement de la 5G, et Orange propose d'engager dès à présent la libération de la sous-bande 3,6 - 3,8 GHz.

Question n°21. Êtes-vous favorable à un réaménagement des fréquences 3,5 GHz, et si oui, que pensez-vous des principes exposés ci-dessus ? En cas de réaménagement au sein de la bande 3,5 GHz, quelles fréquences cibles préconisez-vous pour les autorisations actuelles ? Pourquoi ?

D'une manière générale, les contributeurs (Alsatis, Altitude Infrastructure, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, le conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Intel, Keybridge, Manche Numérique, Nokia, Nomotech, Orange, Qualcomm, Sem@for77, SFR et SNIR) sont favorables à un réaménagement des attributions dans la bande 3,5 GHz visant à disposer d'attributions contiguës, favorisant l'utilisation du spectre en mode TDD sur de larges bandes de fréquences pour la 5G et les réseaux fixes hertziens.

Alsatis, Altitude Infrastructure, Bolloré Telecom, le conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Intel, Keybridge, Manche Numérique, Nomotech, Sem@for77, SFR et SNIR se déclarent favorables à ce réaménagement. Par ailleurs, Alsatis, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, GSA, Huawei, Nokia, Orange et Qualcomm indiquent qu'il est nécessaire de défragmenter la bande 3,5 GHz afin de pouvoir disposer de bandes de fréquences larges pour les réseaux mobiles de cinquième génération.

[SDA]

Keybridge note qu'il est important que ce réaménagement et les conditions techniques des autorisations soient basés sur les travaux en cours du groupe PT1 de l'ECC.

L'ESOA attire par ailleurs l'attention de l'Arcep sur la difficulté du réaménagement des services satellitaires utilisant la bande C et sur les coûts importants qui pourraient en résulter.

Une partie des contributeurs (Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Huawei, mairie de Marseille, Nokia, Orange, Qualcomm, TCS) souhaite que le réaménagement de la bande 3,5 GHz conduise à une libération maximale et idéalement intégrale et la migration des usages résiduels vers la bande 2,6 GHz TDD.

Bolloré Telecom estime que les réseaux BLR peuvent partager la bande 2,6 GHz TDD avec les réseaux mobiles professionnels. Bouygues Telecom envisage l'utilisation de la bande 2,3 GHz en complément, Orange précise cependant que les conditions de cohabitation avec les réseaux mobiles doivent être étudiées de près. Qualcomm appuie la migration de la BLR vers la bande 2,6 GHz TDD mais souligne que la disponibilité d'équipements pour la BLR dans cette bande n'est pas assurée. Axe de recherche 5G et Huawei considèrent qu'un réaménagement doit permettre de libérer au moins 350 MHz pour la 5G. Nokia souhaite que puissent être rapidement libérées deux bandes de 80 MHz pour des essais 5G.

Par ailleurs, la mairie de Marseille, Orange et TCS se disent favorables à un état des lieux des déploiements en bande 3,5 GHz qui pourrait selon eux conduire à la restitution des fréquences des titulaires ne respectant pas leurs obligations. Bouygues Telecom souhaite que les titulaires actuels soient encouragés à restituer leurs fréquences. [SDA] Orange exprime son soutien à la position de l'Arcep quant au devenir de l'autorisation d'IFW.

Dans le cas d'un réaménagement à l'intérieur de la bande 3,5 GHz, les contributeurs sont divisés sur les fréquences cibles à préconiser pour les attributions actuelles. D'un côté, une partie des contributeurs considèrent qu'il faut regrouper les autorisations vers le bas de la bande (Bouygues Telecom, la FIRIP, Huawei, Nièvre Numérique et Qualcomm), d'autres préconisent de les regrouper vers le milieu (Nomotech, la région Bourgogne-Franche-Comté et Sem@for77).

Bouygues Telecom, la FIRIP, Huawei, Nièvre Numérique et Qualcomm souhaiteraient que les fréquences identifiées pour l'aménagement numérique du territoire soient positionnées en bas de la bande 3,5 GHz. Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, la FIRIP et Qualcomm considèrent que cela permettrait à la 5G de disposer d'une large bande de fréquences contiguës. Nomotech, la région Bourgogne-Franche-Comté et Sem@for77 eux proposent des schémas de réaménagement migrant la BLR vers le milieu de la bande 3,5 GHz dont la disponibilité peut être plus rapide. SFR souligne la nécessité de regrouper les attributions actuelles afin de séparer les usages mobile et fixe.

Alsatis, Altitude Infrastructure, le conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté, la FIRIP, Manche Numérique, Nièvre Numérique, Nomotech et Sem@for77 notent la nécessité de prévoir au cas par cas une phase de transition où cohabiteraient réseaux Wimax et réseaux modernisés, le temps d'effectuer la migration.

RED Technologies de son côté voit dans un système d'enchères électroniques un moyen d'adapter au plus près et le plus localement possible les attributions aux besoins réels.

Question n°22. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 1,4 GHz ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon ? Identifiez-vous une autre utilisation possible des fréquences de la bande 1,4 GHz que le mode SDL ? Quelles pourraient être les bandes de fréquences FDD associées aux fréquences de la bande 1,4 GHz ? Quelle est votre vision de la normalisation des différents schémas d'association de la bande 1,4 GHz avec d'autres bandes ? Quelle est la maturité de l'écosystème industriel de la bande 1,4 GHz (équipements réseau et terminaux) ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ? Avez-vous des commentaires concernant le projet de l'Arcep de n'attribuer les fréquences de cette bande qu'une fois disponibles l'ensemble des 91 MHz ?

Les contributeurs partagent principalement l'approche présentée par l'Arcep et confirment que les fréquences de cette bande ont vocation à être utilisées pour accroître la capacité descendante des réseaux mobiles ouverts au public. Certains contributeurs envisagent un usage alternatif.

Dix contributeurs (Bouygues Telecom, Ericsson, Huawei, Iliad, Intel, Orange, Qualcomm, TDF, TCS et SFR) sont en faveur d'autorisations individuelles nationales pour l'utilisation des fréquences de la bande 1,4 GHz pour les réseaux mobiles ouverts au public.

Ces contributeurs envisagent notamment l'utilisation de ces fréquences pour accroître la capacité descendante des réseaux mobiles avec une utilisation en mode SDL (pour *supplemental downlink*). En matière d'agrégation de fréquences, les contributeurs précisent les différentes combinaisons déjà normalisées et confirment la possibilité d'utiliser conjointement les fréquences de la sous-bande 1452 - 1492 MHz avec les fréquences des bandes 800 MHz et 1800 MHz.

Les contributeurs indiquent que des schémas d'agrégation supplémentaires seront bientôt disponibles : ces futurs schémas permettront l'utilisation de l'intégralité des fréquences de la bande 1,4 GHz (91 MHz) et l'utilisation conjointe de ces fréquences avec les fréquences de la bande 700 MHz.

En marge des contributeurs mentionnés précédemment, trois acteurs (Amarisoft/Nexedi, SNIR et TCS) identifient pour la bande 1,4 GHz une utilisation alternative à la desserte d'abonnés mobiles. Amarisoft/Nexedi souhaite utiliser les fréquences de cette bande pour établir des liaisons point à point, puis dans un second temps pour proposer des accès fixes à Internet. Le SNIR souhaite qu'une partie de cette bande soit libre de droits pour des usages non critiques. TCS indique que 10 MHz de cette bande pourraient être utilisés pour l'introduction de systèmes militaires large bande en LTE au niveau européen ; cet acteur est par ailleurs favorable à l'utilisation des 80 MHz restants pour les réseaux mobiles à très haut débit.

Les contributeurs privilégient une attribution différée de l'ensemble des 91 MHz de la bande même si certains contributeurs n'écartent pas une attribution en deux temps de la bande.

Bouygues Telecom, Ericsson, Orange, SFR et [SDA] proposent de n'attribuer la bande 1,4 GHz que lorsque l'ensemble des 91 MHz seront disponibles. [SDA] Deux acteurs ([SDA]) précisent pour leur part ne pas avoir besoin de ces fréquences avant [SDA].

Deux acteurs (Huawei et Qualcomm) indiquent que les deux approches mentionnées par l'Arcep (attribution différée de 91 MHz ou attribution à court terme des 40 MHz disponibles puis attribution dans un second temps du reliquat de la bande) sont envisageables. Dans l'hypothèse où l'Arcep procéderait à l'attribution de 40 MHz dans un premier temps, trois acteurs (Huawei, Qualcomm et SFR) privilégient l'attribution de blocs de 20 MHz à l'attribution de blocs de 10 MHz : le gain capacitaire apporté par l'utilisation de blocs de 10 MHz pourrait se révéler insuffisant pour que les opérateurs investissent dans de nouveaux équipements radio exploitant des fréquences de la bande 1,4 GHz.

Quelques contributeurs (EDF, Enedis, le ministère de l'Intérieur et le SNIR) rappellent par ailleurs qu'ils utilisent aujourd'hui une partie des fréquences de cette bande pour des liaisons point à point et demandent que le calendrier d'attribution de fréquences pour les réseaux mobiles prenne en compte un délai raisonnable pour la migration de ces liaisons point à point vers d'autres bandes de fréquences.

Quatre acteurs (EDF, Enedis, le ministère de l'Intérieur et le SNIR) indiquent que les fréquences de la bande 1,4 GHz sont aujourd'hui partiellement utilisées pour des liaisons point à point : EDF précise être titulaire d'environ 700 autorisations dans cette bande, Enedis indique avoir déployé plusieurs centaines de liaisons hertziennes dans cette bande et le SNIR évoque un millier de faisceaux hertziens.

S'agissant de la migration de ces liaisons vers d'autres bandes, EDF indique un délai de 5 ans, une fois la nouvelle bande identifiée. Enedis précise que cette migration doit se faire vers une bande inférieure à 7 GHz et le SNIR évoque l'existence de produits fonctionnant avec les fréquences des bandes 2,3 GHz et 2,6 GHz.

Enfin, deux acteurs (Bouygues Telecom et Huawei) invitent l'Arcep à étudier la possibilité de migrer les liaisons existantes vers les bandes 6 GHz ou 10 GHz et un acteur (Qualcomm) invite l'Arcep à lancer ces travaux rapidement pour rendre la bande 1,4 GHz disponible pour les réseaux mobiles.

Un acteur (Orange) évoque pour sa part l'existence de solutions IRT (pour *Integrated Rural Telephony*) devant également être transférées à terme dans d'autres bandes de fréquences.

Deux acteurs (Airbus et l'ESOA) indiquent enfin que les futures utilisations de la bande 1,4 GHz devront garantir l'absence de brouillage des solutions satellitaires utilisant la bande de fréquences adjacente 1518 - 1559 MHz.

Question n°23. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 2,3 GHz ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, outre-mer, etc.) ? Quelle est votre vision de la maturité de la bande 2,3 GHz ? Pour quels usages identifiez-vous l'utilisation de cette bande ? En mettant en œuvre quelle technologie radio ? Envisagez-vous une utilisation des fréquences selon un autre mode que le mode TDD ? Quelles modalités proposez-vous pour qu'une éventuelle utilisation conjointe des fréquences de cette bande avec le ministère de la Défense puisse garantir à ce dernier l'absence de tout brouillage de ses systèmes ?

Les utilisations possibles de la bande 2,3 GHz

Une majorité de contributeurs (Afone, Alsatis, Amarisoft/Nexedi, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Ericsson, FIRIP, Huawei, Intel, Qualcomm) indiquent que la standardisation de cette bande pour les technologies 3GPP associée à un écosystème technologique mature rend cette bande particulièrement propice à son utilisation pour répondre à des besoins d'accès à internet fixe ou de réseaux mobiles professionnels. Ces besoins, plutôt localisés et peu critiques pourraient s'accommoder des contraintes techniques de cohabitation liées à l'utilisation actuelle de la bande qu'il convient d'étudier. Cependant, certains contributeurs (Huawei, Orange, SMTC-Tisséo, SFR et TCS) considèrent que l'utilisation de la bande 2,3 GHz par d'autres utilisateurs que le ministère de la Défense est peu probable compte-tenu des besoins actuels et que l'intérêt de cette bande pour les opérateurs mobiles est faible.

Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Ericsson, GSA, Huawei, Intel, Qualcomm, Ericsson notent que la bande 2,3 GHz dispose d'un écosystème mature. Selon Bouygues Telecom, Huawei, GSA et Qualcomm, il existe de nombreux terminaux compatibles avec cette bande et, selon Huawei, la bande est utilisée par 38 réseaux ouverts au public à ce jour.

6 contributeurs (Afone, Alsatis, Amarisoft/Nexedi, Bouygues Telecom, FIRIP, Qualcomm) pensent que cette bande pourrait être intéressante pour répondre aux besoins d'accès à internet fixe à la place ou en complément des bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz.

- Afone souhaiterait que tout ou partie de cette bande soit réservée à cet usage.
- Amarisoft/Nexedi souhaiterait utiliser ces fréquences pour de l'internet fixe.
- La FIRIP souhaite qu'une réflexion approfondie soit engagée afin que cette bande soit mise à disposition de réseaux de boucle locale radio, sur la base d'un partage de spectre.

4 contributeurs (Bouygues Telecom, Qualcomm, Société du Grand Paris et [SDA]) considèrent que cette bande pourrait être intéressante pour répondre, localement, à des besoins de réseaux mobiles privés.

- Bouygues Telecom indique que la bande 2,3 GHz pourrait être utilisée, dans le cas où les usages PMR et BLR seraient regroupés dans la même bande, à régler les cas de conflits où existent des besoins PMR et BLR.
- Par ailleurs, deux contributeurs (SGP et [SDA]) indiquent qu'ils pourraient être intéressés par cette bande pour la PMR en complément de la bande 2,6 GHz TDD dans le cas où celle-ci ne pourrait pas répondre de façon adéquate aux besoins de la PMR.

Huawei indique que cette bande est destinée à terme à être utilisée par les réseaux mobiles ouverts au public, en prenant en compte certaines contraintes d'utilisation. Huawei considère cependant que son attribution est peu probable et se propose pour participer à des groupes de réflexion. Néanmoins, Huawei, Orange, SMTC-Tisséo et SFR considèrent que l'utilisation de la bande par le ministère de la Défense rend peu probable son utilisation par d'autres utilisateurs et TCS considère que les applications de Défense sont prioritaires dans cette bande. De plus, Qualcomm et GSA notent que l'intérêt des opérateurs mobiles pour cette bande est faible et Orange indique ne pas avoir besoin de cette bande à court terme.

Les modalités d'utilisation conjointement avec le ministère de la Défense.

Les contributeurs (Afnum, Alsatis, Bolloré Telecom, FIRIP, GSA, Intel, Qualcomm, RED Technologies) retiennent majoritairement les technologies de partage de spectre (LSA) comme la solution permettant d'ouvrir la bande à de nouveaux usages tout en permettant aux utilisateurs actuels de pouvoir continuer de l'utiliser quand et où ils en ont besoin.

D'une part, 8 contributeurs (Afnum, Alsatis, Bolloré Telecom, FIRIP, GSA, Intel, Qualcomm, RED Technologies) relèvent que la mise en œuvre d'un partage de licence, dans lequel certaines sociétés françaises sont spécialistes, pourrait permettre d'ouvrir cette bande à d'autres usages.

- Afnum et Alsatis mettent en avant les possibilités de préemption ponctuelle du spectre pour certains besoins critiques que permet le LSA.
- GSA et Qualcomm rappellent l'expertise française dans ce domaine et considèrent que la bande 2,3 GHz serait un support idéal pour tester ces solutions innovantes.
- Qualcomm considère que le LSA permettrait l'utilisation de cette bande pour des applications ayant des besoins locaux, comme la BLR et la PMR ou d'autres ayant des besoins ponctuels.
- RED Technologies rappelle que des technologies de partage de spectre ont été testées et sont en cours de normalisation.
- TDF constate néanmoins que la mise en place de cette solution semble difficile.

D'autre part, 2 contributeurs (Bouygues Telecom et la FIRIP) indiquent que cette bande n'est pas forcément utilisée dans son intégralité sur l'ensemble du territoire français par le ministère de la Défense.

- Bouygues Telecom pense qu'il faut étudier plus en profondeur les utilisations actuelles de la bande afin d'identifier des sous-bandes utilisables, potentiellement dans la bande 2340 - 2390 MHz dont l'utilisation est limitée.
- La FIRIP indique que la bande n'est pas utilisée, à sa connaissance, dans le Nord de la France.

Enfin, FFDN/SCANI met en garde contre les brouillages que peuvent faire subir les réseaux LTE aux utilisateurs dans les bandes adjacentes.

Question n°24. **Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 738 - 753 MHz ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, etc.) ? Pour répondre à quel type de besoins ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ? Quelle est votre vision de la maturité de la bande 738 - 753 MHz ? Quelles technologies radio pourraient être mises en œuvre ? Avec quelle bande de fréquences FDD souhaiteriez-vous associer des fréquences de la partie SDL de la bande 700 MHz ? Quelle est votre vision de la disponibilité de terminaux et d'équipements réseaux utilisant cette bande de fréquences ? Avez-vous des commentaires concernant le projet de l'Arcep de ne pas procéder à l'attribution de la bande 738 - 753 MHz dès à présent ?**

Plusieurs contributeurs (Bouygues Telecom, Huawei, Iliad, Intel, Qualcomm, SFR et [SDA]) souhaitent une attribution de la partie SDL de la bande 700 MHz pour les réseaux mobiles ouverts au public.

Quatre acteurs (Ericsson, GSA, Huawei et Qualcomm) rappellent que la bande 738 - 753 MHz est harmonisée pour le mode SDL par une décision de la Commission européenne et par une décision de la CEPT et qu'elle est également normalisée par le 3GPP et permet l'agrégation de porteuses avec la bande 800 MHz (bande 20 FDD). SFR indique que l'attribution de cette bande permettrait de remédier à la fragmentation de la bande 700 MHz FDD qui n'apporte qu'une faible capacité supplémentaire par opérateur [SDA].

D'autres contributeurs (Air France, Cisco, Mairie de Marseille, ministère de l'Intérieur, SMTC-Tisseo) sont intéressés par l'attribution de la partie SDL de la bande 700 MHz pour des usages PMR ou PPDR. Néanmoins, ils ne précisent pas quelles sont les possibilités d'agrégation de la partie SDL de la bande 700 MHz avec d'autres bandes qui permettrait un tel usage.

SMTC-Tisseo rappelle la nécessité qu'une bande basse soit disponible pour l'évolution des réseaux PMR actuels vers le LTE et considère que la bande 700 MHz et la bande 400 MHz (si elle est réaménagée) sont les candidats idéaux pour cela.

La Mairie de Marseille indique que la technologie LTE dans la partie SDL de la bande 700 MHz pourrait permettre, avec des terminaux mixtes TETRA et LTE, d'apporter le très haut débit mobile aux réseaux PMR tout en conservant les réseaux actuels en bande 400 MHz.

Cisco indique que la partie SDL de la bande 700 MHz pourrait être utilisée pour un service de type PPDR en complément de la bande 700 MHz FDD des opérateurs mobiles.

Air France signale que la mise en œuvre d'un réseau PMR dans la technologie LTE pourrait reposer sur la partie SDL de la bande 700 MHz en plus de la bande 2,6 GHz TDD.

Le ministère de l'Intérieur souhaite une éventuelle adaptation de la réglementation pour permettre un usage de la partie SDL de la bande 700 MHz par les drones.

Le SNIR indique néanmoins que la partie SDL de la bande 700 MHz ne présente pas d'intérêt pour les solutions privées puisqu'elle ne permet pas d'ajouter de la capacité dans le sens montant.

Les contributeurs suggèrent de différer l'attribution de la bande 738 - 753 MHz.

Bouygues Telecom note qu'il est difficile, à date, de déterminer si un écosystème SDL pourra s'y développer et qu'il est donc raisonnable d'en différer son attribution [SDA]. Huawei note que l'écosystème autour de cette bande n'est pas mature et suggère de réévaluer la situation en 2018. SFR indique que l'attribution de cette bande à court terme ne présente pas d'intérêt en raison de l'absence d'écosystème.

Ericsson signale que la coexistence entre la bande 700 MHz FDD et 700 MHz PPDR n'est pas assurée à ce jour et deux acteurs (ETELM et GPRP) notent que le découpage retenu pour le réseau régalién pourrait entraîner des surcoûts significatifs pour les utilisateurs en raison de leur fragmentation et rendre un réaménagement potentiellement nécessaire. Ces deux acteurs suggèrent de différer les décisions non urgentes relatives à la bande 700 MHz.

Deux contributeurs (Amarisoft/Nexedi) souhaiteraient utiliser d'autres parties de la bande 700 MHz (694 - 698 MHz et 736 - 738 MHz) avec la technologie NarrowBand IoT (NB-IoT) dans le cadre d'une autorisation générale.

Question n°25. Vous semble-t-il utile d'envisager des réaménagements des autorisations actuelles dans la bande 400 MHz en vue de permettre l'introduction du très haut débit dans cette bande ? Quels réaménagements proposez-vous ? À quels besoins de nouvelles autorisations à large bande pourraient-elles répondre ? Sur quelle empreinte géographique ? Quelles technologies radio pourraient être utilisées ? En fonction des services et applications visés, quelles largeurs de canalisations vous semblent souhaitables ? Quelle est votre vision de la maturité de l'écosystème industriel correspondant ? Souhaitez-vous que les fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ?

Une majorité de contributeurs souhaite que les réseaux PMR et/ou PPDR à très haut débit puissent se développer dans la bande 400 MHz. Certains contributeurs sont néanmoins opposés à l'introduction du très haut débit mobile dans cette bande.

De nombreux contributeurs (Afnm, AGURRE, EDF, Ericsson, GSA, Huawei, Ministère de l'intérieur, Orange, Qualcomm, SFR, SMTC Tisséo, SNIR, Société du grand Paris et TDF) souhaitent que les réseaux PMR à très haut débit se développent dans la bande 400 MHz car cette bande est particulièrement adaptée à des usages professionnels complexes (sites industriels, axes de transports, ...). Deux acteurs (Ericsson et le ministère de l'Intérieur) sont également favorables au développement de réseaux PPDR (*public protection and disaster relief*) dans cette bande.

Huawei anticipe que la majorité des utilisateurs de réseaux PMR en bande étroite auront recours aux réseaux des opérateurs mobiles pour leurs besoins à très haut débit.

GSA et Qualcomm notent toutefois que, si elle souhaite réorganiser la bande 400 MHz, l'Arcep devrait veiller à prendre des mesures pour développer l'écosystème et s'assurer de la disponibilité des terminaux. Cisco ne considère pas la bande 400 MHz comme pertinente pour la PMR à très haut débit en raison de l'écosystème limité dans cette bande.

Une majorité de contributeurs rappelle que certains réseaux PMR actuels ont vocation à être maintenus sans besoin d'évolution vers une autre technologie. EDF ajoute qu'il n'est pas favorable à un scénario où il ne pourrait plus disposer de fréquences en bande étroite dans la bande 400 MHz mais n'est pas opposé à un réaménagement pour regrouper les attributions et ainsi libérer de l'espace pour des réseaux à très haut débit.

ETELM, GPRP et la mairie de Marseille considèrent qu'il est indispensable de ne pas toucher aux affectations actuelles dans la bande 400 MHz. ETELM et GPRP précisent que toute modification

aurait des répercussions importantes sur les réseaux actuels même en cas de migration technique et économique valable. Ils souhaiteraient que la technologie LTE soit interdite dans la bande 400 MHz si la bande 2,6 GHz TDD venait à être disponible pour les réseaux PMR.

La quantité de fréquences minimale à libérer pour introduire la technologie LTE dans la bande serait de 3 MHz duplex.

La majorité des acteurs souhaite voir apparaître des canalisations conformes aux largeurs normalisées par le 3GPP (1,4/3/5 MHz). Trois acteurs (AGURRE, Huawei et le ministère de l'Intérieur) considèrent qu'il faudrait une largeur de bande de 3 MHz duplex pour y exploiter un réseau à très haut débit, Huawei indique qu'une telle quantité serait un minimum dans un premier temps et envisage, à terme, une largeur de 5 MHz duplex.

Plusieurs contributeurs (AGURRE, Ericsson, GSA, Huawei, ministère de l'intérieur, Qualcomm) suggèrent à l'Arcep de construire un plan de réaménagement pour permettre le très haut débit dans une partie de la bande 31 (452,5 - 457,5 MHz et 462,5 - 467,5 MHz) normalisée par le 3GPP. Plusieurs contributeurs soulignent la nécessité de prendre en compte les réseaux existants.

Pour mettre en place la technologie LTE dans la bande à horizon 2025, l'AGURRE propose différents réaménagements possibles. L'AGURRE recommande à l'Arcep d'identifier 3 MHz duplex dans la bande 453 - 457,5 MHz et 463 - 467,5 MHz et de dresser un état des lieux complet de l'utilisation de la bande avec les acteurs concernés. L'AGURRE propose de migrer les services utilisant cette partie de la bande 31 vers la bande 418,5 - 420 MHz / 428,5 - 430 MHz au moyen d'une optimisation de l'utilisation de fréquences dans la bande 414,5 - 420 MHz / 424,5 - 430 MHz. L'AGURRE souhaiterait que l'État accompagne financièrement les utilisateurs des fréquences affectés par un réaménagement de la bande.

[SDA]

e*Message souligne la complexité du réaménagement en fréquences pour libérer des larges canalisations indispensables à la technologie LTE et s'interroge de l'espacement minimum à adopter avec les fréquences dédiées aux réseaux LTE.

SNCF Réseau indique utiliser de nombreuses fréquences de la bande 400 MHz pour ses besoins PMR. Elle indique devoir procéder à des investissements dans la bande 457 - 458 MHz et 467 - 468 MHz pour passer à un réseau TETRA numérique et souhaiterait qu'il soit établi une stratégie globale de réaménagement pour sécuriser ses investissements.

Le CNES souhaite rappeler la nécessité de ne plus procéder à des attributions dans la bande 405,9 - 406,0 MHz et 406,1 - 406,2 MHz afin de ne pas brouiller les satellites opérant dans la bande 406,0 - 406,1 MHz. De même le CNES souligne que de nombreuses attributions dans la bande 460 - 470 MHz pour y utiliser la technologie LTE pourraient perturber les opérations satellitaires dans les bandes adjacentes.

SMTC-Tisséo indique que des études d'impact, des investissements et des travaux importants, avec un risque non négligeable sur l'exploitation de son réseau, seront nécessaires pour la réorganisation de la bande 400 MHz.

TDF rappelle que, dans le cadre de déploiements en bande 400 MHz, il est fondamental de protéger la réception TNT des téléspectateurs et des réémetteurs TNT pilotés en UHF.

Certains contributeurs souhaiteraient pouvoir exploiter des réseaux BLR et IoT dans la bande 400 MHz.

Amarisoft/Nexedi souhaiterait que la bande 400 MHz laisse place à une largeur de bande de 1 MHz dédiée au NB-IoT.

Enfin, le Conseil Départemental de l'Hérault souhaiterait se voir attribuer des fréquences dans la bande 400 MHz pour proposer de l'accès à très haut débit fixe par voie hertzienne.

Question n°26. Quelle est votre vision de l'avenir de la bande 26 GHz, en particulier dans le contexte du déploiement des premiers réseaux 5G ? Une cohabitation entre les différents usages précités vous semble-t-elle possible ? Si oui, sous quelles conditions ?

Une majorité de contributeurs (Afnun, Alsatis, Bouygues Telecom, Cisco, CNES, GSA, Huawei, Intel, Nokia, Orange, Qualcomm et SFR et [SDA]) s'accordent à considérer la bande 26 GHz comme une bande nécessaire au déploiement de la 5G à plus ou moins long terme et sur la nécessité de la rendre accessible aux opérateurs mobiles. Plusieurs contributeurs estiment néanmoins que d'importants travaux de recherche et de développement sont nécessaires avant que cette bande puisse être utilisée pour des réseaux mobiles.

Afnun, Cisco, GSA, Huawei, Intel, Orange, Qualcomm et [SDA] soulignent la nécessité de l'utilisation de bandes millimétriques, en complément de la bande 3,4 - 3,8 GHz, pour le développement de services à très haut débit 5G. CNES, GSA, Huawei, Iliad, Intel, Orange et [SDA] rappellent que le RSPG a identifié la bande 26 GHz comme bande pionnière de la 5G en Europe.

Afnun, Cisco, GSA, Intel et [SDA] recommandent ainsi la préparation de la libération et l'attribution de la bande 26 GHz rapidement afin d'anticiper au mieux l'arrivée des réseaux 5G. L'Afnun, Cisco et Orange considèrent ainsi que le succès de la 5G en France dépendra de la disponibilité de cette bande. [SDA].

L'Afnun, Cisco, GSA, Intel et Qualcomm mettent par ailleurs en avant la nécessité pour l'Arcep de participer à l'élaboration des conditions d'harmonisation de la bande au niveau européen.

Néanmoins, Amarisoft/Nexedi, Bouygues Telecom, Bolloré Telecom, Nokia et Orange considèrent que les technologies permettant l'utilisation de la bande 26 GHz pour des réseaux mobiles nécessitent encore de longs développements, les premiers services 5G utilisant ces fréquences arriveront ainsi certainement dans un second temps. Par ailleurs, Alsatis, Huawei, SFR et SMTC-Tisséo et [SDA] jugent que la faible portée de ces fréquences limite leur utilité en zone peu dense au moins dans un premier temps.

Des contributeurs (Bouygues Telecom, FIRIP, Lot-et-Garonne Numérique, Manche Numérique, Mairie de Marseille, Nomotech Orange, SFR et SNIR) rappellent que cette bande est largement utilisée pour des réseaux de collecte en faisceaux hertziens et qu'elle devrait rester importante pour cet usage.

Trois opérateurs mobiles (Bouygues Telecom, Orange et SFR) souhaitent que soient étudiées rapidement les conditions de coexistence entre les réseaux 5G et les FH. Par ailleurs, SFR considère qu'elle pourrait se faire sur la base d'un partage géographique entre zones denses et zones rurales.

Huawei propose de regrouper les attributions pour des liaisons point-à-point dans une partie de la bande ou de trouver une bande de repli pour ces applications.

Nomotech souhaite que les redevances pour des faisceaux hertziens utilisés dans le cadre de réseaux d'initiative publique soit revue.

Sept contributeurs (Airbus, Bouygues Telecom, CNES, ESOA, Qualcomm, TDF et [SDA]) mettent en avant l'utilisation de cette bande pour plusieurs services satellitaires et la nécessité de définir des conditions de protection ou de cohabitation entre ces services et d'autres qui soient satisfaisantes.

Airbus, CNES, ESOA, TDF et [SDA] considèrent qu'il est nécessaire de fournir des garanties aux utilisateurs actuels de la bande sur la protection des services l'utilisant, notamment les stations terriennes déjà déployées et futures, et qu'il incombera aux services futurs de s'adapter. Airbus

Defence and Space considère qu'une réflexion sur le partage géographique de la bande 26 GHz des stations terriennes de réception du service de l'exploration de la Terre par satellite doit être engagée. ESOA et [SDA] indiquent en particulier que la bande 24,65 - 25,25 GHz a été attribuée au service fixe par satellite et qu'il ne devrait pas y avoir de contraintes au développement de ce service. Le CNES et TDF ajoutent que des travaux sont nécessaires pour la protection des stations météorologiques.

À l'inverse, Bouygues Telecom et Qualcomm considèrent qu'il faut encadrer l'implantation de nouvelles stations terriennes de façon proportionnée afin de ne pas imposer de contraintes trop importantes aux futurs réseaux 5G.

Partie 4.

Les modalités d'attribution des fréquences

Question n°27. Avez-vous des commentaires concernant les projets de l'Arcep sur les bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz ?

Les contributeurs sont partagés sur les projets de l'Arcep pour les bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz.

13 contributeurs (Alsatis, AVICCA, AVICCA/AMF/ADF/ARF, Axione, le conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté, FFDN/SCANI, la FIRIP, Haute-Garonne Numérique, Hub One, Nièvre Numérique, Nomotech, Sem@for77 et [SDA]) se disent globalement d'accord avec l'analyse de l'Arcep et favorisent l'approche présentée, qui prévoit d'utiliser 40 MHz de la bande 3,5 GHz pour l'aménagement numérique du territoire.

Cependant, même s'ils se déclarent favorables à l'option 2, Altitude Infrastructure, AVICCA, AVICCA - AMF - ADF - ARF, le conseil régional de Bourgogne-Franche-Comté, Haute-Garonne Numérique et Nièvre Numérique rappellent qu'ils estiment qu'une quantité de fréquences de 40 MHz est insuffisante pour répondre aux besoins en accès fixe à internet (cf. question 2). La FIRIP et Nomotech souhaiteraient que la bande 2,6 GHz TDD puisse être utilisée en complément de la bande 3,5 GHz et Sem@for77 rappelle avoir besoin de maintenir son réseau Wimax existant pendant au moins deux ans (cf. question 21).

À l'inverse, 10 contributeurs (Afnm, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, Cisco, GSMA, Huawei, Orange, Qualcomm, SFR et TDF) préfèrent l'approche alternative présentée dans la consultation, qui prévoit de consacrer la bande 3,4 - 3,8 GHz aux réseaux mobiles et l'attribution de fréquences dans la bande 2,6 GHz TDD pour des besoins BLR et PMR.

L'Afnm, Bouygues Telecom, Cisco, GSMA, Huawei, Orange et Qualcomm estiment que la bande 3,4 - 3,8 GHz sera indispensable au développement de la 5G et qu'il faut *a minima* ne pas la fragmenter et idéalement la libérer entièrement pour la réserver à la 5G. Bouygues Telecom, Qualcomm et TDF notent également que l'utilisation de la bande 3,5 GHz pour des réseaux BLR est en décalage avec l'usage qui y est envisagé dans les autres pays européens.

Bouygues Telecom demande à l'Arcep d'exprimer un choix sur les procédures et calendriers d'attributions pour les fréquences des bandes 2,3 GHz, 2,6 GHz TDD et 3,4 - 3,8 GHz.

Deux contributeurs (Orange et [SDA]) estiment par ailleurs qu'il est nécessaire de ne pas lever les restrictions de services accompagnant les autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,5 GHz hors d'une procédure d'attribution ouverte à l'ensemble des opérateurs.

Un acteur (Afone Infrastructure) n'indique pas de préférence tant que 40 MHz sont identifiés pour les besoins BLR.

Six contributeurs (Amarisoft/Nexedi, Cisco, Ericsson, Intel, RED Technologies et SFR) expriment des fortes divergences de point de vue avec certaines propositions de l'Arcep.

Cisco, Ericsson, Intel et SFR considèrent qu'il n'est pas nécessaire de réserver du spectre pour un usage particulier. Intel estime que les plans de l'Arcep peuvent retarder l'arrivée de la 5G en France. SFR estime que les services mobiles professionnels et d'accès fixe à internet peuvent être fournis par les opérateurs mobiles, en ajoutant des obligations adaptées aux prochaines attributions.

Amarisoft/Nexedi considère que la bande 3,5 GHz n'est pas adaptée à un service d'accès à internet et que la bande 2,6 GHz TDD devrait être attribuée en utilisant un système d'enchères par commune.

RED Technologies de son côté estime que l'Arcep devrait plutôt étudier des mécanismes de partage de spectre qui permettraient de répondre aux différents besoins identifiés dans la partie 1 de la consultation.

Question n°28. L'idée de partition géographique des attributions de fréquences appelle-t-elle des commentaires de votre part ? Avez-vous des remarques sur l'analyse de l'Arcep relative aux besoins pour lesquels une partition géographique pourrait être mise en œuvre ? Sur quelles bandes de fréquences estimez-vous un tel partage pertinent ? Quels autres schémas de partition géographique vous sembleraient pertinents ? Avez-vous d'autres besoins localisés dans certaines parties du territoire seulement ? Merci d'indiquer la zone concernée de la manière la plus précise possible. Dans l'hypothèse d'attribution de fréquences sur des zones géographiques ciblées, quelle partition du territoire proposez-vous ? Quelle méthode faut-il retenir pour définir les zones tampons ? Quelle largeur doivent-elles avoir et quel niveau de champ maximal faut-il imposer au-delà de cette zone tampon ? Quelles règles de cohabitation entre différents usages utilisant les mêmes bandes de fréquences proposez-vous ?

Les contributeurs ont des avis divergents sur l'idée de partition géographique.

Dix-neuf contributeurs (AGURRE, Alsatis, Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, Bolloré Telecom, Bouygues Telecom, FIRIP, GSA, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Nokia, Orange, Qualcomm, RED Technologies, Seine-et-Marne Numérique, SNIR, la société du Grand Paris, SMTC-Tisséo et [SDA]) considèrent qu'un partage géographique de la bande 2,6 GHz TDD entre applications fixes et mobiles est possible et entraînerait une utilisation plus efficace du spectre.

Un tel partage géographique permettrait de répondre à des besoins en fonction de leur zone d'intérêt et Bouygues Telecom, FIRIP, GSA, Huawei, SMTC-Tisséo et la société du Grand Paris considèrent que les zones d'intérêt des besoins BLR et PMR sont distinctes.

Altitude Infrastructure et Haute-Garonne Numérique considèrent que le partage géographique pourrait être utilisé pour donner plus de ressources aux réseaux de boucle locale radio.

Orange considère cependant qu'une partition géographique des attributions de fréquences dans la bande 2,6 GHz TDD doit s'appuyer sur une étude approfondie des besoins des réseaux BLR.

AGURRE et Nomotech sont plus réservés mais estiment que des fréquences identifiées pour répondre aux besoins PMR pourraient être attribuées pour répondre à des besoins BLR là où elles ne seraient pas utilisées.

À l'inverse, treize contributeurs (Afnm, le conseil départemental du Calvados, Cisco, FFDN/SCANI, Hub One, Lot-et-Garonne Numérique, Manche numérique, Nièvre Numérique, Nomotech, région Bourgogne-Franche-Comté, Touraine Cher Numérique et SFR et [SDA]) sont défavorables à une partition géographique des attributions de fréquences dans une bande entre plusieurs usages, en particulier entre usages BLR et PMR.

Ces contributeurs considèrent que celui-ci pourrait conduire à une utilisation inefficace du spectre, serait coûteux, difficile à mettre en œuvre et qu'il pourrait créer de nombreux cas de brouillages ou limiter le développement de services sur certains territoires.

Le conseil départemental du Calvados, Lot-et-Garonne Numérique, Manche Numérique, Nièvre Numérique et Touraine Cher Numérique et [SDA] considèrent que les fréquences pour l'aménagement numérique du territoire doivent être attribuées sur une base départementale à minima afin d'éviter une trop grande complexité et pour des raisons de cohérence.

Le conseil départemental du Calvados, FFDN/SCANI, Haute-Garonne Numérique, Hub One, Nomotech et SFR mettent en garde contre les risques de brouillages que peuvent engendrer des

solutions de partition géographique, en particulier en bordures de zones denses, où certains contributeurs considèrent que des besoins en internet fixe pourraient subsister. FFDN/SCANI et SFR pointent également le risque d'une utilisation fragmentée et inefficace du spectre, limitée à certaines parties du territoire du fait de l'instauration de zones tampons.

Plusieurs contributeurs mettent enfin en cause la définition des zones concernées par des besoins PMR ou BLR. Afone considère qu'il existe des besoins de service d'accès fixe à internet par voie hertzienne en zone densément peuplée également. Enedis, Hub One, TDF et TCS estiment que certains sites industriels en zones peu denses ont également des besoins en réseaux mobiles professionnels auxquels une partition géographique empêcherait de répondre. Enedis indique même que ce sont dans les zones moins denses, là où les réseaux mobiles ouverts au public sont les moins développés, que le besoin de réseaux professionnels dédiés est le plus important.

Dans le cas d'une partition géographique de la bande 2,6 GHz TDD notamment, certains contributeurs proposent des conditions permettant la cohabitation des réseaux et de régler les problèmes issus de cas où des besoins PMR et BLR existeraient sur la même zone.

Alsatis, Bouygues Telecom, FIRIP, Huawei et Sem@for77 considèrent que les utilisations différentes d'une même bande de fréquences en mode TDD devraient être synchronisées temporellement.

Alsatis, la FIRIP, Huawei et Sem@for77 proposent de définir des zones tampon de 20 km où les applications BLR utiliseraient 20 MHz et les applications PMR les 20 MHz restants avec une synchronisation des réseaux. Une bande de garde de 10 MHz, limitant les attributions à 15 MHz pour chaque application, pourrait, selon ces contributeurs, être nécessaire dans le cas de non-synchronisation des réseaux. Orange considère qu'une zone tampon de 5 km où les fréquences ne seraient pas utilisées serait suffisante.

Dans les zones où des besoins PMR et BLR existeraient, Seine-et-Marne Numérique considère que les applications de BLR devraient être prioritaires. À l'inverse, Bolloré Telecom considère que la protection des réseaux PMR est plus importante. Bouygues Telecom de son côté estime que la bande 2,3 GHz pourrait accueillir l'un ou l'autre des usages.

Amarisoft/Nexedi, Intel et Keybridge considèrent que la nature de la partition géographique pourrait être déterminée au travers de mécanismes d'attributions localisées sur la base d'enchères par exemple. Bolloré Telecom, Qualcomm et RED Technologies considèrent que cette partition géographique pourrait être réalisée dynamiquement, en fonction des besoins à chaque instant des utilisateurs.

Question n°29. Avez-vous des commentaires sur la caractérisation des besoins en accès fixe à Internet à très haut débit et sur les conclusions qu'en tire l'Arcep ? Les modalités proposées pour l'attribution de fréquences visant à fournir des services d'accès fixe à Internet à très haut débit appellent-elles des commentaires de votre part ? Quelles modalités d'attribution préconisez-vous en vue de répondre à l'ensemble des besoins d'aménagement numérique du territoire ?

De nombreux contributeurs (Alsatis, Altitude Infrastructure, Amarisoft/Nexedi, Axione, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, la FIRIP, le groupe ANT du Cerema, Haute-Garonne Numérique, Huawei, Lot Numérique, Manche Numérique, Nièvre Numérique, la région Bourgogne-France-Comté, Seine-et-Marne Numérique, Sem@for 77, TDF, Touraine Cher Numérique) sont favorables à l'identification de fréquences spécifiques pour répondre aux problématiques d'aménagement numérique du territoire et partagent l'analyse de l'Arcep et les principales modalités proposées pour l'attribution de telles fréquences.

Ces contributeurs insistent notamment sur le rôle central que sera amené à jouer l'entité publique (collectivité, syndicat mixte, etc.) en charge de l'aménagement numérique du territoire et de la

définition et de la mise en œuvre du Schéma directeur territorial d'aménagement numérique (SDTAN) et certains contributeurs proposent de lui réserver des fréquences. Pour les territoires où un volet hertzien devra pallier temporairement l'absence de solutions filaires satisfaisantes, ces contributeurs souhaitent notamment que le cadre défini par l'Arcep permette à ces collectivités de choisir l'opérateur radio devant mettre en œuvre ce volet hertzien.

De plus, étant donné que sur un territoire donné il existe un unique acteur en charge de l'aménagement numérique, les contributeurs partagent la vision de l'Arcep relative à l'attribution, sur ce territoire, d'un unique lot de fréquences destiné à l'aménagement numérique et à la mise en œuvre d'un SDTAN.

Trois contributeurs (le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, Manche Numérique et Nomotech) souhaitent que les fréquences destinées à l'aménagement numérique du territoire soient mises à disposition des acteurs concernés à titre gracieux.

FFDN/SCANI n'est pas favorable à l'attribution d'autorisations comportant des obligations de déploiement correspondant à la couverture de l'ensemble des zones sans solution filaire satisfaisante.

Enfin, en matière de calendrier, procéder à de nouvelles attributions de fréquences dont les dates de fin d'autorisation seraient fixées à juillet 2026, soit l'échéance des autorisations attribuées lors de la procédure de 2006, est jugé pertinent par plusieurs acteurs (Bouygues Telecom, le Conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, Nièvre Numérique, Nomotech et la région Bourgogne-Franche-Comté). Nomotech ajoute qu'une durée d'autorisation allongée de 2 ans permettrait d'assurer la viabilité économique des projets lancés tardivement. Plusieurs acteurs (Lot Numérique, Nièvre Numérique, Nomotech et la région Bourgogne-Franche-Comté) ajoutent qu'il est urgent de procéder aux attributions de fréquences envisagées, dès l'été 2017, pour permettre aux territoires de disposer au plus vite de solutions hertziennes à très haut débit.

À l'inverse, plusieurs acteurs (Hub One, Qualcomm, SFR et [SDA]) ne sont pas favorables à une approche où des fréquences seraient identifiées pour l'aménagement numérique du territoire.

SFR estime en particulier que l'Arcep ne peut, sauf dans le but de sauvegarder la vie humaine ou, de manière exceptionnelle, dans le but d'assurer un autre objectif d'intérêt général, réserver une bande de fréquences pour un service particulier.

Question n°30. L'objectif d'assurer que les besoins professionnels critiques puissent se développer dans une bande de fréquence particulière appelle-t-il des commentaires de votre part ? Vous semble-t-il opportun et nécessaire de réserver une bande à l'établissement de réseaux indépendants ? Vous semble-t-il opportun et nécessaire de prévoir de fortes obligations de déploiement et de qualité de service ? Lesquelles ? Quels autres moyens préconisez-vous ?

De nombreux contributeurs (AGURRE, Amarisoft/Nexedi, Axione, Bouygues Telecom, ETELM, FIRIP, GPRP, GSA, Huawei, Hub One, la Mairie de Marseille, le ministère de l'Intérieur, NomoTech, SMTC-Tissé, SNIR, la Société du Grand Paris, TCS et [SDA]) souhaitent que les besoins professionnels soient en mesure de se développer dans une bande de fréquences spécifique.

ETELM, FIRIP, GPRP, GSA, Huawei, Hub One, NomoTech, TCS et [SDA] pensent que la bande la plus appropriée pour ce déploiement est la bande 2,6 GHz TDD, tandis que SMTC-Tissé juge les bandes 400 MHz et 700 MHz comme les plus propices au déploiement des réseaux professionnels. ETELM et GPRP soulignent que la bande 1,4 GHz et la bande 3,5 GHz pourraient aussi être utilisées pour ces besoins.

EDF, le Groupe ANT du CEREMA et Intel ne considèrent pas opportun de réserver une bande de fréquences particulière pour les besoins professionnels : toutes les bandes normalisées par le 3GPP devraient pouvoir être utilisées pour déployer des réseaux satisfaisant ces besoins.

EDF précise toutefois que des sous-bandes dans les bandes normalisées devraient être réservées aux réseaux indépendants sans que les réseaux ouverts au public ne puissent les utiliser.

Enedis, Orange et SFR indiquent que les réseaux ouverts au public pourraient être suffisants pour répondre aux besoins professionnels.

Enedis et SFR précisent que les réseaux ouverts au public peuvent d'ores et déjà disposer des fonctionnalités propres aux réseaux professionnels (priorisation des communications de crise, appels de groupe, préemption de canaux radio, etc.), sous réserve d'implémentation effective. Selon Orange, le recours à la réservation dynamique du spectre permettrait de garantir les ressources radio nécessaires aux réseaux indépendants tout en optimisant l'utilisation du spectre. L'opérateur souligne d'ailleurs que, au-delà de 8 MHz duplex, déjà attribués aux usages PPDR, les instances européennes travaillent sur la réorganisation de la bande 400 MHz (410 - 430 MHz et 450 - 470 MHz) pour le déploiement des réseaux professionnels : le recours à une nouvelle bande ne serait donc pas justifié.

SFR propose que des obligations d'accueil des réseaux PMR/PPDR soient insérées dans de futures autorisations d'utilisation de fréquences des bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz ; pour cet acteur, ces bandes ne doivent pas être dédiées au déploiement de réseaux indépendants.

Le ministère de l'Intérieur, Bouygues Telecom et Huawei estiment que même si une bande particulière devait être identifiée pour les besoins professionnels, elle ne devrait pas être forcément dédiée uniquement à ce type d'utilisation. Huawei met l'accent sur le partage de la bande entre réseaux de type PMR et BLR et sur la coexistence avec les réseaux FDD à 2,6 GHz.

D'une manière générale, peu d'acteurs ont exprimé leur avis sur l'opportunité ou la nécessité de prévoir des fortes obligations de déploiement et de qualité de service.

AGURRE, EDF et Huawei considèrent que des obligations de déploiement et de qualité de service ne semblent pas nécessaires et ne devraient pas être imposées aux titulaires.

Hub One retient que des obligations de déploiement ne sont pas essentielles et propose d'imposer, si nécessaire, une première échéance de déploiement, pour éviter la thésaurisation du spectre ; concernant les obligations de qualité de service, cet acteur observe que des obligations adaptées à la zone de déploiement (critique ou non) pourraient être indiquées dans les autorisations.

Enedis qui, comme indiqué précédemment, considère que les réseaux ouverts au public sont suffisants pour répondre aux besoins professionnels critiques, suggère d'imposer des obligations de résilience et de couverture dans les territoires peu denses.

Enfin, la FIRIP souligne qu'un bloc de fréquences de 20 MHz serait suffisant pour un déploiement en zones peu denses, mais que 40 MHz seraient nécessaires en milieu très dense.

[SDA]

Question n°31. Comment répondre aux besoins de plusieurs organismes opérant le cas échéant sur une même zone ? Vous semble-t-il opportun de prévoir un usage libre des fréquences à l'intérieur des bâtiments ? Quelle limite de champ fixer, dans ce cas, pour l'extérieur ? Vous semble-t-il opportun de prévoir des autorisations individuelles exclusives assorties de l'obligation de répondre aux demandes raisonnables de partage de réseau ? Ou de prévoir des autorisations individuelles non exclusives ? Dans ce dernier cas, la coordination technique spontanée entre les demandeurs pourrait-elle suffire ou faudrait-il prévoir des dispositions dans les autorisations permettant de garantir cette coordination ? Lesquelles ?

Certains contributeurs (Huawei, Hub One, le ministère de l'Intérieur, Orange, SFR, la Société du Grand Paris et TCS) sont opposés à l'usage libre des fréquences à l'intérieur des bâtiments.

Huawei, Hub One, le ministère de l'Intérieur, Orange, SFR et la Société du Grand Paris considèrent que la mise en place d'une autorisation générale, même réservée à une utilisation à l'intérieur des bâtiments, pourrait créer des perturbations entre les différents réseaux. Ces perturbations seraient, selon Orange, difficiles à contrôler et maîtriser. Hub One et le ministère de l'intérieur soulignent l'incompatibilité d'un usage libre des fréquences à l'intérieur des bâtiments avec les utilisations liées à la sécurité ou aux secours. SFR souligne que la mise en place de deux régimes différents d'autorisation (générale et individuelle), affaiblirait la protection contre les brouillages préjudiciables des réseaux bénéficiant d'une autorisation individuelle d'utilisation de fréquences et menacerait leur stabilité.

Huawei, Orange et TCS indiquent qu'une autorisation générale pourrait être un obstacle pour l'éventuelle réaffectation ultérieure de la bande à un autre usage.

Huawei estime que l'utilisation des fréquences sous un régime d'autorisations individuelles exclusives, en intérieur et extérieur, permet de connaître les utilisateurs de la bande et ainsi d'évaluer sa bonne utilisation.

TCS exclut la possibilité d'avoir des régimes d'autorisation différents pour la couverture à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, mais évoque la possibilité de procéder à une cession locale des fréquences dans le cadre d'un marché secondaire.

À l'inverse des contributeurs précédents, ETELM et GPRP considèrent que les réseaux entièrement confinés (pas de rayonnement extérieur) devraient faire l'objet d'une autorisation générale.

Certains contributeurs (AGURRE, Axione, EDF, FIRIP, Huawei, Hub One, la Mairie de Marseille, le ministère de l'Intérieur, Nomotech, la Société du Grand Paris et TCS) proposent de délivrer des autorisations individuelles exclusives assorties pour certains de mécanismes de partage des fréquences. D'autres contributeurs (Amarisoft/Nexedi, le Groupe ANT du CEREMA, GSA, Qualcomm et RED Technologies) mettent en avant le partage de fréquences, voire l'attribution d'autorisations individuelles non exclusives (ETELM, FFDN/SCANI et GPRP).

AGURRE souligne que les autorisations devraient non seulement être attribuées exclusivement à titre individuel mais en outre limitées à des acteurs ayant des activités critiques ou d'utilité publique. Hub One indique que, à un endroit donné, les fréquences devraient être attribuées, en premier lieu, au détenteur du patrimoine foncier et que, de manière générale, tous les acteurs devraient pouvoir accéder à de telles fréquences sur leurs propres emprises. SMTC-Tisseo souhaiterait une mutualisation des ressources spectrales pour mettre en place un réseau unique multiservices. La gouvernance des infrastructures de communications électroniques rassemblerait plusieurs entités utilisatrices autour d'une entité en charge de l'exploitation des infrastructures mutualisées.

Axione, EDF, la Mairie de Marseille et le ministère de l'Intérieur estiment intéressante la mise en place d'un mécanisme de partage de réseau. EDF préconise en particulier pour répondre aux demandes éventuelles des autres gestionnaires d'infrastructures critiques, qu'une obligation de mise

à disposition, à coût raisonnable, des fréquences attribuées soit inscrite dans les autorisations attribuées. [SDA]

Amarisoft/Nexedi, le Groupe ANT du CEREMA, GSA, Qualcomm et RED Technologies proposent l'utilisation de mécanismes de partage du spectre, qui permettraient une augmentation de l'efficacité spectrale, selon Qualcomm.

RED Technologies retient que les modèles de partage de fréquences (LSA – *Licensed Shared Access* et CBRS - *Citizens Broadband Radio Service*), développés dans certaines de ses solutions, pourraient être utilisés notamment pour garantir une coexistence entre réseaux TDD et prendre en compte des priorités d'accès au spectre.

EELM, FFDN/SCANI et GPRP considèrent possible l'utilisation d'autorisations individuelles non exclusives assorties à des conditions de coordination technique. FFDN/SCANI promeut l'utilisation d'une coordination technique spontanée en parallèle d'un recensement des usages pour pouvoir entrer en contact avec les autres utilisateurs, sur une zone donnée. FFDN/SCANI considère néanmoins que des autorisations individuelles non exclusives ne devraient pas être utilisées en milieu rural dans la mesure où elles n'apportent aucun avantage par rapport à des autorisations générales.

AGURRE, Axione, EDF, FIRIP, Huawei, Hub One, le Groupe ANT du CEREMA, le ministère de l'Intérieur, NomoTech, SMTC-Tissé, la Société du Grand Paris et TCS considèrent que les autorisations pourraient être limitées à des zones géographiques précises.

Huawei indique qu'en tant que bande haute, la bande 2,6 GHz TDD ne pourra être utilisée que pour une couverture locale. Dès lors, sur une zone de couverture donnée, il n'existerait qu'un nombre restreint d'entités utilisatrices. Pour répondre à leurs demandes, la bande pourrait être divisée en blocs de 10 ou 20 MHz et les réseaux synchronisés. Une alternative à la synchronisation pourrait être le partage via des solutions techniques comme le *RAN Sharing*, le recours au modèle MVNO ou au prêt de cartes SIM. Ainsi, Huawei estime qu'une cohabitation entre entités passe en premier lieu par la définition de règles communes de gouvernance des réseaux et que des obligations de partage de réseaux imposées *ex ante* par l'Arcep pourraient ne pas être adaptées.

Hub One pense qu'en présence de plusieurs acteurs, sur la même zone géographique, une politique d'aménagement numérique du spectre devrait être mise en place afin de pouvoir répondre à toutes les demandes, sans affecter les débits offerts ; ceci pourrait être réalisé en définissant, à l'avance, les besoins de chaque demandeur. [SDA]

La Société du Grand Paris considère que dans certaines zones géographiques, caractérisées par la présence de plusieurs sociétés, des groupes d'acteurs pourraient être définis pour la gestion des fréquences. Dans tous les cas, les réseaux critiques devraient être prioritaires aux autres réseaux. Le partage de fréquences dans le métro pourrait être consenti uniquement avec des usages moins critiques, donc moins prioritaires. Les réseaux devraient toujours être coordonnés, de façon spontanée ou non, via un accord qui pourrait être contrôlé par l'Arcep ou l'ANFR.

Question n°32. Quelles modalités d'attribution de fréquences proposez-vous pour répondre aux besoins en services mobiles professionnels ?

Une majorité d'acteurs (AGURRE, Air France, EDF, EELM, FIRIP, GPRP, Huawei, la mairie de Marseille, SNCF Réseau, SNIR, TCS, TDF et [SDA]) souhaitent des autorisations individuelles délivrées au fil des demandes pour répondre aux besoins des services mobiles professionnels.

L'AGURRE ajoute que ces autorisations devraient être limitées à des acteurs justifiant de responsabilités professionnelles essentielles, tels que des propriétaires, gestionnaires ou

concessionnaires d'infrastructures et propose que les fréquences dédiées aux besoins PMR à très haut débit puissent, dans les zones géographiques non concernées par de tels besoins, être attribuées pour d'autres usages.

EDF considère qu'il serait très difficile, voire impossible, de prioriser les infrastructures critiques entre elles et préconise donc une attribution sur le principe du « premier demandeur, premier servi » avec une contrainte de mise à disposition à d'autres gestionnaires qui feraient une demande ultérieure.

À l'inverse, deux acteurs (Hub One et la société du grand Paris) proposent un appel à candidatures pour l'attribution de fréquences dédiées aux services mobiles professionnels.

Hub One propose que la procédure d'attribution compare les différents projets selon leur performance (débits et usages proposés), la bonne utilisation des fréquences (efficacité spectrale, nombres d'utilisateurs servis...) et la légitimité de la zone géographique demandée (afin de ne pas priver de ressource spectrale disponible un acteur industriel).

La société du grand Paris propose la mise en place de critères de notation des demandes avec attribution des points en fonction de la criticité des usages demandés.

La quantité de fréquences envisagée par la plupart des contributeurs serait de 20 MHz ou plus et pour au moins 10 ans.

Manche Numérique et NomoTech considèrent qu'une bande de fréquences de 20 MHz pourrait être attribuée. Un contributeur ([SDA]) souhaiterait aller jusqu'à 40 MHz par titulaire. TCS suggère d'adapter la largeur de bande en fonction de la demande et Huawei précise qu'il faudrait attribuer des largeurs de bandes de 10 ou 20 MHz, selon les besoins,

Deux contributeurs (AGURRE et Air France) considèrent qu'une durée d'autorisation d'au moins 10 ans permettrait de pérenniser les investissements nécessaires ; Hub One souhaiterait 20 ans.

Deux acteurs (Huawei et Orange) souhaitent des conditions techniques précises et une attention particulière aux sites des opérateurs mobiles opérant dans la bande 2,6 GHz pour garantir la coexistence FDD/TDD dans cette bande.

Huawei rappelle en outre qu'un ratio temporel de synchronisation entre la voix montante et la voix descendante devra être défini pour utiliser la bande en mode TDD. Avant attribution, Huawei et Orange souhaitent qu'une analyse des sites radio des opérateurs mobiles proches de l'emprise PMR soit faite pour garantir la coexistence FDD/TDD en bande 2,6 GHz.

Orange et Hub One considèrent que le prix des redevances devra être aligné avec celui des réseaux mobiles ouverts au public puisque ces fréquences pourraient être attribuées aux réseaux mobiles ouverts au public.

L'AGURRE estime que les redevances liées aux autorisations d'utilisation de fréquences constitueront un bon outil de gestion du spectre et de régulation. Hub One considère que les redevances devraient être calculées au prorata de la surface couverte par l'autorisation sur la base du résultat des enchères pour la bande 2,6 GHz FDD.

Liste des questions

Question n°1. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins en services mobiles à très haut débit ? Selon quel régime (autorisation générale, autorisation individuelle) ces fréquences devraient-elles être attribuées ? Y a-t-il un intérêt particulier pour des fréquences TDD ou SDL, qui permettent d'avoir une capacité descendante plus élevée ? L'augmentation du trafic présente-t-elle des différences dans les zones les plus denses et en dehors de ces zones ? Si oui, estimez-vous que cette dissymétrie justifierait l'attribution de davantage de fréquences dans les zones les plus denses ? Pour faire face à ce besoin croissant d'écoulement de trafic mobile, à quel horizon de temps estimez-vous que des fréquences additionnelles seraient nécessaires, et en quelle quantité (en distinguant fréquences basses et fréquences hautes) ? 4

Question n°2. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet ? Quelle quantité de fréquences hautes et de fréquences basses ? Selon quel régime (autorisation générale, autorisation individuelle) ces fréquences devraient-elles être attribuées ? Quelles technologies y seraient déployées ? 6

Question n°3. Dans quelle mesure vous semble-t-il nécessaire que des fréquences et des réseaux soient dédiés aux besoins d'accès fixe à Internet ? Dans ce cas, un modèle économique est-il possible sans soutien financier public ? Dans le cas de réseaux établis en ayant recours à un soutien public, quel modèle économique (nombre de clients, taux de souscription des clients éligibles, ...) envisagez-vous ? Comment assurer que l'ensemble des lieux où le besoin existe soient couverts ? 8

Question n°4. Les réseaux de boucle locale radio en cours d'exploitation qui ont été développés et financés dans le cadre de réseaux d'initiative publique (RIP) ont-ils vocation à perdurer ? Jusqu'à quelle date ? Est-il envisagé de les étendre ? De les moderniser ? Des collectivités envisagent-elles de subventionner des réseaux de boucle locale radio là où il n'y en a pas encore ? Dans la démarche globale d'aménagement numérique du territoire, mettant en œuvre plusieurs technologies (FttH, montée en débit filaire, réseaux hertziens, satellite), quelle est votre vision de la place des réseaux BLR ? 9

Question n°5. Certains contributeurs envisagent-ils de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet, sans subventions publiques, par l'usage de fréquences qu'ils détiennent déjà, ou de bandes libres ? Comment assurer que l'ensemble des lieux où le besoin existe soient couverts ? 10

Question n°6. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins PMR haut débit ? Quelle quantité de fréquences hautes et de fréquences basses serait nécessaire ? Selon quel régime (autorisation générale, autorisation individuelle, autorisations individuelles non exclusives) ces fréquences devraient-elles être attribuées ? Sur quelle empreinte géographique faudrait-il attribuer des fréquences (métropolitaine, outremer, régionale, locale, sur des sites spécifiques) ? Dans quelle mesure vous semble-t-il nécessaire que l'utilisateur PMR dispose de ses propres fréquences ? Pourquoi ? En particulier, en quoi les opérateurs mobiles ne peuvent-ils pas répondre, le cas échéant, au besoin ? 11

Question n°7. Estimez-vous utile de mettre à disposition de nouvelles bandes de fréquences en vue de répondre aux besoins de l'Internet des objets ? Pour quels types de services ? Parmi ces différents services, lesquels pourraient se développer en bandes « libres », lesquels nécessiteraient des autorisations individuelles, et pour lesquels un recours à des bandes partagées serait-il adapté ? Quels critères utiliser pour faire ce choix (coûts, importance des services, maturité de l'écosystème, évolutivité des technologies, autre) ? Pour les différentes applications envisagées, quelle quantité de fréquences basses et de fréquences hautes vous semble nécessaire et à quelle échéance ? Sur quel

type d’empreinte géographique (métropolitaine, outremer, régionale, locale, sur des sites spécifiques) ?	13
Question n°8. En complément des besoins identifiés dans les parties 1.1 à 1.4, identifiez-vous d’autres besoins spécifiques d’accès au spectre ? Si oui, lesquels et en quoi les besoins mentionnés diffèrent-ils ? Quelles quantités et quels types de fréquences (basses ou hautes) vous sembleraient nécessaires ? Sur quelle empreinte géographique ?	14
Question n°9. Quelle est votre vision du degré de maturité des différentes technologies mentionnées ci-dessus ? à partir de quelle date prévoyez-vous leur utilisation ? Identifiez-vous dès lors des impacts sur la démarche de l’Arcep relative aux attributions de fréquences ? Quels sont les différents usages qui vous semblent pouvoir être supportés par la technologie LTE et ses évolutions ?	16
Question n°10. S’agissant en particulier du mode SDL, avec quelles bandes de fréquences ces bandes de fréquences pourraient-elles être associées ? Quelle est votre vision de la maturité et du niveau de normalisation des différentes combinaisons de fréquences utilisant un mode SDL ? Quel est le niveau de développement de l’écosystème correspondant, du point de vue des terminaux comme du point de vue des réseaux ?.....	17
Question n°11. Quelles sont les bandes de fréquences pour lesquelles une utilisation des fréquences en mode TDD vous semble souhaitable ? Quelles technologies radio pourraient être mises en œuvre ? Quels sont les facteurs de choix du mode TDD ou FDD : la maturité de l’écosystème industriel correspondant, la souplesse apportée par le mode TDD pour répondre à l’asymétrie du trafic montant et descendant, d’autres critères ?	18
Question n°12. Êtes-vous favorable à l’utilisation de seules bandes de garde pour éviter les brouillages ? Des bandes de garde de 5 MHz ou de 10 MHz vous semblent-elles suffisantes ? Quelles éventuelles mesures additionnelles seraient nécessaires pour éviter tout risque de brouillage ? Si les réponses aux questions précédentes diffèrent selon les bandes de fréquences considérées, les contributeurs sont invités à détailler leurs réponses par bande.	20
Question n°13. Êtes-vous favorable à la mise en œuvre d’une synchronisation entre réseaux TDD ? La synchronisation seule permet-elle de s’affranchir de bandes de garde ? Quel ratio temporel vous semble pertinent entre l’utilisation des fréquences en sens montant et en sens descendant en fonction des usages ? Les paramètres de la synchronisation doivent-ils être imposés par le régulateur ou définis par une concertation entre les titulaires de fréquences ?	21
Question n°14. Êtes-vous favorable à l’utilisation de blocs restreints ? Quelle pourrait être leur utilisation ? Pensez-vous que l’utilisation de blocs restreints soit suffisante pour éviter les brouillages ? Quelles éventuelles mesures additionnelles préconisez-vous ?.....	22
Question n°15. Pour le cas particulier des technologies TD-LTE et Wimax, le rapport ECC 216 de la CEPT précise les paramètres techniques à définir pour synchroniser des réseaux TDD. Que préconisez-vous comme degré de précision de la référence de temps (section 2.2.1 du rapport ECC 216) ? Que préconisez-vous comme protocole pour partager une référence de temps commune entre les différents réseaux (sections 2.2.2 à 2.2.6 du rapport ECC 216) ? Quelle structure de trame souhaitez-vous utiliser (table 6 de l’annexe 1 du rapport ECC 216) ? Quels sont les paramètres techniques que vous préconisez ?	22
Question n°16. Dans le cas de bandes partiellement attribuées, mais sans synchronisation des réseaux existants (bande 3,5 GHz par exemple), quelles modalités préconisez-vous pour la synchronisation des réseaux existants et des réseaux qui seront déployés à l’avenir ? Quelles sont les familles de technologies compatibles entre elles, pour une utilisation des fréquences en mode TDD ? Que préconisez-vous pour le cas spécifique de la cohabitation de réseaux WiMax et de réseaux TD-LTE dans la bande 3,5 GHz ?.....	23

Question n°17. En complément des technologies LTE, d'autres technologies devraient-elles être prises en compte pour définir la stratégie d'attribution des fréquences de l'Arcep et notamment les conditions d'utilisation des fréquences permettant d'éviter les brouillages préjudiciables ? 24

Question n°18. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon de temps ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, outre-mer, etc.) ? Quelle est votre vision de la maturité de la bande 2,6 GHz TDD ? Pour quels types d'usages identifiez-vous l'utilisation de cette bande ? En mettant en œuvre quelle technologie radio ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles (exclusives ou non exclusives) ? 26

Question n°19. Quelle largeur de bandes de garde ou quelles autres dispositions vous semblent nécessaires pour assurer une absence de brouillage des réseaux mobiles existants de la bande 2,6 GHz FDD ? 27

Question n°20. Souhaitez-vous accéder à des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Pour répondre à quel type de besoins ? Quelle quantité de fréquences serait nécessaire et à quel horizon de temps ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, outre-mer, etc.) ? Quelle est la disponibilité des écosystèmes correspondants (équipements réseau et terminaux) ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ? Partagez-vous l'analyse de l'Arcep quant à l'utilisation préférentielle des fréquences de cette bande en mode TDD ? 28

Question n°21. Êtes-vous favorable à un réaménagement des fréquences 3,5 GHz, et si oui, que pensez-vous des principes exposés ci-dessus ? En cas de réaménagement au sein de la bande 3,5 GHz, quelles fréquences cibles préconisez-vous pour les autorisations actuelles ? Pourquoi ? 30

Question n°22. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 1,4 GHz ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon ? Identifiez-vous une autre utilisation possible des fréquences de la bande 1,4 GHz que le mode SDL ? Quelles pourraient être les bandes de fréquences FDD associées aux fréquences de la bande 1,4 GHz ? Quelle est votre vision de la normalisation des différents schémas d'association de la bande 1,4 GHz avec d'autres bandes ? Quelle est la maturité de l'écosystème industriel de la bande 1,4 GHz (équipements réseau et terminaux) ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ? Avez-vous des commentaires concernant le projet de l'Arcep de n'attribuer les fréquences de cette bande qu'une fois disponibles l'ensemble des 91 MHz ? 32

Question n°23. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 2,3 GHz ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, outre-mer, etc.) ? Quelle est votre vision de la maturité de la bande 2,3 GHz ? Pour quels usages identifiez-vous l'utilisation de cette bande ? En mettant en œuvre quelle technologie radio ? Envisagez-vous une utilisation des fréquences selon un autre mode que le mode TDD ? Quelles modalités proposez-vous pour qu'une éventuelle utilisation conjointe des fréquences de cette bande avec le ministère de la Défense puisse garantir à ce dernier l'absence de tout brouillage de ses systèmes ? 33

Question n°24. Souhaitez-vous utiliser des fréquences de la bande 738 - 753 MHz ? Quelle quantité de fréquences ? À quel horizon ? Sur quelle empreinte géographique (métropolitaine, régionale, locale, etc.) ? Pour répondre à quel type de besoins ? Souhaitez-vous que ces fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ? Quelle est votre vision de la maturité de la bande 738 - 753 MHz ? Quelles technologies radio pourraient être mises en œuvre ? Avec quelle bande de fréquences FDD souhaiteriez-vous associer des fréquences de la partie SDL de la bande 700 MHz ? Quelle est votre vision de la disponibilité de terminaux et d'équipements réseaux utilisant cette bande de

fréquences ? Avez-vous des commentaires concernant le projet de l'Arcep de ne pas procéder à l'attribution de la bande 738 - 753 MHz dès à présent ?	35
Question n°25. Vous semble-t-il utile d'envisager des réaménagements des autorisations actuelles dans la bande 400 MHz en vue de permettre l'introduction du très haut débit dans cette bande ? Quels réaménagements proposez-vous ? À quels besoins de nouvelles autorisations à large bande pourraient-elles répondre ? Sur quelle empreinte géographique ? Quelles technologies radio pourraient être utilisées ? En fonction des services et applications visés, quelles largeurs de canalisations vous semblent souhaitables ? Quelle est votre vision de la maturité de l'écosystème industriel correspondant ? Souhaitez-vous que les fréquences soient rendues disponibles sous un régime d'autorisation générale ou à travers des autorisations individuelles ?	36
Question n°26. Quelle est votre vision de l'avenir de la bande 26 GHz, en particulier dans le contexte du déploiement des premiers réseaux 5G ? Une cohabitation entre les différents usages précités vous semble-t-elle possible ? Si oui, sous quelles conditions ?	38
Question n°27. Avez-vous des commentaires concernant les projets de l'Arcep sur les bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz ?	40
Question n°28. L'idée de partition géographique des attributions de fréquences appelle-t-elle des commentaires de votre part ? Avez-vous des remarques sur l'analyse de l'Arcep relative aux besoins pour lesquels une partition géographique pourrait être mise en œuvre ? Sur quelles bandes de fréquences estimez-vous un tel partage pertinent ? Quels autres schémas de partition géographique vous sembleraient pertinents ? Avez-vous d'autres besoins localisés dans certaines parties du territoire seulement ? Merci d'indiquer la zone concernée de la manière la plus précise possible. Dans l'hypothèse d'attribution de fréquences sur des zones géographiques ciblées, quelle partition du territoire proposez-vous ? Quelle méthode faut-il retenir pour définir les zones tampons ? Quelle largeur doivent-elles avoir et quel niveau de champ maximal faut-il imposer au-delà de cette zone tampon ? Quelles règles de cohabitation entre différents usages utilisant les mêmes bandes de fréquences proposez-vous ?	41
Question n°29. Avez-vous des commentaires sur la caractérisation des besoins en accès fixe à Internet à très haut débit et sur les conclusions qu'en tire l'Arcep ? Les modalités proposées pour l'attribution de fréquences visant à fournir des services d'accès fixe à Internet à très haut débit appellent-elles des commentaires de votre part ? Quelles modalités d'attribution préconisez-vous en vue de répondre à l'ensemble des besoins d'aménagement numérique du territoire ?	42
Question n°30. L'objectif d'assurer que les besoins professionnels critiques puissent se développer dans une bande de fréquence particulière appelle-t-il des commentaires de votre part ? Vous semble-t-il opportun et nécessaire de réserver une bande à l'établissement de réseaux indépendants ? Vous semble-t-il opportun et nécessaire de prévoir de fortes obligations de déploiement et de qualité de service ? Lesquelles ? Quels autres moyens préconisez-vous ?	43
Question n°31. Comment répondre aux besoins de plusieurs organismes opérant le cas échéant sur une même zone ? Vous semble-t-il opportun de prévoir un usage libre des fréquences à l'intérieur des bâtiments ? Quelle limite de champ fixer, dans ce cas, pour l'extérieur ? Vous semble-t-il opportun de prévoir des autorisations individuelles exclusives assorties de l'obligation de répondre aux demandes raisonnables de partage de réseau ? Ou de prévoir des autorisations individuelles non exclusives ? Dans ce dernier cas, la coordination technique spontanée entre les demandeurs pourrait-elle suffire ou faudrait-il prévoir des dispositions dans les autorisations permettant de garantir cette coordination ? Lesquelles ?	45
Question n°32. Quelles modalités d'attribution de fréquences proposez-vous pour répondre aux besoins en services mobiles professionnels ?	46

Sommaire

<i>Introduction.....</i>	<i>2</i>
<i>Partie 1. Des besoins en fréquences pour différents usages</i>	<i>4</i>
<i>Partie 2. Le LTE : une technologie omniprésente</i>	<i>16</i>
<i>Partie 3. Les bandes de fréquences.....</i>	<i>26</i>
<i>Partie 4. Les modalités d’attribution des fréquences.....</i>	<i>40</i>
<i>Liste des questions</i>	<i>48</i>
<i>Sommaire</i>	<i>52</i>