

CONSULTATION PUBLIQUE

Du 6 janvier 2017 au 6 mars 2017

**De nouvelles fréquences pour les territoires, les
entreprises, la 5G et l'innovation**

6 janvier 2017

Avant-propos

L'Arcep est l'architecte et le gardien des réseaux d'échanges. Elle crée les conditions d'une organisation plurielle et décentralisée des réseaux et elle s'assure du respect des principes essentiels pour garantir la capacité d'échange des utilisateurs.

Son action s'appuie sur quatre piliers identifiés lors de sa revue stratégique¹, dont les conclusions ont été publiées début 2016.

Un des piliers est son engagement pour les territoires connectés. La régulation doit permettre aux collectivités territoriales d'atteindre leurs objectifs en matière d'aménagement numérique.

Un autre pilier est le prisme pro-innovation. L'Arcep vise à garantir un accès au spectre à un large écosystème, en vue de libérer l'innovation et afin que les nouveaux usages et les nouvelles technologies soient imaginés, conçus, expérimentés et déployés en France.

La gestion des fréquences hertziennes, ressources particulièrement stratégiques, est un des leviers forts et efficaces sur lesquels l'Arcep peut s'appuyer dans son action de régulateur pour réaliser ses objectifs.

Les réseaux hertziens sont confrontés à deux évolutions majeures : d'une part, l'avènement de l'Internet des objets, dont l'accompagnement et la stimulation font partie des chantiers que l'Arcep conduit depuis sa revue stratégique ; d'autre part, la généralisation de la technologie LTE qui permet de répondre aux attentes, toujours plus importantes, des utilisateurs grand public et professionnels désireux d'accéder à des services mobiles à très haut débit performants et fiables.

La présente consultation publique vise à aider l'Arcep à déterminer la façon de gérer efficacement les ressources spectrales disponibles, notamment dans les bandes de fréquences 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz, afin d'avancer sur ces deux fronts. La multiplicité des usages possibles de ces fréquences fait de leur partage une question particulièrement importante pour ces chantiers.

Ainsi, grâce à la présente consultation publique, l'Arcep compte déterminer des modalités d'accès au spectre qui soient adaptées à la multitude des enjeux et des besoins en faveur des territoires, des entreprises et de l'innovation.

¹ Rapport final de la revue stratégique de l'Arcep : http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-final-revue-strategique-janv2016.pdf

Modalités pratiques de la consultation publique

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

La présente consultation publique est ouverte jusqu'au 6 mars 2017 à 18h00. Seules les contributions arrivées avant l'échéance seront prises en compte.

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

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

Réponse à la consultation publique « De nouvelles fréquences pour les territoires, les entreprises, la 5G et l'innovation »
à l'attention de
Monsieur Benoit LOUTREL, Directeur général
Autorité de régulation des communications électroniques et des postes
7, square Max Hymans
75730 Paris Cedex 15

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

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

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

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

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

Introduction

L'Arcep observe aujourd'hui diverses demandes d'accès au spectre radioélectrique émanant notamment d'opérateurs mobiles, de territoires souhaitant développer l'accès fixe à Internet par voie hertzienne, d'entreprises ayant des besoins de services mobiles professionnels et d'acteurs de l'écosystème de l'Internet des objets (IoT).

La rareté intrinsèque de la ressource spectrale nécessite de déterminer les usages les plus pertinents et les plus efficaces qui puissent être faits des différentes bandes de fréquences, pour satisfaire au mieux les besoins de chacun et pour favoriser l'innovation et le développement industriel des différentes bandes.

En décembre 2014, l'Arcep a mis en consultation publique une revue stratégique du spectre pour le très haut débit mobile (ci-après « la consultation publique de décembre 2014 »). Ce document s'est focalisé sur la réponse à apporter aux besoins de développement des services mobiles à très haut débit ouverts au public en métropole. Il a permis de préparer l'attribution de 30 MHz duplex de la bande 700 MHz, ce qui permettra d'améliorer la qualité des services 4G et, potentiellement, de déployer des services 5G.

Dans la présente consultation publique, l'Arcep souhaite donner l'occasion à un panel d'acteurs plus large de faire part de leurs besoins en fréquences en métropole et outre-mer. En particulier, la technologie LTE devient de plus en plus centrale pour répondre à différents besoins, au-delà du développement des services mobiles à très haut débit. L'attribution des prochaines bandes de fréquences sur lesquelles le LTE se normalise doit donc être conçue en pesant avec soin l'ensemble des besoins auxquels elles peuvent répondre et être effectuée selon des modalités adaptées, dans lesquelles le partage de fréquences pourrait prendre de plus en plus de place.

Certains besoins nécessitent des fréquences à court terme. Il s'agit des besoins exprimés par les territoires pour l'accès fixe à internet à très haut débit et par les entreprises pour des services mobiles professionnels à très haut débit. En revanche, d'autres besoins correspondent à des technologies (par exemple la 5G) toujours en cours de développement et nécessitent par conséquent des fréquences à plus long terme. L'Arcep prendra ainsi en compte ces différents éléments pour établir un calendrier d'attribution adapté.

L'objectif est ainsi de recueillir la vision des acteurs et leurs besoins en fréquences radioélectriques, ce qui permettra à l'Arcep de définir les modalités et conditions des futures attributions de fréquences. Il s'agit en particulier :

- d'identifier les usages pour lesquels des quantités de fréquences supplémentaires seraient utiles ;
- de déterminer les caractéristiques principales des besoins en fréquences exprimés pour ces usages (quantité, zone géographique, fréquences hautes ou basses, etc.) ;
- d'identifier, pour chaque bande où des fréquences sont disponibles, l'intérêt des acteurs pour la bande et les usages qui pourront s'y développer ;
- de déterminer, pour une bande de fréquences donnée et un usage donné, les modalités d'attribution de fréquences les plus pertinentes (régime d'autorisation générale² ou d'autorisations individuelles, canalisations, empreinte géographique des autorisations, etc.) ;

² Dans tout le document, par opposition à autorisation individuelle, on entend par « régime d'autorisation générale » le fait qu'un acteur n'ait pas besoin d'être titulaire d'une autorisation d'utilisation de fréquences individuelle pour utiliser les

- de préparer les prochaines attributions de fréquences des bandes qui ont vocation à faire l'objet d'autorisations individuelles.

La présente consultation publique est structurée en quatre parties.

Une première partie vise à établir et caractériser les besoins en fréquences pour les différents types d'usage. Les contributeurs sont invités à préciser, pour chaque besoin qu'ils identifieraient, la quantité totale de fréquences dont ils estiment avoir besoin et l'horizon temporel de ce besoin, le type de technologie radio qu'ils souhaitent mettre en œuvre, le type de fréquences (basses ou hautes) qui semble pertinent pour leur utilisation, l'empreinte géographique correspondante (métropolitaine, régionale, départementale, locale, outre-mer) et enfin leur vision de l'évolution des services proposés aux clients.

Une deuxième partie est consacrée à la technologie LTE qui est envisagée pour répondre à plusieurs besoins identifiés en Partie 1 et dont les évolutions peuvent avoir un impact sur la stratégie d'attribution de fréquences de l'Arcep. Plus précisément, cette partie identifie des évolutions techniques permettant d'accroître la capacité des réseaux et de répondre à l'asymétrie des trafics montant et descendant et elle aborde les spécificités de la technologie TD-LTE.

Une troisième partie liste les bandes de fréquences où du spectre est potentiellement mobilisable. Les contributeurs sont invités à préciser, premièrement, s'ils envisagent l'utilisation des fréquences de ces bandes pour les usages identifiés en première partie et, deuxièmement, pour chacune de ces bandes, la quantité de fréquences nécessaire, l'horizon temporel de ce besoin, les technologies radio envisagées, la maturité de l'écosystème industriel correspondant et le mode de multiplexage des fréquences (FDD³, TDD⁴ ou SDL⁵). En complément, les contributeurs sont invités à préciser si les modalités d'attribution de fréquences les plus adaptées leur semblent être un régime d'autorisation générale ou d'autorisations individuelles et pour quelles raisons.

Enfin, **une quatrième partie a pour but de présenter plus précisément des modalités d'attribution de fréquences qui pourraient notamment être mises en œuvre dans les bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz dès 2017.**

fréquences considérées. Les bandes de fréquences concernées par un régime d'autorisation générale sont appelées communément bandes « libres ». Les utilisateurs de ces fréquences doivent néanmoins respecter des conditions techniques d'utilisation, définies généralement dans une décision de l'Arcep.

³ Multiplexage fréquentiel, *frequency division duplexing*

⁴ Multiplexage temporel, *time division duplexing*

⁵ Complément de capacité en voie descendante, *supplemental downlink*

Partie 1.

Des besoins en fréquences pour différents usages

Cette première partie vise à identifier les usages pour lesquels de nouvelles fréquences radioélectriques sont nécessaires.

Elle doit permettre de quantifier le besoin actuel et à venir d'accès au spectre radioélectrique, de caractériser les fréquences (hautes ou basses) à même de répondre à ce besoin, de cibler les zones géographiques (métropole, outremer, région, département, localité, zones rurales, zones urbaines, etc.) dans lesquelles ces usages vont se développer et enfin de déterminer si un régime d'autorisation générale en bandes « libres » est adapté ou si l'attribution d'autorisations individuelles est nécessaire.

Les sous-parties 1.1 à 1.4 examinent respectivement quatre types de besoins : les services mobiles ouverts au public, l'accès fixe à Internet, les services mobiles professionnels et l'Internet des objets.

Les contributeurs identifiant d'autres usages ayant des besoins spécifiques d'accès au spectre sont invités à le mentionner dans la sous-partie 1.5.

1.1 Les services mobiles ouverts au public

La croissance soutenue des usages mobiles, associée aux évolutions des technologies de communication radio, pose la question du besoin des opérateurs mobiles en fréquences supplémentaires et de manière plus générale, celle de l'adéquation entre leurs portefeuilles de fréquences et les besoins en très haut débit mobile.

La sous-partie 1.1.1 fait un point sur l'évolution des services mobiles et la partie 1.1.2 rappelle les quantités de fréquences attribuées aujourd'hui aux opérateurs mobiles et leurs caractéristiques principales.

1.1.1 Le développement des usages mobiles

a) La croissance exponentielle du trafic mobile

Depuis les premiers déploiements des réseaux mobiles de deuxième génération (2G) jusqu'à aujourd'hui, on constate une croissance très forte du trafic mobile écoulé par les réseaux mobiles.

Les évolutions technologiques ont permis aux débits proposés aux clients des opérateurs mobiles de progresser de quelques centaines de kilobits par seconde en 2G au début des années 2000 jusqu'à quelques centaines de mégabits par seconde aujourd'hui en 4G.

La progression de la capacité des réseaux mobiles ouverts au public et des débits proposés a permis le développement de nombreux services mobiles et a favorisé l'innovation dans le domaine des terminaux, ce qui a favorisé la pénétration du haut et très haut débit mobile et des différentes technologies associées.

Lors de la consultation publique de décembre 2014, l'Arcep avait mentionné cette croissance forte des volumes de données échangés sur les réseaux mobiles. Il avait été souligné en particulier que de nombreuses analyses, comme l'observatoire de l'Arcep, les études menées par Ericsson ou les rapports de l'UIT-R, prévoyaient une augmentation exponentielle du trafic mobile dans les années à venir.

Bien qu'il reste difficile de chiffrer précisément les valeurs de trafic mobile à attendre à long terme, l'Arcep constate que l'augmentation du volume de données échangées par les clients, via leur téléphone mobile ou via des clés Internet, reste soutenue et qu'elle devrait continuer à l'être à court et moyen terme. Le « *Mobility report* »⁶ d'Ericsson et le « *Visual networking index* »⁷ de Cisco font état des mêmes observations à l'échelle mondiale et prévoient que ces tendances vont se poursuivre dans les prochaines années.

Ainsi, l'observatoire des marchés des communications électroniques de l'Arcep⁸ montre que le volume de données consommées par les clients a quasiment doublé entre le 3^e trimestre 2015 et le 3^e trimestre 2016.

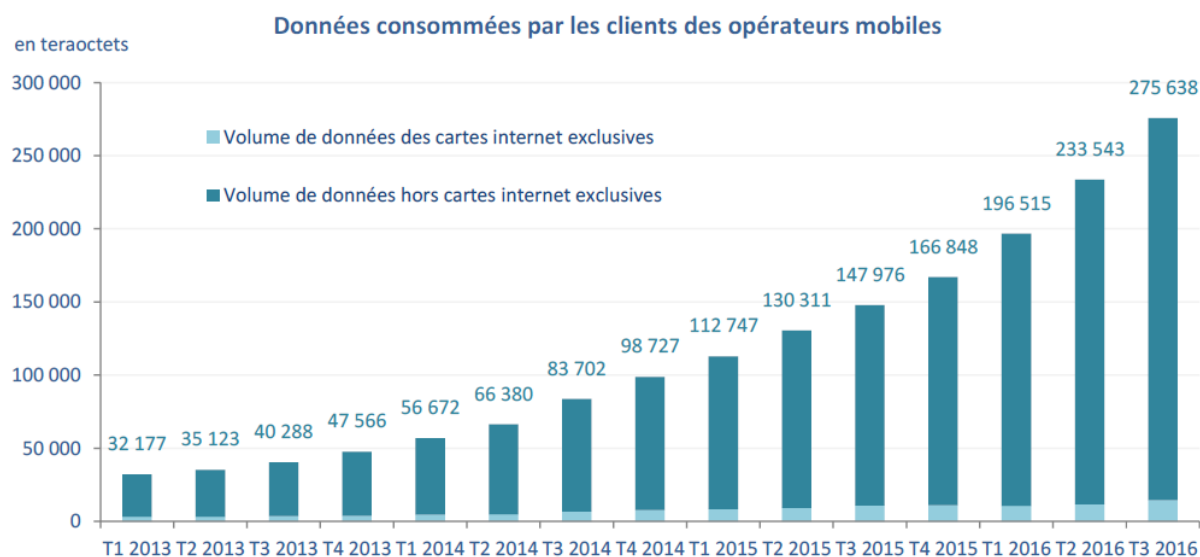


Figure 1 : Volume de données mobiles consommés en France - source : observatoire de l'Arcep

L'Arcep a également pu constater, dans le cadre de son observatoire des marchés des communications électroniques, la forte adoption des nouvelles technologies radio par les clients : le nombre de cartes SIM 3G continue à progresser (52 millions de SIM au 3^e trimestre 2016) et le taux de clients ayant utilisé, au moins une fois, le réseau 4G atteint 40% (soit 29,3 millions de cartes SIM) au 3^e trimestre 2016 contre 26% un an auparavant.

b) L'asymétrie des trafics montants et descendants

Comme souligné dans la consultation publique de décembre 2014, la croissance des volumes de données utilisés par les réseaux mobiles s'est accompagnée d'une différence de plus en plus marquée entre les volumes de trafic descendant et montant.

L'asymétrie de trafic est causée par plusieurs facteurs, comme indiqué dans le rapport M. 2370-0 de l'UIT-R⁹ : le type de trafic généré par chaque application, le type d'applications présentes dans les différents produits, le nombre de terminaux 2G, 3G et 4G du parc de clients d'un opérateur mobile, etc.

⁶ <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2016/ericsson-mobility-report-november-2016.pdf>

⁷ <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.pdf>

⁸ http://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/observatoire/3-2016/obs-marches-services-T3_2016.pdf

⁹ http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2370-2015-PDF-E.pdf

Actuellement, le trafic en voie descendante représente entre 80 et 90% du trafic mobile et le trafic en voie montante les 10 à 20% restants. Les applications peuvent être réparties en trois catégories, selon le degré d'asymétrie du trafic généré :

- les applications bidirectionnelles : communications de type point-à-point, partage de documents, courrier électronique, voix-sur-IP, vidéo conférence. Ces applications génèrent environ la même quantité de trafic en voie descendante et montante ;
- les applications « demande-réponse » : réseaux sociaux, navigation sur Internet. Pour ces applications, le trafic en voie descendante est généralement supérieur à celui en voie montante ; pour les réseaux sociaux, la différence est moins marquée ;
- les applications « téléchargement prédominant » : mise à jour et téléchargement de logiciels, consultation de vidéos en ligne, TV par Internet. Le trafic généré par ces types d'applications est principalement descendant.

La représentation graphique ci-dessous illustre le rapport entre la quantité de données transmises via le canal montant et le trafic total (montant et descendant) pour les différentes applications. Pour chaque utilisation une fourchette représentant l'évolution du ratio est affichée.

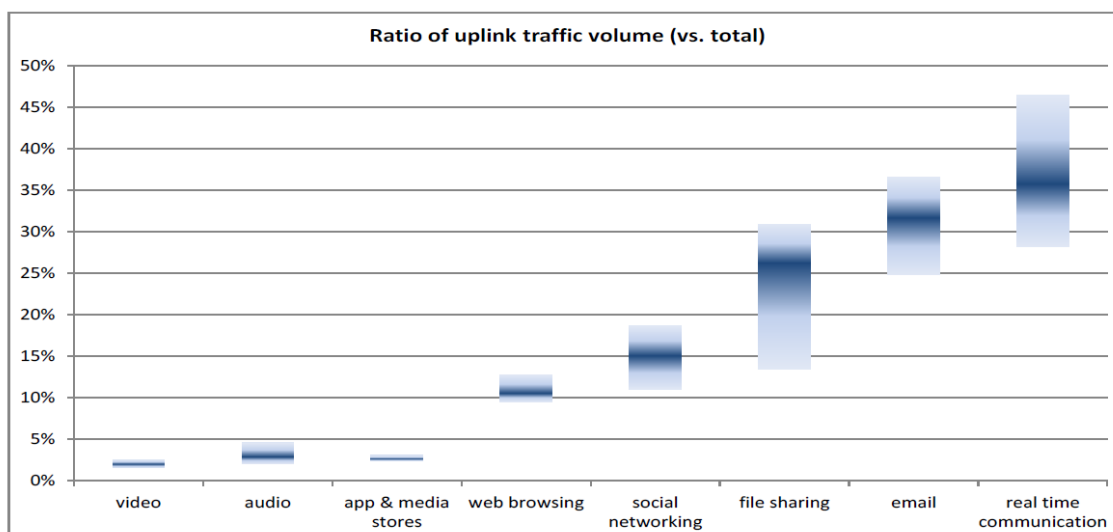


Figure 2 : Part de la voie montante dans le trafic mobile - source : Rapport UIT-R M.2370-0, 2015

Cette asymétrie s'observe à l'échelle mondiale et est commune à tous les opérateurs de téléphonie mobile. Plusieurs opérateurs ont ainsi pu constater une augmentation rapide du rapport entre le trafic descendant et le trafic montant : il est passé de 2 à 10 en Suède entre 2012 et 2014 par exemple¹⁰.

1.1.2 L'état des fréquences utilisées pour les services mobiles ouverts au public

En France métropolitaine, plus de 600 MHz ont été attribués pour le développement de services mobiles ouverts au public. Les quantités de fréquences attribuées à chacun des quatre opérateurs Bouygues Telecom, Free Mobile, Orange et SFR varient de 110 MHz à 184,2 MHz, comme précisé dans le tableau ci-après.

¹⁰ http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2370-2015-PDF-E.pdf, page 26

Bande de fréquences	700 MHz	800 MHz	900 MHz	Total bandes basses	1800 MHz	2,1 GHz	2,6 GHz	Total bandes hautes	Total
Orange	20	20	20	60	40	44,2	40	124,2	184,2
SFR	10	20	20	50	40	44,6	30	114,6	164,6
Bouygues Telecom	10	20	19,6	49,6	40	34,6	30	104,6	154,2
Free Mobile	20	0	10	30	30	10	40	80	110
Total	60	60	69,6	189,6	150	133,4	140	423,4	613

Figure 3 : Quantité de fréquences (en MHz) attribuées aux principaux opérateurs mobiles métropolitains au 25 mai 2016

Ces fréquences ont été attribuées aux opérateurs mobiles métropolitains progressivement depuis les années 1990 pour accompagner le développement des services mobiles.

Les dernières attributions de fréquences en métropole ont eu lieu fin 2015 avec 60 MHz (30 MHz duplex) de la bande 700 MHz. Ces fréquences supplémentaires permettront d'accompagner la croissance des usages et les besoins capacitaires des opérateurs de réseaux mobiles.

Outre-mer, ces mêmes fréquences sont désormais attribuées aux opérateurs. Seule la bande 700 MHz n'y est pas encore attribuée.

L'Arcep s'interroge sur la nécessité à court terme d'attribuer des fréquences supplémentaires pour les services mobiles ouverts au public.

Les contributeurs concernés sont donc spécifiquement invités à caractériser les besoins éventuels en fréquences supplémentaires pour les réseaux mobiles.

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) ?

1.2 L'accès fixe à Internet

En complément des solutions filaires d'accès à Internet classiques telles que le FttH (fibre jusqu'à l'abonné) ou l'ADSL, il est possible de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet en utilisant des technologies radio, les technologies WiMax ou LTE par exemple, pour opérer le raccordement entre l'utilisateur et le réseau de son opérateur. Ces solutions donnent la possibilité à une échelle locale de proposer des services d'accès fixe à Internet à haut ou très haut débit.

1.2.1 Des attributions de fréquences en 2000 et 2006 avec un bilan mitigé

Pour permettre le développement de services d'accès fixe à Internet par voie hertzienne via des réseaux terrestres dédiés appelés réseaux de boucle locale radio (BLR), l'Arcep a mené des procédures d'attribution d'autorisations métropolitaines et régionales (y compris outre-mer) à deux reprises :

- en 2000 dans les bandes 3,5 GHz et 26 GHz ;

- en 2006 dans la bande 3,5 GHz, après avoir constaté un intérêt des acteurs du marché pour la technologie Wimax.

In fine, les fréquences ont été beaucoup moins utilisées qu'envisagé initialement, en raison notamment du développement rapide des technologies de communications sur le réseau de cuivre, du manque d'écosystème industriel pour la technologie Wimax et de l'engouement limité du public pour les services d'accès fixe à Internet par voie hertzienne. Certains attributaires de fréquences n'ont pas respecté leurs obligations de déploiement et une partie des fréquences attribuées par l'Arcep lui ont été restituées.

Des réseaux utilisant la technologie Wimax ont cependant été déployés au cours de la seconde moitié des années 2000 dans plusieurs régions et départements métropolitains avec le soutien financier des collectivités territoriales dans le cadre de leurs stratégies d'aménagement numérique. Ces réseaux utilisent entre 30 MHz et 60 MHz dans la bande 3,5 GHz selon les territoires pour offrir à quelques centaines voire quelques milliers de clients par département un accès fixe à Internet avec des débits de l'ordre de 2 à 10 mégabits par seconde. L'absence d'évolution de l'écosystème Wimax semble ne plus permettre aujourd'hui d'envisager cette technologie comme une source potentielle d'augmentation des débits proposés aux utilisateurs.

Alors qu'ils avaient pu être envisagés dans un premier temps comme une solution concurrente et pérenne des réseaux filaires et en particulier de l'ADSL, l'Arcep constate que les réseaux BLR ont désormais principalement vocation à répondre aux enjeux d'aménagement numérique du territoire. Ces réseaux BLR se sont en effet développés avec un important soutien financier des collectivités, permettant ainsi que soient proposés des accès fixe à Internet à haut débit par voie hertzienne aux foyers et aux entreprises situés en dehors des zones de bonne qualité de l'ADSL.

À la connaissance de l'Arcep, les réseaux BLR existant à ce jour utilisent soit les fréquences de la bande 3,5 GHz, soit des fréquences libres dans les bandes 2,4 GHz ou 5,4 GHz.

1.2.2 La modernisation des réseaux BLR pour l'aménagement numérique du territoire

En attendant l'amélioration des débits offerts par les solutions filaires dans les zones rurales, certains opérateurs de réseaux d'initiative publique ont indiqué à l'Arcep leur souhait de moderniser les réseaux BLR présents sur leur territoire. Ils souhaiteraient en particulier pouvoir utiliser, pour la liaison radio entre les stations de base et les clients, des technologies alternatives, notamment le LTE, dans le but de proposer aux utilisateurs finals des débits de l'ordre de plusieurs dizaines de mégabits par seconde.

Dans ce contexte, l'Arcep a autorisé de nombreuses expérimentations dans les bandes 3,5 GHz et 2570 - 2620 MHz, notamment dans le cadre de l'appel à expérimentation que l'Arcep a lancé en mars 2016. L'objectif est de s'assurer que les technologies identifiées pour la modernisation des réseaux BLR existants, notamment le LTE, seront à la hauteur des attentes des usagers et pourront trouver un modèle de développement.

1.2.3 La fourniture d'accès fixe à Internet par le biais d'autres réseaux

En parallèle des réseaux dédiés mentionnés ci-dessus, il est également possible de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet en utilisant d'autres réseaux, et notamment ceux des opérateurs mobiles, puisqu'il s'agit de réseaux de connectivité à haut débit aux caractéristiques très proches.

En 2014, plusieurs opérateurs mobiles ont participé à l'expérimentation « Villages Numériques » pour évaluer l'opportunité de proposer, via les réseaux mobiles à très haut débit existants, des services d'accès fixe à Internet pour des besoins résidentiels.

Des offres commerciales pourraient par ailleurs être prochainement disponibles, la société Orange ayant par exemple annoncé le 8 juin 2016¹¹ qu'elle lancerait début 2017 des offres basées sur son réseau mobile 4G afin de permettre à des foyers dont le débit ADSL ne permet pas une connexion satisfaisante de bénéficier d'un accès fixe à Internet de meilleure qualité (Orange annonce plus de 10 Mbit/s).

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 ?

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 ?

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 ?

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 ?

1.3 Les services mobiles professionnels (PMR)

De nombreuses organisations et sociétés utilisent des services mobiles professionnels (généralement des services à bas débit comme la voix ou la radiomessagerie) adaptés à leurs métiers et ont souvent, pour ce faire, déployé leurs propres réseaux mobiles (les réseaux mobiles professionnels, « PMR »). À ce jour, plus de 25 000 réseaux mobiles professionnels ont fait l'objet d'autorisations individuelles de la part de l'Arcep (auxquels s'ajoutent les solutions utilisant des fréquences de bandes libres), pour l'établissement de réseaux d'empreintes géographiques très diverses.

S'agissant des ressources en fréquences utilisées, en sus de l'utilisation, parfois, des réseaux mobiles ouverts au public, qui peuvent répondre à certains besoins mobiles professionnels, 70 MHz sont aujourd'hui utilisés pour déployer des réseaux dédiés PMR. Ceux-ci utilisent des fréquences des bandes 40 MHz, 70 MHz, 150 MHz et 400 MHz¹², les bandes 150 MHz et 400 MHz étant les plus utilisées et fournissant une large part des ressources spectrales utilisées pour les réseaux PMR. Les autorisations attribuées aux exploitants de réseaux PMR portent le plus souvent sur quelques dizaines de kilohertz et sont généralement locales. Pour certains utilisateurs, elles peuvent toutefois atteindre quelques centaines de kilohertz et être d'envergure régionale, voire nationale.

¹¹ <http://www.orange.com/fr/Presse-et-medias/communiqués-2016/Orange-accelere-l-amenagement-numerique-des-zones-rurales-avec-son-programme-Orange-Territoires-Connectés>

¹² Une description détaillée de la bande 400 MHz pour la PMR est faite en partie 3.6

Le besoin de recourir à des fréquences et des réseaux spécifiques s'explique la plupart du temps par au moins l'une des raisons suivantes :

- les autres réseaux peuvent ne pas fournir certaines fonctionnalités (*push-to-talk*, appel de groupe...) ;
- certains organismes ont des besoins de couverture spécifique, en particulier dans des lieux non accessibles au public ou isolés ;
- certains organismes souhaitent avoir une maîtrise complète du réseau, pour des raisons opérationnelles ou de sécurité, afin de garantir de hauts niveaux de qualité de service et de résilience.

L'Arcep constate aujourd'hui que les besoins de certaines organisations évoluent vers le haut débit. En conséquence, la quantité de fréquences disponibles pour fournir des services mobiles professionnels pourrait devenir insuffisante. Ces deux points sont abordés successivement dans les deux sous-parties suivantes.

1.3.1 L'évolution des besoins vers des services à haut débit

Certains équipements TETRA utilisés par les réseaux PMR arrivent en fin de vie. Les exploitants de ces réseaux envisagent donc leur modernisation avec de nouvelles technologies.

Les dernières évolutions du LTE associées à des canalisations larges (de l'ordre de quelques mégahertz au lieu des canalisations de quelques dizaines de kilohertz utilisées à ce jour) semblent répondre à une grande partie des besoins des utilisateurs professionnels en services à haut débit : connexion de données, visiophonie, *push-to-video*, etc.

Au cours de l'année 2015, l'Arcep a ainsi autorisé plusieurs expérimentations visant à tester et à évaluer la possibilité d'utiliser la technologie LTE pour fournir des services mobiles professionnels dans différentes bandes de fréquences :

- la société ALSTOM a mené une expérimentation dans la bande 1400 MHz ;
- les sociétés AIRBUS Defence & Space et Alcatel-Lucent (devenue Nokia) ont mené des expérimentations dans la bande 400 MHz ;
- les sociétés SNCF, Total, Hub One et Images et Réseaux ont mené des expérimentations dans la bande 700 MHz ;
- plusieurs sociétés ont également déposé en 2016 auprès de l'Arcep des demandes d'expérimentations en bande 2570 - 2620 MHz.

1.3.2 Les solutions en fréquences pour les besoins PMR

La réponse à l'évolution des besoins PMR vers des services à haut débit peut s'envisager selon trois approches :

- une réorganisation de la bande 400 MHz (évoquée en partie 3.6) ;
- l'identification de nouvelles bandes de fréquences ;
- le recours à d'autres types de réseaux pour fournir les services, par exemple les réseaux mobiles ouverts au public.

Les deux premières approches permettraient aux exploitants de réseaux PMR de rester titulaires des fréquences et d'avoir la maîtrise totale de leurs réseaux : il s'agit en effet d'un besoin régulièrement évoqué par les utilisateurs de services PMR, comme évoqué ci-dessus.

Enfin, certains services mobiles professionnels à haut débit pourraient être fournis par les réseaux mobiles ouverts au public sans nécessité de ressources en fréquences supplémentaires. Il serait alors

nécessaire de confirmer que les opérateurs de ces réseaux proposent bien des services dans des conditions adaptées aux usages professionnels.

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 ?

1.4 L'Internet des objets (IoT)

1.4.1 Différentes modalités d'utilisation des fréquences sont possibles

L'Internet des objets (IoT pour *Internet of Things*) est un concept général regroupant des solutions et des services basés sur des réseaux permettant de connecter des objets entre eux (réseaux M2M pour *machine to machine*). L'IoT concerne de nombreux secteurs d'activité : la logistique, le transport, la santé, l'énergie, la vente au détail, la sécurité publique, etc. Il représente un écosystème émergent en plein développement.

Les cas d'usage de l'IoT répondent à des exigences opérationnelles très variées, par exemple :

- services de proximité (domotique, télérelève) ;
- services ou applications nécessitant une couverture étendue (ville intelligente, réseaux d'énergie intelligents, voiture connectée, traçabilité d'objets) ;
- services ou applications mettant en œuvre des dispositifs nécessitant une faible consommation énergétique ;
- applications critiques liées à un outil industriel ou à la sécurité publique.

Les différents services fournis par les solutions de type IoT visent des clients résidentiels, des clients entreprises ou des acteurs publics, dont les exigences en matière de résilience et de qualité de service peuvent fortement différer.

Pour toutes les applications ne nécessitant qu'une connectivité locale, c'est-à-dire à l'échelle d'un logement ou d'un bâtiment, et une qualité de service non critique, un panel de solutions technologiques s'est développé dans des bandes de fréquences sous autorisation générale, également appelées bandes « libres », par exemple : le Bluetooth, le Zigbee, le Z-wave ou encore le Wi-Fi.

Par ailleurs, certains acteurs proposent des services et des applications pour lesquels une couverture étendue est nécessaire. De plus, des applications nécessitent un niveau de qualité et de résilience important. Plusieurs alternatives technologiques sont envisageables : des solutions techniques utilisant des fréquences de bandes sous autorisation générale, ou des solutions s'appuyant sur des fréquences soumises à autorisation individuelle.

Les sous-parties suivantes examinent les différentes possibilités de développement des services IoT dans les bandes de fréquences mobilisables pour ce besoin.

À cet égard, l'Arcep a publié le 7 novembre 2016 son livre blanc pour préparer la révolution de l'Internet des objets afin de favoriser l'innovation et l'auto-organisation de cet écosystème. Le livre blanc est composé de deux documents :

1. une cartographie des enjeux de la révolution de l'Internet des objets, réalisée en partenariat avec l'Agence nationale des fréquences (ANFR), l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI), la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), la Direction générale des entreprises (DGE), la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN) et France Stratégie¹³ ;
2. les orientations de l'Arcep pour inventer une régulation pro innovation¹⁴.

1.4.2 L'IoT dans les bandes « libres »

En 2014, l'Arcep a mené une consultation publique sur les utilisations possibles des fréquences de bandes « libres »¹⁵ : cette consultation a montré que l'identification de bandes sous autorisation générale pour l'IoT pouvait constituer un important levier de développement des usages innovants. Elle a également mis en évidence l'intérêt du secteur pour de nouvelles bandes, pressenties pour l'IoT au niveau international : extension de la bande « Wi-Fi » à 5 GHz, bandes 870 - 876 MHz et 915 - 921 MHz et espaces blancs de la bande 470 - 694 MHz. Des travaux d'harmonisation restent néanmoins nécessaires pour déterminer les conditions de la cohabitation des nouveaux usages avec les utilisations existantes de ces bandes. L'Arcep a d'ailleurs conduit, du 3 juin au 18 juillet 2016, avec l'ANFR, une consultation publique visant à ouvrir de nouvelles opportunités de développement de l'IoT dans les bandes 862 - 870 MHz, 870 - 876 MHz et 915 - 921 MHz.¹⁶

L'Arcep note qu'à ce jour une classe d'applications semble représenter une proportion importante des usages en croissance de l'IoT : il s'agit d'applications ayant de faibles exigences en bande passante, nécessitant une forte autonomie du terminal et nécessitant généralement une couverture étendue.

Plusieurs technologies LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) sont utilisées pour proposer des communications bidirectionnelles à ces applications. Les technologies LPWAN utilisent des formes d'ondes dont les caractéristiques de propagation du signal permettent des zones de couverture étendues, avec une bonne pénétration à l'intérieur des bâtiments, tout en restant suffisamment simples pour permettre une faible consommation énergétique et des coûts réduits. L'Institut européen de normalisation des télécommunications (ETSI) propose ainsi une norme harmonisée appelée LTN (*Low Throughput Network*). D'autres solutions existent, notamment Sigfox, LoRa, Weightless et On-Ramp RPMA, et sont basées sur diverses technologies dont la disponibilité dépend principalement du modèle d'affaire du détenteur de la propriété intellectuelle.

L'Arcep note que ces réseaux se sont développés uniquement dans les bandes sous autorisation générale (plutôt en bandes basses pour des raisons de couverture) et qu'ils utilisent des canalisations assez faibles, de l'ordre de quelques centaines de kilohertz. Un des avantages de ces fréquences est

¹³ http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/livre_blanc_IoT-01-cartographie-071116.pdf

¹⁴ http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/livre_blanc_IoT-02-orientations-071116.pdf

¹⁵ La synthèse de cette consultation publique peut être téléchargée à l'adresse suivante :

http://www.arcep.fr/fileadmin/uploads/tx_gspublication/Synthese_-_Consultation_bandes_libres.pdf

¹⁶ [http://www.arcep.fr/index.php?id=8571&no_cache=0&tx_gsactualite_pi1\[uid\]=1868&tx_gsactualite_pi1\[annee\]=&tx_gsactualite_pi1\[theme\]=&tx_gsactualite_pi1\[motscle\]=&tx_gsactualite_pi1\[backID\]=26&cHash=0712e25675de7c8082635397cc842fab](http://www.arcep.fr/index.php?id=8571&no_cache=0&tx_gsactualite_pi1[uid]=1868&tx_gsactualite_pi1[annee]=&tx_gsactualite_pi1[theme]=&tx_gsactualite_pi1[motscle]=&tx_gsactualite_pi1[backID]=26&cHash=0712e25675de7c8082635397cc842fab)

en effet qu'elles sont disponibles sans nécessiter d'autorisation individuelle, ce qui permet une plus grande agilité, et ne sont donc pas soumises à redevance.

Néanmoins, dans la mesure où ces bandes sous autorisation générale ne présentent pas de garantie de protection contre les brouillages et étant donnée la forte augmentation de la densité d'objets connectés à venir, l'Arcep anticipe un besoin croissant d'accès aux fréquences pour établir des réseaux dédiés aux objets connectés de type LPWAN. C'est la raison qui avait conduit au lancement le 3 juin 2016 d'une consultation publique visant les bandes 862 - 870 MHz, 870 - 876 MHz et 915 - 921 MHz¹⁷.

En complément, la présente consultation vise à évaluer l'intérêt d'ouvrir, sous un régime d'autorisation générale, des fréquences dans les bandes listées dans la Partie 3, pour répondre aux besoins de type LPWAN ou à d'autres types de besoins IoT.

Il est toutefois également possible de répondre aux besoins IoT, y compris LPWAN, par l'attribution d'autorisations individuelles. C'est l'objet de la partie suivante.

1.4.3 L'IoT dans des bandes soumises à autorisations individuelles

a) L'IoT dans des bandes à usage exclusif du titulaire

Afin de pouvoir utiliser des puissances d'émission plus élevées et d'avoir une garantie de non brouillage, le développement de l'Internet des objets dans des fréquences soumises à autorisations individuelles peut être envisagé.

Les réseaux mobiles commerciaux qui utilisent les technologies d'accès GSM, UMTS et LTE peuvent notamment d'ores et déjà fournir des services de communication de machine à machine (M2M).

Cependant, les exigences spécifiques de certaines applications de l'IoT ont poussé le 3GPP¹⁸ à faire évoluer les technologies existantes. Différentes technologies sont ainsi en cours de normalisation (EC-GSM¹⁹, LTE eMTC²⁰) ou déjà normalisées (NB-IoT²¹). Elles mettent en œuvre des canalisations de l'ordre de 200 kHz (EC-GSM ou NB-IoT) ou de 1,4 MHz (LTE eMTC) et permettent la réutilisation de la grande majorité des équipements de réseau déjà déployés par les opérateurs de réseaux mobiles.

Dans ce contexte, des réseaux M2M dédiés aux objets connectés pourraient être déployés dans les bandes de fréquences déjà utilisées par les opérateurs mobiles ouverts au public (700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2,1 GHz, 2,6 GHz).

En complément, il est possible d'attribuer de nouvelles autorisations individuelles, dans d'autres bandes de fréquences, pour répondre à certains besoins IoT, notamment ceux nécessitant de fortes puissances ou une qualité et une résilience de haut niveau. Les contributeurs sont invités à s'exprimer sur cette opportunité.

¹⁷ La synthèse de cette consultation est disponible à l'adresse suivante : http://arcep.fr/fileadmin/uploads/tx_gspublication/synth-consultation-arcep-anfr-19102016.pdf

¹⁸ Le 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est un groupe de coopération entre organismes de normalisation en télécommunications qui produit et publie des spécifications pour les technologies 3G et 4G.

¹⁹ « Extended coverage - GSM »

²⁰ « LTE enhanced Machine Type Communication »

²¹ « Narrow-Band IoT » http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1785-nb_10t_complete

b) L'IoT dans des bandes partagées

Pour certains services, il est possible d'envisager un régime d'autorisations individuelles non exclusif : plusieurs utilisateurs pourraient obtenir l'autorisation d'utiliser une même bande de fréquences sur un même territoire sans garantie de non-brouillage et avec certaines conditions techniques à respecter. L'attribution d'autorisations individuelles d'utilisation de fréquences délivrées au fur et à mesure des demandes des utilisateurs dans une bande permet en effet de limiter le nombre d'utilisateurs tout en garantissant un accès au spectre simplifié et des limites de puissances plus élevées que dans le cas de bandes « libres ».

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) ?

1.5 Les autres besoins

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 ?

Partie 2.

Le LTE : une technologie omniprésente

La technologie LTE s'est développée dans de nombreuses bandes de fréquences et est maintenant largement utilisée par les opérateurs mobiles qui déploient des réseaux de quatrième génération (4G).

Plusieurs évolutions de la technologie LTE, disponibles à court et moyen terme, pourraient répondre à certains des besoins et des problématiques évoqués en Partie 1.

2.1 Les évolutions de la technologie LTE

2.1.1 Les évolutions du lien radio

Les contributeurs à la consultation publique de décembre 2014 mentionnaient plusieurs pistes d'amélioration de l'efficacité du lien radio : la généralisation de l'agrégation de porteuses, l'évolution des techniques antennaires (MIMO et *beamforming*), la mise en œuvre de modulations plus performantes (256-QAM par exemple) et l'amélioration de la gestion des brouillages (eICIC et CoMP). Ces différentes évolutions pourraient être introduites dans les prochaines évolutions de la technologie LTE.

Elles seront également vraisemblablement mises en œuvre dans la nouvelle génération de technologie de l'interface radio mobile, la « 5G ». Cette nouvelle interface radio flexible aura de plus pour objectif de répondre aux besoins très variés d'un grand nombre d'applications : des réseaux de connectivité à faible débit et faible consommation pour l'IoT, jusqu'aux applications de diffusion en ultra haute définition ou réalité virtuelle, en passant par les applications critiques de téléchirurgie ou de systèmes de transports intelligents.

À titre d'illustration, la 5G a pour cible d'offrir des débits maximaux toujours plus importants (de l'ordre de 10 Gbit/s par utilisateur) et une latence très réduite (de l'ordre de la milliseconde) et de connecter un nombre toujours plus important de terminaux (1 million par km²). L'accent devrait également être mis sur la capacité totale du réseau ou encore la consommation énergétique.

2.1.2 L'utilisation des fréquences en mode SDL

Le mode SDL consiste en l'utilisation d'une bande de fréquences uniquement dans le sens descendant. Son fonctionnement doit être associé à l'utilisation d'une autre bande de fréquences, utilisée en mode FDD, pour assurer une liaison montante (c'est en ce sens un cas particulier d'agrégation de porteuses). Le SDL est donc particulièrement intéressant pour renforcer la capacité en voie descendante des réseaux et ainsi pour répondre à des besoins où la quantité de données reçue et envoyée par l'utilisateur final est asymétrique.

En réponse à la consultation publique de décembre 2014, les contributeurs avaient indiqué spécifiquement leur souhait d'utiliser les fréquences de la bande 1,4 GHz en mode SDL. Depuis, les travaux de normalisation ont progressé et d'autres bandes de fréquences ont été identifiées pour une utilisation en mode SDL, en particulier la bande 738 - 753 MHz. Les contributeurs à la présente consultation publique sont donc invités à préciser leur souhait éventuel d'utilisation de fréquences en mode SDL, en indiquant notamment la bande de fréquences visée et la bande de fréquences FDD avec laquelle elle serait associée.

2.1.3 L'évolution de l'architecture des réseaux : densification et virtualisation

L'utilisation de *small-cells* ou petites cellules peut être envisagée pour augmenter la densité des stations de base et ainsi augmenter la capacité des réseaux.

Ces petites cellules sont destinées à apporter, localement, une capacité supplémentaire d'écoulement de trafic ; elles peuvent ainsi permettre de densifier les réseaux dans les zones urbaines, être utilisées pour améliorer la couverture à l'intérieur de bâtiments ou être utilisées pour répondre à des besoins plus spécifiques comme ceux de lieux accueillant du public (stades, centres commerciaux, etc.).

De plus, couplées aux technologies de type LTE-LAA et LTE-LWA (cf. partie suivante), ces petites cellules peuvent également permettre d'augmenter spécifiquement la capacité de la voie descendante des réseaux et ainsi répondre à une problématique d'asymétrie du trafic.

Plusieurs autres technologies (*Software Designed Network, Network Function Virtualization*, etc.) pourraient également permettre d'accroître la capacité des réseaux. Ces technologies, qui sont parfois désignées sous le terme générique de « virtualisation », sont susceptibles d'apporter une meilleure gestion dynamique de l'allocation des ressources radio et des interférences dans les réseaux et ainsi d'accroître leur capacité.

2.1.4 L'utilisation conjointe de bandes soumises à autorisations individuelles et sous autorisation générale

L'asymétrie du trafic pourrait aussi être traitée via l'utilisation des technologies LTE-LAA (pour *LTE License Assisted Access*) ou LTE-LWA (pour *LTE – Wi-Fi Link Aggregation*).

Ces normes consistent à agréger plusieurs liens radio, dont certains utilisent la technologie LTE dans des bandes soumises à autorisations individuelles, et dont certains utilisent soit le Wi-Fi (LTE-LWA) soit le LTE (LTE-LAA) dans des bandes sous autorisation générale.

Les fréquences de bandes sous autorisation générale pourraient ainsi être utilisées en complément de fréquences attribuées de manière exclusive à certains acteurs, pour répondre à la problématique de l'asymétrie de trafic montant et descendant des usages présentés en Partie 1, ou plus généralement pour augmenter la bande passante disponible en cas de présence de points d'accès wifi ou LTE en bande libre.

2.1.5 L'utilisation de la technologie LTE pour les usages professionnels

Certaines évolutions de la technologie LTE sont envisagées pour élargir la gamme de services proposés et notamment pour répondre aux besoins des utilisateurs professionnels. Des services de type « *push-to-video* » pourraient par exemple être proposés.

De plus, d'autres évolutions du LTE sont envisagées pour apporter des solutions aux besoins régaliens et à la gestion de situations d'urgences : priorisation ponctuelle des communications de certains utilisateurs voire préemption des ressources radio en cas de crise majeure, redondance, qualité de service élevée, etc.

La technologie LTE et ses évolutions à venir pourraient ainsi permettre de répondre à certains des besoins identifiés dans la partie 1.3.

2.1.6 L'utilisation de la technologie LTE pour l'Internet des objets

Comme présenté en partie 1.4, parmi les usages en croissance de l'Internet des objets, une part importante concerne des applications ayant de faibles besoins en débit, des contraintes fortes sur l'autonomie des dispositifs et nécessitant une couverture étendue.

Plusieurs technologies, déjà disponibles ou en cours de développement, sont identifiées pour répondre à ce besoin ; ces technologies utilisent soit des bandes « libres », soit des bandes de fréquences soumises à autorisation individuelle.

Parmi les technologies utilisant les fréquences de bandes soumises à autorisation individuelle, le LTE et en particulier deux évolutions, le NB-IoT et le LTE eMTC (cf. partie 1.4.3), pourraient répondre aux applications nécessitant une couverture étendue et avec des contraintes fortes sur l'autonomie des dispositifs communicants.

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 ?

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 ?

2.2 L'utilisation des fréquences en mode TDD et ses spécificités dans la prévention des brouillages

2.2.1 L'émergence du mode TDD

Le mode TDD consiste à utiliser une même bande de fréquences pour la liaison montante et pour la liaison descendante. Afin d'éviter tout brouillage, une répartition dans le temps des phases d'émission des stations de base vers les terminaux et des terminaux vers les stations de base est définie. Ce mode permet en particulier de choisir le ratio temporel entre ces deux phases et ainsi de répondre à une asymétrie de trafic montant et descendant.

L'Arcep constate aujourd'hui qu'un nombre croissant de bandes de fréquences est appelé à être utilisé en mode TDD. D'une part, plusieurs bandes de fréquences sont identifiées au niveau européen pour une utilisation des fréquences en mode TDD uniquement (bande 2,3 GHz et 2,6 GHz TDD par exemple) ; d'autre part, pour certaines bandes de fréquences pouvant être utilisées en mode TDD ou en mode FDD, l'Arcep note que les marques d'intérêt formulées à ce jour correspondent en grande majorité à une utilisation des fréquences en mode TDD (bande 3,5 GHz par exemple).

Bien qu'émergents en Europe, plusieurs réseaux TD-LTE existent dans le monde : la Global mobile Suppliers Association (GSA) a indiqué dans son « *Evolution to LTE report* » de janvier 2016 que 71 opérateurs avaient déployé des réseaux de type TDD dans 43 pays différents.

L'émergence de ce mode d'utilisation des fréquences a certaines conséquences sur la gestion du spectre. D'une part, il pousse à l'attribution de blocs uniques de fréquences alors que, jusqu'à présent, les fréquences étaient souvent attribuées sous la forme de deux blocs appariés, conçus pour un usage FDD. D'autre part, quand les fréquences sont utilisées à 100% dans le sens descendant (on

parle alors de SDL), elles doivent être associées à d'autres fréquences utilisées en mode montant, ce dont il convient de tenir compte pour l'attribution des fréquences concernées.

De plus, la cohabitation entre différents réseaux TDD sur des blocs de fréquences adjacents présente quelques spécificités pour la gestion des brouillages. C'est l'objet de la sous-partie suivante.

2.2.2 La prévention des brouillages

Si le mode TDD est largement utilisé en Asie, il reste à ce jour minoritaire en France et plus généralement en Europe où le mode FDD est prédominant. L'Arcep souhaite donc identifier les modalités spécifiques d'utilisation des fréquences des bandes ayant vocation à être utilisées en mode TDD.

À ce stade, l'Arcep identifie deux solutions techniques principales permettant la cohabitation de plusieurs utilisateurs au sein de deux bandes de fréquences adjacentes exploitées en mode TDD et invite les contributeurs à indiquer tout autre point qu'il leur semblerait utile de prendre également en compte.

La première consiste en l'utilisation de bandes de garde entre les bandes de fréquences attribuées à chaque utilisateur. Ces bandes de gardes sont analogues à l'écart duplex qui est mis en œuvre par les réseaux utilisant les fréquences en mode FDD. Elles permettent de séparer en fréquences les émissions et réceptions qui peuvent être simultanées en vue de limiter les brouillages. Une solution similaire à l'utilisation de bandes de garde, mais plus flexible, est l'utilisation de blocs dits « restreints » de 5 MHz à l'extrémité de chaque lot de fréquences attribué, auxquels est appliquée une contrainte très forte sur les puissances d'émission. La finalité est la même que pour les bandes de garde (empêcher émission et réception de se brouiller) mais peut permettre une utilisation plus efficace du spectre, notamment en bande haute dans des cellules à la couverture limitée²².

La seconde technique à laquelle peuvent également recourir les réseaux TDD est la synchronisation : des réseaux synchronisés appliquent une même répartition dans le temps des phases d'émission et de réception entre les stations de bases et les terminaux des clients, et les synchronisent dans le temps. Ceci nécessite, d'une part, l'utilisation d'une référence de temps commune entre les différents réseaux et, d'autre part, l'application d'une même structure de trame entre les différents exploitants de réseaux. La structure de trame peut être vue comme un schéma cyclique d'utilisation des fréquences soit dans le sens montant, soit dans le sens descendant. Le rapport ECC 216²³ de la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) précise, notamment pour les technologies TD-LTE et Wimax, les structures de trames disponibles et les protocoles utilisables pour assurer le partage entre réseaux d'une référence de temps commune.

²² La décision d'exécution de la Commission européenne n° 2014/276/UE, relative à l'utilisation de la bande 3,5 GHz, prévoit l'utilisation de « *blocs restreints* » comme alternative à la synchronisation des réseaux. Les blocs restreints consistent à appliquer un niveau de puissance maximal de 4 dBm/5 MHz de p.i.r.e. par cellule à la portion de 5 MHz la plus basse et la plus haute du bloc de fréquences attribué à un titulaire.

²³ <http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP216.PDF>

Les schémas ci-dessous représentent les modalités d'utilisation des fréquences en mode FDD (i), en mode TDD sans synchronisation (ii) et en mode TDD avec synchronisation (iii). En mode TDD sans synchronisation, deux opérateurs pourraient choisir des structures de trames différentes, ce qui nécessite la mise en œuvre de bandes de garde pour éviter les brouillages et donc une moindre utilisation des fréquences radioélectriques :

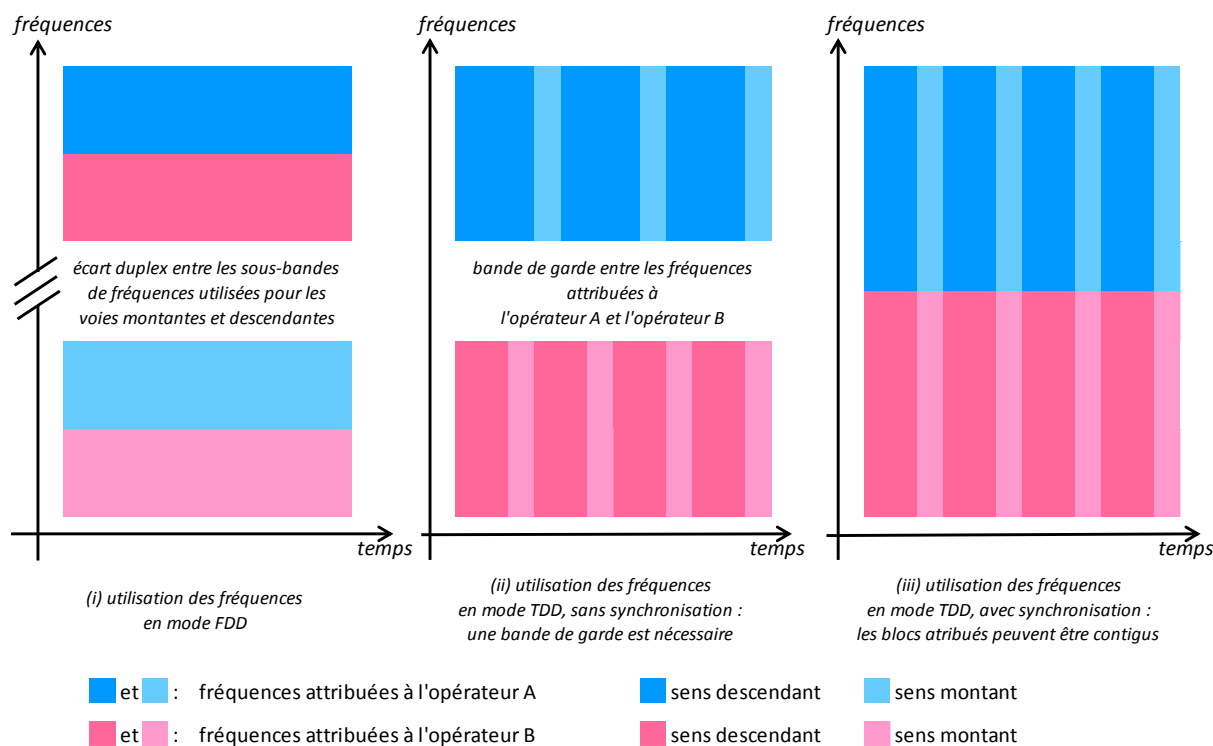


Figure 4 : Utilisation des fréquences en mode FDD, en mode TDD sans synchronisation et en mode TDD avec synchronisation

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 ?

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.

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 ?

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 ?

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 ?

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 ?

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 ?

Partie 3.

Les bandes de fréquences

L'Arcep a identifié plusieurs bandes de fréquences pouvant répondre aux besoins exposés dans la Partie 1 et sur lesquelles semble se dessiner le développement d'un écosystème LTE à plus ou moins long terme.

Les contributeurs sont invités à préciser et à qualifier leur intérêt éventuel pour les bandes de fréquences suivantes :

- la bande 2,6 GHz TDD (partie 3.1)
- la bande 3,5 GHz (partie 3.2)
- la bande 1,4 GHz (partie 3.3)
- la bande 2,3 GHz (partie 3.4)
- la partie SDL de la bande 700 MHz (partie 3.5)
- la bande 400 MHz (partie 3.6)
- la bande 26 GHz (partie 3.7)

Pour chacune des bandes de fréquences, les contributeurs sont invités à indiquer les usages qu'ils envisagent de développer et à préciser la quantité totale de fréquences nécessaire, la date de ce besoin, la technologie radio et le mode de multiplexage envisagés (FDD, TDD ou SDL) ainsi que toute autre information qu'ils jugeraient utile de préciser.

La présente partie a notamment pour objectif de déterminer, pour chaque bande, s'il convient :

- d'ouvrir tout ou partie de la bande sous un régime d'autorisation générale ;
- d'attribuer dans tout ou partie de la bande des autorisations individuelles ;
- de mener des travaux complémentaires avant de pouvoir ouvrir tout ou partie de la bande.

3.1 La bande 2,6 GHz TDD

Pour rappel, les conditions d'utilisation de la bande 2,6 GHz (2500 - 2690 MHz) ont été définies par la décision d'harmonisation de la Commission européenne 2008/477/CE²⁴ et par la décision de l'Arcep n° 2011-0597²⁵ modifiée :

- 70 MHz duplex ont été identifiés pour une utilisation en mode FDD (la bande 2,6 GHz FDD correspondant aux sous-bandes 2500 - 2570 MHz et 2620 - 2690 MHz) ;
- 50 MHz ont été identifiés pour une utilisation en mode TDD (la bande 2,6 GHz TDD correspondant à la sous-bande **2570 - 2620 MHz**).

La bande 2,6 GHz FDD a fait l'objet de procédures d'appel à candidatures à la suite desquelles des autorisations d'utilisation de fréquences ont été délivrées aux quatre opérateurs mobiles

²⁴ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008D0477&from=FR>

²⁵ http://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/11-0597.pdf et http://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/14-1371.pdf

métropolitains en 2011²⁶ et aux opérateurs mobiles ultramarins en 2016. Dans la bande 2,6 GHz TDD, aucune autorisation autre que temporaire ou expérimentale n'a été délivrée par l'Arcep à ce jour.

Les réponses à la consultation publique de décembre 2014 indiquaient que l'écosystème pour la bande 2,6 GHz TDD était mature. La disponibilité des équipements en bande 2,6 GHz TDD s'est confirmée depuis. La GSA (*Global mobile Suppliers Association*) a publié, en janvier 2016, un état de l'écosystème LTE qui mentionne, d'une part, l'ouverture commerciale de 16 réseaux TD-LTE dans la bande 2570 - 2620 MHz (normalisée bande n° 38 par le 3GPP) et de 15 réseaux TD-LTE dans la bande 2496 - 2690 MHz (normalisée bande n° 41 par le 3GPP) et, d'autre part, la disponibilité de plusieurs centaines de terminaux compatibles pour chacune de ces deux bandes.

Pour autant, l'intérêt des contributeurs à la consultation publique de décembre 2014 pour l'utilisation de la bande 2,6 GHz TDD à court terme pour établir des réseaux mobiles était mitigé. Depuis, l'Arcep a reçu des demandes pour conduire des expérimentations dans la bande 2,6 GHz TDD afin de tester des réseaux mobiles mais aussi des réseaux de boucle locale radio (BLR) ou des réseaux PMR. L'Arcep a donc lancé en mars 2016 un cycle d'analyse et d'expérimentation sur les usages de la bande 2,6 GHz TDD notamment. Les nombreuses expérimentations réalisées dans ce cadre ont pu démontrer l'intérêt de certains acteurs pour ces fréquences, en particulier pour des usages PMR et BLR.

La bande 2570 - 2620 MHz pourrait donc être utilisée pour différents usages, notamment ceux listés en Partie 1 et en particulier les services mobiles professionnels et les services d'accès fixe à Internet.

Quels que soient les usages retenus pour la bande 2,6 GHz TDD, il conviendra d'assurer la coexistence de ces usages avec les réseaux des opérateurs mobiles déjà déployés dans la bande 2,6 GHz FDD. L'application de bandes de garde d'une largeur de 5 MHz, comme mentionné dans la décision de la Commission européenne 2008/477/CE, pourrait être envisagée.

Le schéma ci-dessous représente les fréquences de la bande 2,6 GHz TDD qui pourraient faire l'objet d'une procédure d'attribution (40 MHz), les bandes de garde (deux sous-bandes de 5 MHz) et les deux blocs de fréquences de la bande 2,6 GHz FDD adjacents :

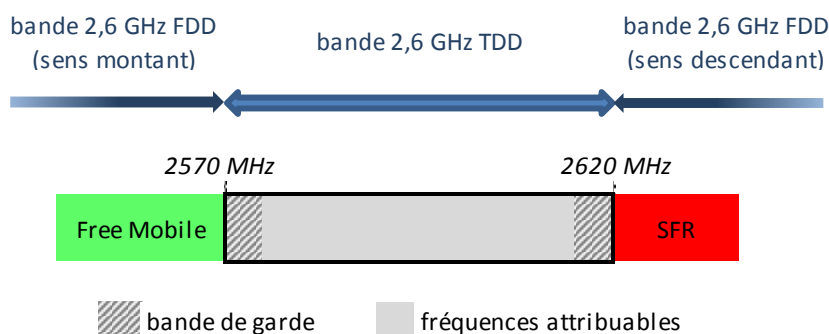


Figure 5 : Fréquences de la bande 2,6 GHz TDD pouvant faire l'objet d'une procédure d'attribution

²⁶ Décisions n° 2011-1168, 2011-1169, 2011-1170 et 2011-1171 de l'Arcep en date du 11 octobre 2011 autorisant respectivement les sociétés Bouygues Telecom, Free Mobile, Orange et SFR.

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) ?

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 ?

3.2 La bande 3400 - 3800 MHz

Une partie de la bande 3400 - 3800 MHz fait déjà l'objet d'autorisations individuelles d'utilisation de fréquences : dans la bande **3400 - 3600 MHz** (ci-après bande « 3,5 GHz ») pour des services d'accès fixe à Internet et dans la bande **3600 - 3800 MHz** pour des stations terriennes de service satellite. Par ailleurs, des fréquences sont ou seront bientôt disponibles dans la bande 3400 - 3800 MHz. La présente consultation publique vise donc, d'une part, à déterminer les modifications qui pourraient le cas échéant être apportées aux autorisations existantes pour notamment prendre en compte l'évolution des technologies radios utilisées et les services pour lesquels les titulaires actuels comptent utiliser à terme leurs fréquences et, d'autre part, à préparer les futures attributions des fréquences disponibles.

3.2.1 L'utilisation actuelle de la bande 3,5 GHz par les réseaux de boucle locale radio

a) En métropole

La bande 3,5 GHz est actuellement partiellement utilisée par des opérateurs et par le ministère de l'Intérieur pour des liaisons fixes par faisceaux hertziens.

Les sous-bandes de fréquences correspondant à ces différentes utilisations sont représentées sur le schéma ci-dessous, les parties grisées n'étant pas attribuées :

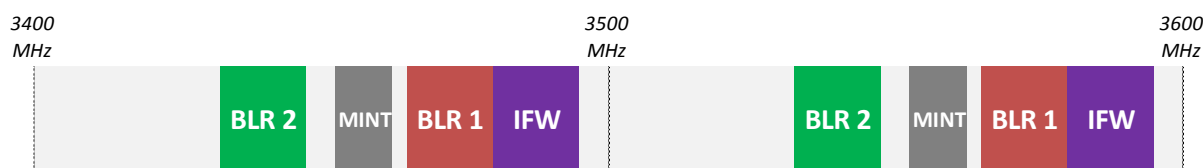


Figure 6 : Attributions actuelles dans la bande 3,5 GHz

Le ministère de l'Intérieur utilise le bloc MINT, constitué des sous-bandes 3452,9 - 3463,4 MHz et 3552,9 - 3563,4 MHz. Il a engagé un processus de migration de ces liaisons dans d'autres bandes de fréquences, devant aboutir à l'arrêt de l'utilisation des fréquences de la bande 3,5 GHz d'ici 2020 ou 2021.

S'agissant des fréquences déjà attribuées à des opérateurs :

- le bloc IFW, constitué des sous-bandes 3480 - 3495 MHz et 3580 - 3595 MHz, est attribué, sur une base métropolitaine, à la société IFW du groupe Iliad. Cette autorisation prend fin le 24 juin 2018. À la suite de la présente consultation publique, l'Arcep pourrait mener une procédure d'attribution de fréquences de la bande 3,5 GHz, pour les différents usages qui auront été identifiés. Dans cette hypothèse, la société IFW devra, pour continuer à utiliser des fréquences de cette bande au-delà du 24 juin 2018, participer à cette procédure ;

- les blocs BLR 1 (constitué des sous-bandes 3465 - 3480 MHz et 3565 - 3580 MHz) et BLR 2 (constitué des sous-bandes 3432,5 - 3447,5 MHz et 3532,5 - 3547,5 MHz) sont attribués, sur une base régionale ou départementale, à différents opérateurs et collectivités territoriales. Les deux blocs sont attribués dans 37 départements. Toutefois, dans 58 départements, seul un des deux blocs duplex est attribué. Ces autorisations prennent fin le 24 juillet 2026. Comme mentionné en partie 1.2.1, les réseaux existants utilisent soit un des deux blocs BLR 1 ou BLR 2, soit les deux blocs lorsqu'il y a eu une mise à disposition de fréquences agréée par l'Arcep.

La décision de l'Arcep n° 2005-1082²⁷ et les autorisations d'utilisation de fréquences correspondant aux blocs IFW, BLR 1 et BLR 2 prévoient que les titulaires utilisent ces fréquences pour proposer des services fixes ou des services nomades²⁸. À ce jour, les titulaires n'ont pas formulé auprès de l'Arcep de demande de réexamen de ces restrictions. Dès lors, les titulaires doivent utiliser les fréquences qui leur sont attribuées en respectant ces restrictions.

b) Outre-mer

Outre-mer, la bande 3,5 GHz est actuellement utilisée par des opérateurs.

À La Réunion, les sociétés WLL Réunion et SRR sont autorisées jusqu'au 24 novembre 2018 :

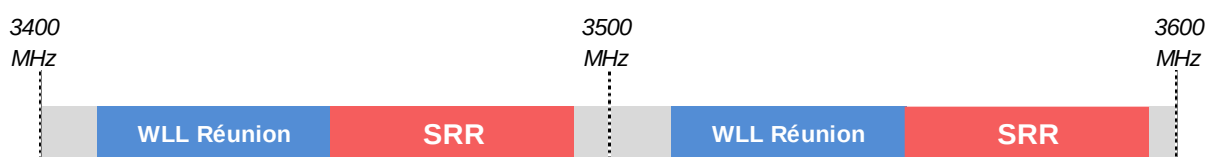


Figure 7 : Bande 3,5 GHz à La Réunion

À Mayotte, la société SRR est autorisée jusqu'au 24 juillet 2026 :

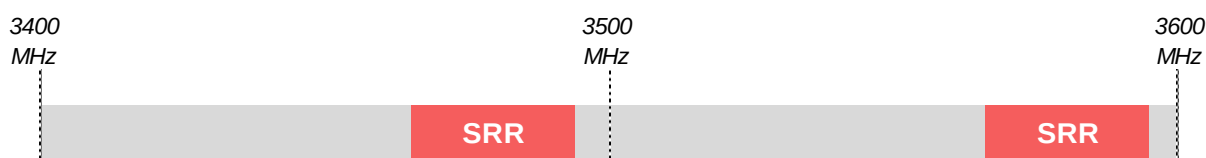


Figure 8 : Bande 3,5 GHz à Mayotte

En Guadeloupe et en Martinique, les sociétés WLL Antilles Guyane et Mediaserv sont autorisées jusqu'au 24 novembre 2018 :

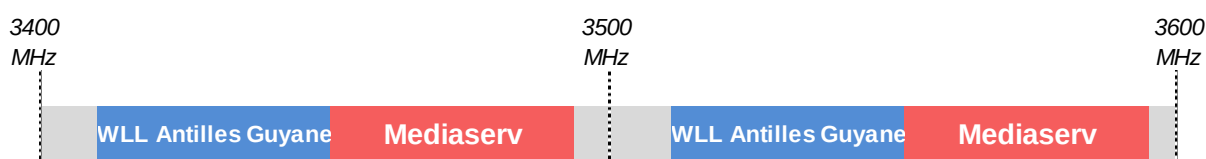


Figure 9 : Bande 3,5 GHz en Guadeloupe et en Martinique

²⁷ Décision n° 05-1082 de l'Arcep en date du 13 décembre 2005 fixant les conditions techniques d'utilisation de la bande de fréquences 3410-3600 MHz pour les liaisons de transmission point à multipoint du service fixe

²⁸ Le service « nomade » est une offre de service permettant à des clients de se connecter au réseau du titulaire en différents points couverts par son réseau, l'équipement terminal restant fixe tout au long de la communication avec la station de base.

En Guyane, les sociétés Mediaserv et Guyacom sont autorisées respectivement jusqu'au 20 décembre 2019 et 24 juillet 2026 :

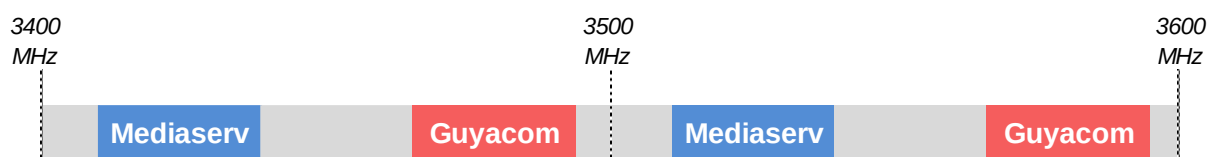


Figure 10 : Bande 3,5 GHz en Guyane

À Saint-Pierre-et-Miquelon, la société Orange est autorisée jusqu'au 8 février 2026 :

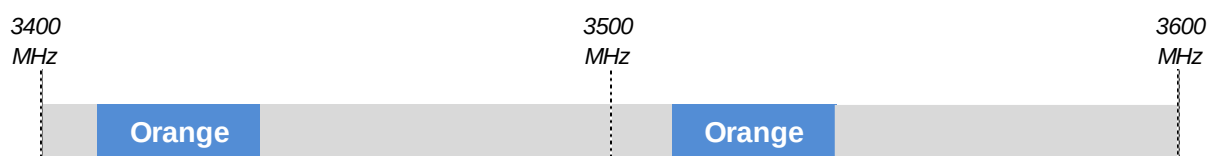


Figure 11 : Bande 3,5 GHz à Saint-Pierre-et-Miquelon

Comme en métropole, les autorisations d'utilisation de fréquences prévoient que les titulaires utilisent ces fréquences pour proposer des services fixes ou des services nomades. À ce jour, les titulaires n'ont pas formulé auprès de l'Arcep de demande de réexamen de ces restrictions. Dès lors, les titulaires doivent utiliser les fréquences qui leur sont attribuées en respectant ces restrictions.

Certaines autorisations arrivent à échéance en 2018 ou en 2019. Les conditions de leur renouvellement dépendront notamment des marques d'intérêt qui pourront être reçues pour cette bande sur ces territoires dans le cadre de la présente consultation publique. En cas d'intérêt limité, les autorisations pourront être renouvelées si les attributaires le souhaitent et dans les conditions précisées par l'Arcep. Il est à noter qu'à La Réunion, les deux attributaires appartiennent au groupe SFR-Numericable et que les décisions n° 2015-0915 et n° 2015-0916 prévoient une rationalisation de l'usage de la bande par le groupe.

3.2.2 L'évolution de la bande 3,5 GHz vers un écosystème TDD

Comme mentionné précédemment, les marques d'intérêt existant à ce jour font toutes état d'une utilisation des fréquences de la bande 3,5 GHz en mode TDD.

Du fait de l'écosystème technique existant à la fin des années 1990, l'utilisation de la bande 3,5 GHz avait été envisagée dans un premier temps en mode FDD : les titulaires d'autorisation d'utilisation de fréquences dans cette bande disposent donc de deux blocs de fréquences séparés par un écart duplex de 100 MHz.

En 2005, l'Arcep a fixé les conditions techniques d'utilisation de la bande 3,5 GHz en mode TDD, *via* la décision n° 2005-1082. L'Arcep constate que la majorité des réseaux de boucle locale radio déployés depuis 2005 dans la bande 3,5 GHz utilisent le mode TDD. Même si elle autorise également le mode FDD, la décision 2014/276/UE²⁹ de la Commission européenne établit le mode TDD comme le mode d'utilisation privilégié des fréquences de cette bande. Les réponses à la consultation publique de 2014 ont également confirmé une évolution de la bande vers le mode TDD. Enfin, les échanges récents entre l'Arcep et les acteurs du marché confirment une utilisation souhaitée des fréquences en mode TDD.

²⁹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0276&from=EN>

Dès lors, l'écart duplex de 100 MHz prévu dans les autorisations existantes dans la bande 3,5 GHz ne semble plus pertinent. Certains opérateurs, qui envisagent la modernisation de leurs réseaux de boucle locale radio, souhaiteraient un réaménagement de leurs fréquences afin de bénéficier d'un unique bloc de fréquences contiguës, au lieu de deux blocs séparés. Un tel réaménagement de la bande 3,5 GHz pourrait ainsi être envisagé pour l'ensemble des titulaires actuels. Il aurait pour avantage de rendre les fréquences plus facilement exploitables par les titulaires des autorisations et assurerait une gestion plus efficace du spectre.

Le réaménagement de la bande 3,5 GHz pourrait être accompagné d'un schéma de transition, destiné à faciliter les opérations de modification des fréquences utilisées par les titulaires actuels de fréquences de la bande 3,5 GHz. Ces titulaires pourraient par exemple se voir attribuer, de manière temporaire, les nouvelles fréquences cibles tout en conservant les fréquences qui leur sont attribuées à ce jour. Cette attribution temporaire des « anciennes » fréquences et des « nouvelles » fréquences leur permettrait de planifier les différentes opérations techniques nécessaires.

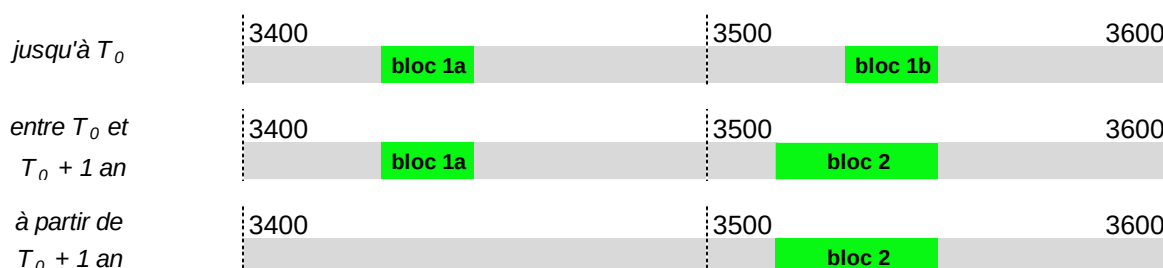


Figure 12 : Principe de la suppression de l'écart duplex pour les attributions existantes
Les blocs appariés 1a et 1b seraient remplacés par le bloc 2. La durée des étapes de réaménagement et le positionnement des blocs de fréquences ne présument en rien des dispositions qui pourraient être adoptées in fine par l'Arcep

3.2.3 L'attribution des fréquences disponibles dans la bande 3,5 GHz

La bande 3,5 GHz n'étant que partiellement attribuée (cf. partie précédente), l'Arcep pourrait procéder à l'attribution d'autorisations d'utilisation des fréquences disponibles dans cette bande. Celles-ci pourraient contribuer à répondre à différents besoins, notamment ceux évoqués en Partie 1.

Certains acteurs souhaiteraient en effet que des fréquences complémentaires à celles des attributions actuelles soient dédiées à l'accès fixe à Internet. Cela permettrait d'améliorer les débits en attendant le déploiement de solutions filaires plus performantes.

Les modalités d'attribution de fréquences dans la bande 3,5 GHz pour les services d'accès fixe à Internet sont abordées en Partie 4.

Par ailleurs, pour les besoins autres que les services d'accès fixe à Internet, notamment les services mobiles ouverts au public, l'Arcep pourrait également procéder à l'attribution d'autorisations d'utilisation des fréquences disponibles, selon des modalités prenant en compte les attributions existantes dans cette bande.

À ce propos, l'Arcep constate un mouvement général du secteur qui identifie la bande 3400 - 3800 MHz comme propice à l'introduction en Europe des technologies de cinquième génération en cours de développement. En effet, cette bande présente l'avantage d'une harmonisation européenne et peut offrir des canalisations élevées, de plusieurs dizaines de mégahertz. Cette perspective 5G a par ailleurs été mise en avant par le groupe européen consultatif

en matière de politique du spectre radioélectrique (« *RSPG* » pour *Radio Spectrum Policy Group*) dans son avis du 9 novembre 2016³⁰ sur le sujet.

Les modalités d'attribution de fréquences pour les services mobiles ouverts au public dans cette bande pourront être étudiées dans un second temps au regard notamment de l'avancée des travaux européens sur la 5G.

3.2.4 La bande 3600 - 3800 MHz

Comme le mentionnait la consultation publique de décembre 2014 (page 68), la bande 3600 - 3800 MHz fait l'objet d'une utilisation par des stations terriennes de réception du service fixe par satellite, limitée tant géographiquement (8 téléports sur le territoire métropolitain) que dans le temps (échéance des autorisations en 2017, 2019 et au plus tard jusqu'en 2023).

Des travaux, en cours au sein d'un comité piloté par l'ANFR, évaluent les conditions de coexistence à respecter entre de futurs systèmes mobiles (4G) et ces stations de réception satellitaire. Ces conditions seront applicables de façon transitoire jusqu'au terme des autorisations préalablement délivrées dans la bande par l'Arcep.

À cet égard, l'Arcep estime qu'il pourrait être opportun et utile de conduire des expérimentations sur le terrain permettant de tester les conditions de partage qui sont en cours de définition. L'Arcep accompagnerait le cas échéant, les acteurs intéressés.

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 ?

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 ?

3.3 La bande 1,4 GHz

3.3.1 La sous-bande 1452 - 1492 MHz ou « bande L »

La consultation publique de décembre 2014 (paragraphe 4.2) présentait un état des lieux de la sous-bande 1452 - 1492 MHz, actuellement affectée à l'Arcep et au CSA :

- l'Arcep est affectataire prioritaire pour la sous-bande 1467,424 - 1492 MHz. Ces fréquences sont utilisées pour des raccordements d'abonnés du service téléphonique filaire dans des zones isolées (liaisons « IRT », pour *integrated rural telecommunications*) ;
- le CSA est affectataire prioritaire de la sous-bande 1452 - 1467,424 MHz. À ce jour, ces fréquences ne sont plus attribuées.

³⁰ http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf

L'Arcep devrait être affectataire exclusif de l'ensemble des 40 MHz d'ici quelques mois, une modification du tableau national de répartition des bandes de fréquences étant en cours d'élaboration.

Cette bande est envisagée comme un supplément de capacité descendante (mode « SDL ») pour les réseaux mobiles ouverts au public, avec la technologie LTE. En effet, suite aux travaux de la CEPT en 2014 et 2015, la Commission européenne a adopté la décision d'exécution 2015/750 du 8 mai 2015. Cette décision définit les conditions techniques d'utilisation de la bande 1452 - 1492 MHz et prévoit en particulier une utilisation en mode SDL des fréquences de la bande L.

Par ailleurs, les contributeurs avaient indiqué dans la consultation publique de décembre 2014 que des schémas d'agrégation des fréquences de la bande L pourraient être envisagés avec différentes bandes mobiles (700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz ou 2,1 GHz) mais qu'en l'état actuel des travaux du 3GPP, seule une agrégation avec des fréquences de la bande 800 MHz pouvait être envisagée à court terme. Les contributeurs avaient par ailleurs indiqué qu'il leur semblait souhaitable d'attribuer des lots d'au moins 10 MHz.

3.3.2 L'ensemble de la bande 1427 - 1518 MHz

Lors de la CMR-2015, les 40 MHz centraux (1452 - 1492 MHz) ont été harmonisés à l'échelle mondiale pour une utilisation mobile ; les 51 MHz restants (sous-bandes 1427 - 1452 MHz et 1492 - 1518 MHz) ont été identifiés en vue de leur harmonisation pour une possible utilisation dédiée aux réseaux mobiles ouverts au public.

En France, ces 51 MHz sont actuellement utilisés, d'une part, par des liaisons d'infrastructure (faisceaux hertziens) et, d'autre part, par le ministère de la Défense pour le service mobile (sauf aéronautique) et par le ministère de l'Intérieur qui bénéficie d'une dérogation pour le service mobile aéronautique. Ces fréquences, identifiées pour le service mobile au niveau européen, pourraient être utilisées pour créer une capacité de transmission supplémentaire descendante vers les terminaux (SDL).

Afin de répondre à l'évolution réglementaire de l'ensemble de la bande 1427 - 1518 MHz, ou « bande 1,4 GHz », au niveau européen, il sera donc nécessaire de conduire plusieurs travaux et études complémentaires avant de pouvoir attribuer les 91 MHz de la bande 1,4 GHz pour des réseaux mobiles ouverts au public sur le territoire français.

Ainsi, plusieurs options sont envisageables pour la mise à disposition de ces fréquences par l'Arcep :

- attribuer, à court terme, les 40 MHz qui sont disponibles. Une telle option restreindrait néanmoins les possibilités d'accès pour les acteurs intéressés à des blocs relativement peu larges alors que des fréquences supplémentaires pourraient être prochainement disponibles dans la bande ;
- attribuer, à long terme, les 91 MHz qui pourraient être disponibles.

L'Arcep envisage de n'attribuer ces fréquences que lorsque l'ensemble des 91 MHz seront disponibles afin de garantir la bonne utilisation de ces fréquences.

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 ?

3.4 La bande 2,3 GHz

Bien que normalisée par le 3GPP pour la technologie TD-LTE (bande 40), la bande 2300 - 2400 MHz ou « bande 2,3 GHz » fait encore l'objet de travaux visant à définir les conditions techniques de son utilisation au sein de l'Union européenne. Cette bande est actuellement, en France, affectée au ministère de la Défense en grande majorité.

La consultation publique de décembre 2014 a permis de présenter un état des lieux de ces travaux, notamment les techniques d'accès partagé au spectre de type LSA (*licensed shared access*) et de constater, d'une part, la disponibilité de solutions industrielles et, d'autre part, des marques d'intérêt de certains acteurs pour l'utilisation de cette bande de fréquences pour des réseaux PMR.

Depuis cette consultation publique, des travaux complémentaires ont permis de progresser dans la définition des conditions d'utilisation des fréquences de la bande 2,3 GHz.

La CEPT a adopté en mars 2015 le rapport 56³¹, décrivant les options technologiques et réglementaires pouvant faciliter l'accès partagé aux fréquences de la bande 2,3 GHz entre les applications mobiles à très haut débit et les services existants dans cette bande.

Au niveau national, la Commission consultative de la compatibilité électromagnétique (CCE) de l'ANFR a adopté en mars 2015 un rapport sur la mise en œuvre d'un accès partagé au spectre de type LSA en bande 2,3 GHz visant à évaluer, sur la base des utilisations existantes du ministère de la Défense, les conditions de coexistence avec des services mobiles à très haut débit.

De plus, afin de répondre à une demande de la secrétaire d'État chargée du numérique et de l'innovation, un groupe de travail piloté par l'ANFR a préparé en avril 2015 un cadre d'expérimentations visant à tester la faisabilité du partage dynamique LSA entre les réseaux mobiles et les systèmes existants de la Défense.

Entre 2014 et 2016, l'Arcep a délivré à l'association Plateforme Telecom et à la société Red Technologies plusieurs autorisations d'expérimentation dans la bande 2,3 GHz, soit pour une utilisation « standard » des fréquences, soit pour une utilisation avec un mécanisme de partage dynamique des fréquences.

Enfin, il faut souligner que le ministère de la Défense a indiqué à l'Arcep et à l'ANFR qu'il pourrait avoir un besoin plus important de ces fréquences qu'initialement envisagé. L'affectation à l'Arcep de fréquences dans cette bande dépendra ainsi des besoins du ministère et paraît à ce jour peu probable.

³¹ <http://www.ero-docdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/CEPTREP056.PDF>

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 ?

3.5 La partie SDL de la bande 700 MHz

Les premiers travaux lancés par la CEPT sur la « bande 700 MHz » (694 - 791 MHz) avaient mené à la publication le 28 novembre 2014 du rapport 53³² qui analysait différentes utilisations possibles des fréquences de la bande. La consultation publique de décembre 2014 avait permis de recueillir une première vision des acteurs du marché sur les utilisations possibles de ces fréquences.

Depuis cette consultation publique, trois événements structurants sont à noter :

- les publications le 6 mars 2015 de la décision (15)01 de la CEPT et le 3 mai 2016 de la décision d'exécution 2016/687 de la Commission européenne qui précisent notamment les conditions d'utilisation de la bande 700 MHz ;
- la modification du TNRBF par l'arrêté du Premier ministre du 23 octobre 2015 qui prévoit le partage la bande 700 MHz entre l'Arcep et le ministère de l'Intérieur à partir du 1^{er} juillet 2019 :

694	698	703		733	736		753	758		788
698	703		733	736		753	758		788	791
Arcep	MINT		Arcep	MINT		Arcep	MINT		Arcep	MINT
4 MHz	5 MHz		30 MHz (6 blocs de 5 MHz)	3 MHz		17 MHz	5 MHz		30 MHz (6 blocs de 5 MHz)	3 MHz

Figure 13 : Affectataires de la bande 700 MHz à partir du 1^{er} juillet 2019
(MINT : ministère de l'Intérieur)

Il convient de noter que les usages de type PMSE (*Programme making and special events*) devront avoir libéré la bande 700 MHz au plus tard le 1^{er} juillet 2019 ;

- l'attribution en décembre 2015 par l'Arcep d'autorisations d'utilisation des bandes 703 - 733 MHz et 758 - 788 MHz en métropole pour le déploiement de réseaux mobiles ouverts au public et utilisant le mode FDD.

À l'occasion de la présente consultation publique, l'Arcep souhaite recueillir la vision des acteurs sur l'utilisation à venir des fréquences de la bande 700 MHz qui sont affectées à l'Arcep et n'ont pas fait l'objet d'attribution, à savoir les bandes 694 - 698 MHz et 736 - 753 MHz, en vue de préparer à terme leur attribution éventuelle.

En particulier, la décision ECC (15)01 en date du 6 mars 2015³³ précise que la bande 738 - 758 MHz pourra être utilisée pour attribuer jusqu'à 4 blocs de 5 MHz en vue d'une utilisation des fréquences de type SDL, pour établir des réseaux mobiles à très haut débit. Il est donc possible, dans les fréquences affectées à l'Arcep, de prévoir l'attribution en France métropolitaine des 15 MHz de la bande 738 - 753 MHz en mode SDL pour des services mobiles à très haut débit.

³² www.ero-docdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/CEPTREP053.PDF

³³ <http://www.ero-docdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCDEC1501.PDF>

Les bandes 694 - 698 MHz et 736 - 738 MHz pourraient être non attribuées pour servir de bande de garde.

L'usage de la bande 700 MHz pourrait ainsi être le suivant à partir du 1^{er} juillet 2019 :

694	698	703		733	736	738		753	758		788
698	703		733	736	738		753	758		788	791
	MINT (UL)	Mobile (UL)			MINT (UL)		Mobile (SDL)	MINT (DL)	Mobile (DL)		MINT (DL)
4 MHz	5 MHz	30 MHz (6 blocs de 5 MHz)			3 MHz 2 MHz		15 MHz	5 MHz	30 MHz (6 blocs de 5 MHz)		3 MHz

Figure 14 : Usage possible de la bande 700 MHz à partir du 1^{er} juillet 2019
(UL : voie montante, DL : voie descendante)

À ce jour, l'écosystème industriel ne semble pas suffisamment mature pour une utilisation à court terme de la bande 738 - 753 MHz. L'Arcep n'envisage donc pas de procéder à son attribution avant le 1^{er} juillet 2019.

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 ?

3.6 La bande 400 MHz

3.6.1 L'état de la bande 400 MHz

La « bande 400 MHz », constituée des sous-bandes 380 - 399,9 MHz, 406,1 - 430 MHz et 440 - 470 MHz, est la principale bande de fréquences utilisée par les réseaux PMR à bas débit.

Les sous-bandes de fréquences 410 - 430 MHz et 450 - 470 MHz sont harmonisées au niveau européen par la décision (04)06 de la CEPT³⁴ pour la mise en œuvre de réseaux PMR. En France, ces bandes de fréquences sont partagées avec le ministère de la Défense : l'Arcep dispose ainsi de deux blocs de fréquences de 5,5 MHz dans la bande 410 - 430 MHz et deux blocs de 7 MHz dans la bande 450 - 470 MHz :

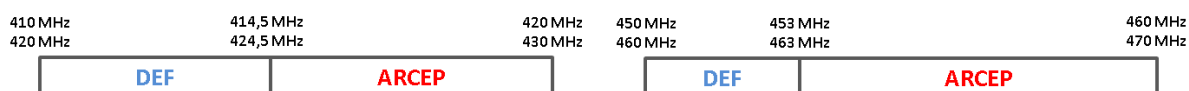


Figure 15 : Affectataires des fréquences des sous-bandes 410 - 430 MHz et 450 - 470 MHz

Les bandes attribuées à l'Arcep sont fortement utilisées par des systèmes PMR à bande étroite, utilisant des canalisations de 25 kHz ou moins.

³⁴ <http://www.ero-docdb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCDec0406.pdf>

3.6.2 Les travaux en cours sur l'évolution de la bande 400 MHz pour l'introduction de la technologie LTE

La bande 400 MHz fait actuellement l'objet de réflexions au niveau de la CEPT en vue, d'une part, d'introduire dans tout ou partie des bandes 410 - 430 MHz et 450 - 470 MHz des réseaux basés sur la technologie LTE avec des canalisations de 1,4 MHz, 3 MHz ou 5 MHz et, d'autre part, d'élaborer des conditions techniques harmonisées pour les réseaux de sécurité (*Public Protection and Disaster Relief* ou PPDR) à très haut débit dans les sous bandes 450,5 - 456,0 MHz / 460,5 - 466,0 MHz et 452,0 - 457,5 MHz / 462,0 - 467,5 MHz.

En France, des travaux sont ainsi actuellement en cours pour évaluer la possibilité d'attribuer des autorisations d'utilisation de bandes de fréquences plus larges, qui permettraient l'introduction de la technologie LTE dans la bande 400 MHz.

L'Arcep constate toutefois une utilisation intensive des fréquences de la bande 400 MHz qui lui sont affectées notamment dans les grandes villes et autour des grands sites industriels. Il est donc complexe d'y trouver des fréquences disponibles en quantité suffisante.

Des réaménagements ou des regroupements de réseaux à bande étroite actuellement autorisés seraient donc probablement nécessaires pour permettre de dégager du spectre.

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 ?

3.7 La bande 26 GHz

Les besoins toujours plus importants en bande passante, dans le cadre du développement des réseaux 4G et de l'arrivée des futurs réseaux 5G, ont conduits les différentes parties prenantes de l'industrie mobile à s'intéresser aux bandes dites « millimétriques ». En effet, ces bandes de plusieurs dizaines de gigahertz permettent l'utilisation de canalisations très larges qui permettront aux futurs terminaux 5G d'atteindre des débits de l'ordre de 10 Gbit/s.

Parmi ces bandes, dont l'utilisation est inédite pour le déploiement de réseaux mobiles ouverts au public, la bande 26 GHz semble le support privilégié pour le déploiement rapide de services 5G en Europe. À cet égard, le RSPG (*Radio Spectrum Policy Group*) a identifié cette bande comme « pionnière » dans son avis du 9 novembre 2016³⁵ sur les fréquences de la 5G.

Néanmoins, la bande 26 GHz, comme nombre de bandes millimétriques, est pour le moment dévolue aux usages civils historiquement prédominants dans ces bandes pour des communications électroniques : liaisons d'infrastructures (faisceaux hertziens) et communications par satellite.

Un des enjeux de la 5G, encore plus que pour les technologies précédentes, sera le partage du spectre et la cohabitation de différentes utilisations au sein des mêmes bandes de fréquences. Pour l'introduction de la 5G en bande 26 GHz, il conviendrait de composer avec les 4500 faisceaux

³⁵ http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf

hertziens déjà autorisés par l'Arcep, et dont le nombre est en forte croissance, ainsi qu'avec les utilisations satellitaires (stations fixes du service par satellite).

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 ?

Partie 4.

Les modalités d'attribution des fréquences

La présente partie examine les modalités possibles d'attribution d'autorisations dans les bandes mentionnées en Partie 3.

À ce stade, l'Arcep identifie deux bandes de fréquences pour lesquelles des attributions pourraient être envisagées à partir de 2017 : la bande 2570 - 2620 MHz (2,6 GHz TDD) et la bande 3400 - 3600 MHz (3,5 GHz).

La bande 2,6 GHz TDD pourrait répondre aux besoins des services mobiles professionnels. Ainsi, les 40 MHz seraient attribuables dans les conditions définies dans la partie 4.3.

La bande 3,5 GHz pourrait quant à elle répondre aux besoins des services d'accès fixe à Internet. Ainsi, l'Arcep pourrait attribuer, selon des modalités tenant compte des attributions existantes, 40 MHz de cette bande, en zone rurale, dans les conditions définies dans la partie 4.2.

Le reste de la bande 3,5 GHz (excepté les fréquences déjà attribuées actuellement) serait quant à lui destiné au développement de la 5G, et serait attribué ultérieurement.

Ce schéma d'utilisation des fréquences présente notamment l'avantage de pouvoir être mis en œuvre rapidement pour ce qui concerne les besoins mobiles professionnels et les besoins pour l'accès fixe à Internet qui sont les plus immédiats.

Une approche alternative pourrait être le partage géographique de la bande 2,6 GHz TDD entre les services mobiles professionnels (zones denses) et les services d'accès fixe à Internet (zones rurales), la bande 3,5 GHz étant quant à elle entièrement utilisée pour les services mobiles ouverts au public. L'Arcep estime cependant que cette approche serait plus complexe et longue à mettre en œuvre, puisqu'il serait nécessaire de spécifier, en amont des attributions de fréquences, un mécanisme de partage géographique entre les services mobiles professionnels et les accès fixes à Internet. Afin de permettre de répondre au plus vite aux besoins mobiles professionnels et aux besoins d'accès fixe à Internet, l'Arcep estime que cette approche n'est pas à privilégier.

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

La suite de la présente partie vise à préparer les prochaines attributions de fréquences pour les besoins mobiles professionnels et les besoins d'accès fixe à Internet et à définir les modalités envisageables, sans cibler une bande particulière. Le choix final des bandes de fréquences pour lesquelles des attributions de fréquences auront lieu dépendra notamment des réponses apportées à la présente consultation publique.

La partie 4.1 explore plus en détail le principe d'un partage géographique des fréquences, mentionné plus haut, notamment les critères pertinents pour définir les différentes zones d'attribution. Ce partage devrait notamment être mis en œuvre si finalement l'option alternative, consistant à partager la bande 2,6 GHz entre les besoins mobiles professionnels et les services d'accès fixe à Internet, était retenue.

Les parties 4.2 et 4.3 examinent quant à elles les principales modalités d'attributions d'autorisations individuelles auxquelles l'Arcep pourrait recourir, notamment dans les bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz, pour tenir compte des besoins localisés d'accès fixe à Internet et des besoins mobiles professionnels. En fonction du besoin, les caractéristiques de la procédure d'attribution pourront en effet différer.

4.1 Le partage géographique de fréquences

L'Arcep constate que certains usages identifiés en Partie 1 ont vocation à se développer dans des zones géographiques spécifiques. Selon la complémentarité de ces zones géographiques, tout ou partie d'une bande de fréquences pourrait être utilisée dans deux zones géographiques distinctes pour des usages différents.

En ce qui concerne les besoins en fréquences pour des services mobiles professionnels pour du haut débit, ceux-ci se concentrent souvent localement, sur l'emprise de chaque entité professionnelle concernée ; la majorité de ces besoins existent dans des zones denses, même s'il existe, dans une moindre mesure, un besoin d'accès aux fréquences pour des services professionnels à haut débit dans certaines zones rurales. Les besoins en matière d'accès fixe à Internet par voie hertzienne sont également locaux et correspondent principalement à des zones rurales où l'accès filaire à Internet n'est pas suffisamment performant.

Ainsi, afin d'assurer une utilisation efficace du spectre et d'éviter que des fréquences attribuées sur l'ensemble d'un département, d'une région ou du territoire métropolitain ne soient inutilisées sur certaines parties de leur périmètre géographique, l'Arcep souhaite explorer la possibilité d'un partage géographique des attributions de fréquences entre les zones denses et les zones rurales, pour les besoins mobiles professionnels d'une part et les services d'accès fixe à Internet d'autre part. Étant donnée l'utilisation actuelle des fréquences en zones rurales pour établir des réseaux dédiés à l'aménagement numérique du territoire, bénéficiant systématiquement de subventions publiques, et compte tenu notamment des règles applicables en matière d'aides d'État, il conviendrait probablement de réutiliser la distinction entre « zones d'investissement public » et « zones d'investissement privé » utilisée dans le cadre du déploiement des réseaux de boucle locale à très haut débit en fibre optique.

Les fréquences pourraient ainsi être attribuées en vue de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet dans les zones d'investissement public et être attribuées en vue de répondre aux besoins mobiles professionnels dans les zones d'investissement privé.

En complément, il conviendrait probablement de prévoir une zone tampon entre les attributions en zones denses destinées aux besoins professionnels et les attributions en zones rurales destinées à l'accès fixe à Internet, et d'y définir des conditions de coexistence entre les différents utilisateurs de fréquences.

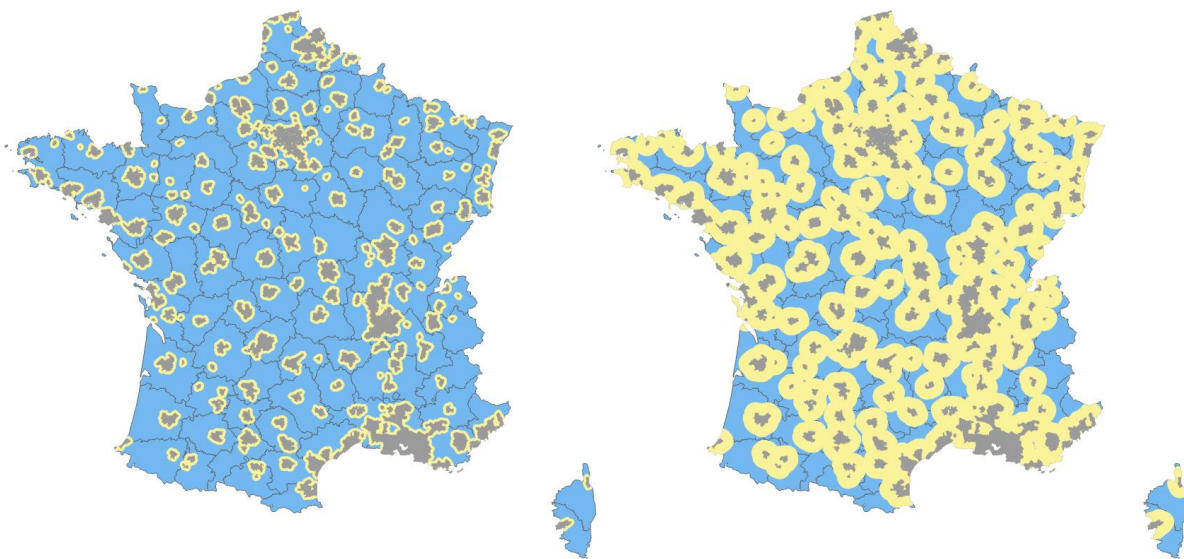


Figure 16 : Partage géographique de la bande 2,6 GHz
« zones denses » (en gris), « zones rurales » (en bleu) et « zone tampon » (en jaune) de 5 km (à gauche) ou de 20 km (à droite), définies à partir des « zones d'investissement public » et « zones d'investissement privé »

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 ?

4.2 Les modalités d'attribution des fréquences pour répondre à des besoins d'accès fixe à Internet à très haut débit

La présente partie vise à recueillir les commentaires des acteurs sur les modalités envisageables pour attribuer des fréquences permettant de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet à très haut débit. En fonction des réponses aux questions de la Partie 3 et du début de la Partie 4, l'Arcep pourrait attribuer des fréquences de l'une des bandes citées en Partie 3. À ce stade, comme indiqué au début de la Partie 4, l'Arcep envisage l'utilisation de la bande 3,5 GHz pour les besoins d'accès fixe à Internet à très haut débit. Néanmoins, dans la présente partie, aucune bande particulière n'est visée.

Par ailleurs, l'Arcep rappelle que dans l'hypothèse où le déploiement de réseaux permettant de répondre aux besoins d'accès fixe à Internet à très haut débit bénéficierait d'un soutien financier public, les règles en matière d'aides d'État devront être respectées.

4.2.1 Caractéristiques principales de l'attribution

Concernant les autorisations d'utilisation de fréquences que l'Arcep devrait délivrer, la quantité de fréquences attribuée devrait être suffisante pour permettre un accès à Internet à très haut débit,

c'est-à-dire à un débit descendant d'au moins 30 Mbit/s. *A priori*, les technologies envisagées permettent ce type de débit à condition de disposer de plusieurs dizaines de mégahertz de fréquences, par exemple 40 MHz. Les canalisations de fréquences attribuées devraient donc être suffisamment larges.

D'un point de vue géographique, le besoin d'accès fixe à Internet par voie hertzienne à très haut débit existe *a priori* dans les zones où les solutions filaires d'accès à Internet ne permettent pas d'obtenir des débits et une qualité de service satisfaisants. Ces zones sont situées principalement en zones rurales. Les attributions de fréquences visant à répondre au besoin d'accès fixe à Internet à très haut débit devraient donc **prendre en compte les enjeux liés à l'aménagement numérique du territoire**, et permettre ainsi de couvrir ces zones rurales actuellement mal desservies par les solutions filaires et dans lesquelles des solutions filaires permettant de fournir des services à très haut débit ne seront pas disponibles à court terme.

Conformément aux dispositions du CPCE, et afin notamment de répondre à un enjeu d'aménagement du territoire, l'Arcep peut imposer dans ses autorisations d'utilisation de fréquences des obligations de déploiement. Les autorisations d'utilisation de fréquences devraient ainsi comporter une obligation de fournir un service d'accès fixe à Internet à très haut débit. Cette obligation aurait pour objectif la fourniture d'un service d'accès fixe à Internet à très haut débit à l'ensemble des foyers qui ne bénéficie pas d'un tel accès ou n'en bénéficiera pas à court terme. Ainsi, les « zones d'investissement privé » seraient *de facto* exclues du périmètre de l'attribution.

À cet égard, à la connaissance de l'Arcep, les réseaux hertziens existants et proposant un service d'accès fixe à Internet dans des zones ne disposant pas d'autres solutions satisfaisantes ont tous été déployés dans le cadre de réseaux d'initiative publique, avec des subventions publiques, dans un objectif d'aménagement du territoire. Il apparaît ainsi, d'une part, que les opérateurs privés n'ont pas souhaité ou pu investir dans les zones concernées sans bénéficier d'un soutien financier public, compte tenu notamment des coûts de déploiement et des revenus qui peuvent être anticipés et, d'autre part, que le déploiement de plusieurs réseaux permettant de répondre à l'ensemble des besoins d'accès fixe à Internet dans ces zones paraît peu probable à court ou moyen termes.

Au regard de ces éléments, l'Arcep considère ainsi que l'attribution devrait concerner un bloc unique de fréquences, dans le but, *in fine*, de remplir les objectifs d'aménagement du territoire.

Étant donné le rôle joué par les collectivités territoriales dans l'aménagement numérique du territoire, il apparaît également qu'il existe un enjeu de synchronisation entre l'attribution des fréquences et les réflexions des collectivités territoriales relatives à la bonne desserte de leurs territoires par les réseaux à très haut débit et au besoin de réseaux hertziens le cas échéant. Ces réflexions peuvent présenter des niveaux de maturité différents d'un territoire à l'autre. *A priori*, le calendrier de l'attribution devrait donc prendre en compte cet enjeu de synchronisation.

Enfin, dans la mesure où des fréquences de la bande 3,5 GHz sont déjà, actuellement, attribuées pour établir des réseaux de boucle locale radio et où le déploiement du très haut débit par voie filaire aura significativement évolué à l'échéance de ces autorisations (le 24 juillet 2026), les nouvelles autorisations qui seraient délivrées dans cette bande ou dans d'autres bandes pourraient également avoir comme échéance le 24 juillet 2026. Cela permettrait de fournir des services d'accès fixe à Internet à très haut débit pendant une durée significative et d'évaluer, d'ici la fin de ces autorisations, à quel rythme des technologies alternatives, notamment filaires, pourraient être disponibles, et donc l'opportunité et les modalités du renouvellement de ces autorisations.

4.2.2 Exemple de modalités d'attribution

Compte tenu des caractéristiques exposées en partie 4.2.1 ci-dessus, notamment des obligations de couverture et du périmètre géographique proposé (zones rurales), il pourrait être envisagé une

attribution de fréquences pour répondre à des besoins d'accès fixe à Internet à très haut débit au fil des demandes, selon les modalités suivantes :

- L'Arcep annoncerait que les fréquences sont disponibles pour l'attribution (à l'échelle d'un ou plusieurs départements) et préciserait par ailleurs l'objectif à atteindre en matière d'aménagement numérique du territoire ;
- Le demandeur de telles fréquences préciserait notamment dans son dossier de demande les déploiements qu'il prévoit de réaliser, le périmètre géographique qu'il entend couvrir et son plan d'affaires. Ces déploiements devraient permettre de remplir effectivement les objectifs de couverture de la zone d'initiative publique du territoire concerné en services à très haut débit fixe ;
- L'Arcep délivrerait, le cas échéant et à condition notamment que le demandeur démontre sa capacité financière à faire face durablement à ses obligations, une autorisation d'utilisation de fréquences qui reprendrait en tant qu'obligation de déploiement les éléments précisés par le demandeur et correspondant à l'objectif d'aménagement numérique du territoire défini par l'Arcep. Le périmètre de cette autorisation serait circonscrit aux seules zones couvertes par les déploiements prévus.

Le choix final des modalités d'attribution dépendra toutefois des marques d'intérêt recensées à l'issue de la présente consultation publique et l'Arcep invite les contributeurs à indiquer tout autre point qu'il leur semblerait utile de prendre en compte concernant les modalités envisagées ci-dessus.

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 ?

4.3 Les modalités d'attribution de fréquences pour répondre à des besoins professionnels (PMR)

La présente partie vise à recueillir les commentaires des acteurs sur les modalités envisageables d'attribution de fréquences permettant de répondre aux besoins professionnels. En fonction des réponses aux questions de la Partie 3 et du début de la Partie 4, une telle procédure pourrait être menée sur l'une des bandes citées en Partie 3. À ce stade, comme indiqué précédemment, l'Arcep vise la bande 2,6 GHz TDD. Néanmoins, dans la présente partie, aucune bande particulière n'est visée.

À ce jour, les besoins professionnels sont satisfaits soit par l'utilisation des réseaux mobiles ouverts au public, soit par l'établissement de réseaux indépendants dédiés utilisant des fréquences de la bande 400 MHz attribuées au fil de l'eau.

Comme évoqué en partie 1.3, l'Arcep note que la principale évolution des besoins professionnels consiste en une évolution vers des services à haut débit utilisant des canalisations de plusieurs mégahertz au lieu de canalisations de quelques dizaines de kilohertz.

En fonction des réponses aux questions de la partie 1.3, il pourrait être opportun d'assurer que les services professionnels puissent se développer dans une bande de fréquences particulière. Cela pourrait notamment se justifier pour les services professionnels les plus critiques, pour lesquels les besoins en bande passante et la qualité de service devraient être garantis. En outre, cela permettrait de maximiser les chances que le service continue à fonctionner en cas de crise (sans risquer la préemption des ressources par les appels d'urgence du public, qui doivent être acheminés sur les réseaux des opérateurs en vertu de l'article D. 98-8 du CPCE). Dans la mesure où l'objectif est de

permettre le déploiement de réseaux à haut ou très haut débit, il serait nécessaire d'attribuer des blocs de fréquences assez larges, de l'ordre de quelques dizaines de mégahertz, par exemple 20 MHz.

Un mécanisme pourrait être nécessaire pour garantir que les services professionnels puissent se développer dans cette bande de fréquences particulière. Cette bande pourrait, par exemple, être réservée à l'établissement de réseaux indépendants.

Concernant le mode d'autorisation, deux possibilités, qui pourraient être complémentaires, paraissent envisageables :

- Une partie significative des besoins concernant l'intérieur des bâtiments – où les risques de brouillage sont plus faibles qu'à l'extérieur et où il existe souvent une responsabilité claire quant à la gestion de l'espace – il pourrait être envisagé de rendre les fréquences libres d'usage (pour l'établissement de réseaux indépendants) à l'intérieur des bâtiments, sous réserve de respecter une valeur limite de champ à l'extérieur des bâtiments ;
- Il est également envisageable de délivrer des autorisations individuelles, notamment pour l'extérieur des bâtiments, selon les modalités exposées dans la suite.

Les autorisations pourraient être délivrées au fil des demandes, dans les zones géographiques sur lesquelles porteraient les demandes.

Elles pourraient fixer des obligations de déploiement élevées (y compris à l'intérieur des bâtiments, si l'usage des fréquences n'y est pas rendu libre) et rapides (couverture complète en un an par exemple), ainsi que de fortes obligations de qualité de service (garantie de temps de rétablissement en quelques heures en cas de panne, maintien des communications internes en cas de coupure du lien vers l'extérieur...), adaptées aux services professionnels.

Par ailleurs, un mécanisme de partage de réseau pourrait également être envisagé, afin de tenir compte de l'émergence de besoins professionnels à différentes échéances selon les acteurs et de répondre aux besoins de ces derniers sans devoir réduire les quantités de fréquences attribuées à chacun, et ainsi de garantir la bonne utilisation des fréquences. Par exemple, il pourrait être envisagé les deux mécanismes suivants :

- L'autorisation exclusive des demandeurs. Des besoins professionnels d'autres exploitants de réseaux pouvant être exprimés dans un second temps, postérieurement à l'attribution des fréquences au demandeur, les autorisations délivrées zone par zone, en fonction des demandes, pourraient intégrer une obligation d'accepter les demandes raisonnables de partage de réseau ;
- L'autorisation de tout demandeur, via des autorisations individuelles non exclusives, zone par zone. Le fonctionnement des réseaux reposerait alors sur la coordination technique entre les attributaires.

La durée des autorisations pourrait être de 10 ans.

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 ?

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 ?

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

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) ?9

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 ?11

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 ?11

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 ?11

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 ?11

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 ?13

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) ?	16
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 ?	16
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 ?	19
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 ?	19
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 ?	21
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	21
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 ?	21
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 ?	22

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 ?22

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) ? 25

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 ?25

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 ?29

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 ?.....29

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 ?.....31

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 ?32

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 ?.....33

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 ?34

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 ?35

Question n°27. Avez-vous des commentaires concernant les projets de l'Arcep sur les bandes 2,6 GHz TDD et 3,5 GHz ?36

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 ?38

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 ?40

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 ?41

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 ?42

Question n°32. Quelles modalités d'attribution de fréquences proposez-vous pour répondre aux besoins en services mobiles professionnels ?42

Table des illustrations et des tableaux

Figure 1 : Volume de données mobiles consommés en France - source : observatoire de l'Arcep	7
Figure 2 : Part de la voie montante dans le trafic mobile - source : Rapport UIT-R M.2370-0, 2015.....	8
Figure 3 : Quantité de fréquences (en MHz) attribuées aux principaux opérateurs mobiles métropolitains au 25 mai 2016	9
Figure 4 : Utilisation des fréquences en mode FDD, en mode TDD sans synchronisation et en mode TDD avec synchronisation	21
Figure 5 : Fréquences de la bande 2,6 GHz TDD pouvant faire l'objet d'une procédure d'attribution.	24
Figure 6 : Attributions actuelles dans la bande 3,5 GHz	25
Figure 7 : Bande 3,5 GHz à La Réunion	26
Figure 8 : Bande 3,5 GHz à Mayotte	26
Figure 9 : Bande 3,5 GHz en Guadeloupe et en Martinique	26
Figure 10 : Bande 3,5 GHz en Guyane.....	27
Figure 11 : Bande 3,5 GHz à Saint-Pierre-et-Miquelon.....	27
Figure 12 : Principe de la suppression de l'écart duplex pour les attributions existantes.....	28
Figure 13 : Affectataires de la bande 700 MHz à partir du 1 ^{er} juillet 2019	32
Figure 14 : Usage possible de la bande 700 MHz à partir du 1 ^{er} juillet 2019	33
Figure 15 : Affectataires des fréquences des sous-bandes 410 - 430 MHz et 450 - 470 MHz	33
Figure 16 : Partage géographique de la bande 2,6 GHz.....	38

Sommaire

Avant-propos	2
Modalités pratiques de la consultation publique	3
Introduction	4
Partie 1. Des besoins en fréquences pour différents usages	6
1.1 Les services mobiles ouverts au public.....	6
1.1.1 Le développement des usages mobiles.....	6
1.1.2 L'état des fréquences utilisées pour les services mobiles ouverts au public.....	8
1.2 L'accès fixe à Internet	9
1.2.1 Des attributions de fréquences en 2000 et 2006 avec un bilan mitigé	9
1.2.2 La modernisation des réseaux BLR pour l'aménagement numérique du territoire	10
1.2.3 La fourniture d'accès fixe à Internet par le biais d'autres réseaux	10
1.3 Les services mobiles professionnels (PMR)	11
1.3.1 L'évolution des besoins vers des services à haut débit	12
1.3.2 Les solutions en fréquences pour les besoins PMR	12
1.4 L'Internet des objets (IoT)	13
1.4.1 Différentes modalités d'utilisation des fréquences sont possibles	13
1.4.2 L'IoT dans les bandes « libres »	14
1.4.3 L'IoT dans des bandes soumises à autorisations individuelles	15
1.5 Les autres besoins	16
Partie 2. Le LTE : une technologie omniprésente	17
2.1 Les évolutions de la technologie LTE	17
2.1.1 Les évolutions du lien radio	17
2.1.2 L'utilisation des fréquences en mode SDL.....	17
2.1.3 L'évolution de l'architecture des réseaux : densification et virtualisation	18
2.1.4 L'utilisation conjointe de bandes soumises à autorisations individuelles et sous autorisation générale.....	18
2.1.5 L'utilisation de la technologie LTE pour les usages professionnels	18
2.1.6 L'utilisation de la technologie LTE pour l'Internet des objets.....	19
2.2 L'utilisation des fréquences en mode TDD et ses spécificités dans la prévention des brouillages.....	19
2.2.1 L'émergence du mode TDD	19
2.2.2 La prévention des brouillages.....	20
Partie 3. Les bandes de fréquences.....	23
3.1 La bande 2,6 GHz TDD	23
3.2 La bande 3400 - 3800 MHz	25
3.2.1 L'utilisation actuelle de la bande 3,5 GHz par les réseaux de boucle locale radio	25
3.2.2 L'évolution de la bande 3,5 GHz vers un écosystème TDD.....	27
3.2.3 L'attribution des fréquences disponibles dans la bande 3,5 GHz	28
3.2.4 La bande 3600 - 3800 MHz.....	29
3.3 La bande 1,4 GHz	29
3.3.1 La sous-bande 1452 - 1492 MHz ou « bande L »	29
3.3.2 L'ensemble de la bande 1427 - 1518 MHz.....	30

3.4	La bande 2,3 GHz	31
3.5	La partie SDL de la bande 700 MHz	32
3.6	La bande 400 MHz.....	33
3.6.1	L'état de la bande 400 MHz.....	33
3.6.2	Les travaux en cours sur l'évolution de la bande 400 MHz pour l'introduction de la technologie LTE	34
3.7	La bande 26 GHz	34
Partie 4.	<i>Les modalités d'attribution des fréquences.....</i>	36
4.1	Le partage géographique de fréquences	37
4.2	Les modalités d'attribution des fréquences pour répondre à des besoins d'accès fixe à Internet à très haut débit	38
4.2.1	Caractéristiques principales de l'attribution	38
4.2.2	Exemple de modalités d'attribution.....	39
4.3	Les modalités d'attribution de fréquences pour répondre à des besoins professionnels (PMR)	40
Liste des questions		43
Table des illustrations et des tableaux.....		47
Sommaire.....		48