

RÉPONSE DU GROUPE ORANGE
À LA CONSULTATION PUBLIQUE DE L'ARCEP SUR
L'ATTRIBUTION DE NOUVELLES FRÉQUENCES POUR LES
SERVICES MOBILES

23 SEPTEMBRE 2022

VERSION PUBLIQUE

Sommaire

1 Favoriser l'innovation grâce à la 5G et ses évolutions	8
1.1 Etat des lieux des déploiements 5G actuels	8
1.2 La 5G : une innovation de rupture qui continue d'évoluer vers la 6G.....	8
1.3 Les évolutions d'architecture des réseaux mobiles	11
1.4 Les usages et les besoins en fonctionnalités attendus	14
2 Des besoins spécifiques et émergents pour les acteurs verticaux.....	18
2.1 Etat des lieux des ressources en fréquences accessibles pour les acteurs verticaux ..	18
2.2 Innovation et développement économique.....	18
2.3 Différentes réponses techniques possibles	22
2.4 Evolution de l'écosystème pour répondre aux besoins des verticaux.....	26
3 Besoins sociétaux et obligations des autorisations d'utilisation de fréquences	28
3.1 Couverture et qualité de service des réseaux ouverts au public	28
3.1.1 Questions d'ordre général.....	28
3.1.2 Questions spécifiques à la couverture à l'intérieur des bâtiments.....	30
3.1.3 Question sur l'accès fixe par les réseaux hertziens terrestres.....	32
3.2 Numérique soutenable.....	34
3.3 Mutualisation	35
4 Questions spécifiques par bande de fréquences	40
4.1 Partage des fréquences et attributions localisées	41
4.2 Les fréquences harmonisées au niveau européen qui pourrait faire l'objet d'une attribution à court terme	43
4.2.1 La bande 1427-1517 MHz (dite 1,4 GHz)	43
4.2.2 La bande 24,25-27,5 GHz (dite 26 GHz).....	51
4.2.3 La bande 3410-3490 MHz (bas de la bande 3,5 GHz).....	56
4.2.4 La bande 2,1 GHz FDD (attribution des bandes de garde).....	59
4.2.5 La bande 2,1 GHz TDD	59
4.2.6 La bande 3,8 – 4,2 GHz	60
4.2.7 La bande 738-753 MHz (dite 700 MHz SDL)	63
4.2.8 La bande 66 - 71 GHz.....	63
4.3 Les fréquences identifiées à l'UIT en cours d'harmonisation européenne.....	64
4.3.1 La bande 42 GHz	64
4.3.2 La bande 450 – 470 MHz (dite bande 450 MHz)	65
4.4 Des bandes prospectives, en cours de discussion mondialement	67
4.4.1 La bande 470-694 MHz (bande UHF)	67
4.4.2 La bande 6425 – 7125 MHz (dite bande 6 GHz).....	69
4.4.3 Les bandes de fréquences au-delà de 90 GHz.....	71
5. Autres sujets éventuels	72

Dans la suite du document, « Orange » désigne le Groupe Orange.

Orange remercie l'Autorité de l'opportunité qui lui est offerte d'exprimer ses commentaires à propos de l'attribution de nouvelles fréquences pour les services mobiles.

La présente consultation publique revêt des enjeux essentiels pour Orange en termes d'attribution de nouvelles bandes de fréquences pour les années à venir et la prochaine décennie.

Dans notre réponse, nous partageons d'abord un état des lieux sur la 5G, ses évolutions et les prochains standards de technologies sans fil (6G, WiFi7...). Grâce à notre task-force d'innovation pour les nouvelles technologies, nous poursuivons notre stratégie de création de valeur. Nous contribuons significativement ainsi à la croissance du tissu économique du pays soutenue par les déploiements et les évolutions technologiques des réseaux.

Notre stratégie en matière d'offres sur les marchés grand public, professionnel et entreprises est de répondre à la croissance de la demande pour des services de données performants, résilients et de qualité. Pour le marché entreprise, la 5G permettra le développement de nouveaux services, en rupture avec ce que permettaient les précédentes générations.

Orange est déterminé à être un acteur moteur de la 5G en France, tant par les offres supportées par son réseau mobile ouvert au public que par des réseaux mobiles privés (Mobile Private Networks - MPNs) que ceux-ci soient construits sur des modèles dédiés autonomes, virtuels ou hybrides.

Orange est ainsi présent pour accompagner les verticales de l'économie dans leur modernisation et leur transformation numérique. Comme présenté dans ses réponses à la présente consultation publique, Orange a pour stratégie de se doter des moyens d'optimiser les ressources en fréquences sans les fragmenter, au bénéfice de solutions nouvelles adaptées aux différents domaines d'activités des verticaux.

En matière d'attribution de nouvelles fréquences à moyen et long termes, Orange identifie les bandes prioritaires suivantes et en détaille les éléments dans sa réponse soulignant aussi les points d'attentions. Il s'agit de

- i) **La bande 3420-3490 MHz**, [SDA : ...] afin de disposer du reliquat de fréquences de la bande cœur de la 5G grâce à une attribution au plus tard en juillet 2026 (date de fin des autorisations délivrées aux systèmes BLR / THD Radio). Cette attribution doit être réalisée au profit des opérateurs exploitant des réseaux mobiles nationaux.
- ii) **La bande 3,8-4,2 GHz** : Orange propose que la plus grande partie des ressources de la bande 3,8-4,2 GHz puisse être attribuée aux opérateurs mobiles nationaux (3,8 – 4,1 GHz). Toutefois, en fonction des résultats du guichet expérimental 3,8-4 GHz et des besoins des acteurs, l'attribution de la bande 4,1-4,2 GHz pourrait être associée à des autorisations locales, avec un modèle comparable à celui mis en œuvre pour le guichet 2,6 GHz TDD.
- iii) Les bandes plus prospectives : **la bande 6 GHz** pour la fin de cette décennie et **la bande UHF** pour la prochaine décennie.

S'agissant de la bande L (1432-1517 MHz), Orange s'interroge sur la pertinence d'une attribution à court terme. [SDA : ...]

Concernant la bande 26 GHz (24,25-27,5 GHz), compte tenu de l'absence d'un écosystème de terminaux, du nombre réduit de cas d'usages identifiés et de modèles d'affaires pertinents associés, du manque de visibilité sur la quantité de spectre effectivement exploitable et du besoin d'une étude sanitaire préalable de l'ANSES, Orange considère qu'il n'y a aucune urgence pour l'attribution de ces fréquences. Toutefois, pour tracer des perspectives crédibles sur l'utilisation de cette bande, Orange propose que l'Autorité organise et pilote à nouveau l'ouverture d'un guichet expérimental afin d'affiner les usages, les performances, les contraintes d'utilisation, la portée économique de la bande.

Dans ce contexte d'attribution de nouvelles fréquences à venir, Orange souhaite attirer l'attention de l'Autorité sur **le danger d'une fragmentation systématique du spectre pour répondre notamment à des besoins locaux**. Il est illustré tout particulièrement pour la bande 3,8-4,2 GHz, constituée d'une largeur de spectre importante (400 MHz) dont le morcellement constituerait une totale sous-utilisation inédite de ressources spectrales, conduisant à de large portion de fréquences non utilisées [SDA : ...] alors que l'Autorité doit veiller à une gestion efficace du spectre et au développement du secteur.

Par ailleurs, nous considérons que la fragmentation des fréquences, via une quantité de fréquences attribuée localement à différents acteurs, entraînerait une démultiplication de solutions - équipements antennaires, radio, cœur, lien de raccordement - en contradiction avec les efforts globaux à opérer en matière de sobriété et de moindre consommation énergétique.

A l'inverse, une attribution à l'échelle nationale aux opérateurs mobiles optimise l'utilisation du spectre, apporte une flexibilité dans les solutions apportées par le réseau d'un opérateur mobile, par exemple des solutions hybrides ou virtuelles pour répondre aux besoins spécifiques de verticaux. Cela permet aussi de pouvoir adresser les clients Grand Public. Par ailleurs, cette modalité permettrait de diminuer voire écarter tout risque d'atteinte à la sécurité ou à la souveraineté [SDA : ...].

S'agissant de la mutualisation, le cadre législatif et réglementaire n'a cessé de se renforcer au fur et à mesure des années, et récemment avec le new deal. De plus, au-delà de ce cadre, les opérateurs au travers d'accords, ont aussi réalisé leur déploiement avec du partage de sites. Ainsi, aujourd'hui, « *le partage des infrastructures passives est présent sur l'ensemble du territoire métropolitain : plus de 45 % des supports accueillent les équipements de plusieurs opérateurs* » selon l'Autorité¹, témoignant des efforts importants de la part des opérateurs en la matière.

A ce stade, nous considérons que **le renforcement du cadre réglementaire visant à mutualiser les infrastructures actives ou passives des opérateurs n'est pas justifié**. La mutualisation active ne doit pas limiter la capacité de différenciation des opérateurs mobiles, ce qui impacterait notamment la capacité d'innovation et d'investissement des opérateurs. Le marché des télécoms a fortement évolué : l'arrivée des Towercos avec leur modèle économique reposant notamment sur une optimisation du nombre d'acteurs sur un pylône, les enjeux environnementaux et l'économie des opérateurs nous paraissent suffisants pour mettre en œuvre le partage de sites là où il doit être utile, par le biais de contrats commerciaux.

Orange a souhaité rappeler dans sa réponse sa stratégie environnementale et sa politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre au travers de son plan stratégique Engage 2025, Orange s'étant engagé à être Net Zéro Carbone d'ici 2040, soit dix ans avant les objectifs du secteur des Telecom. Cependant, les analyses d'impacts environnementaux de la gestion du spectre, telles que proposées par l'Autorité au travers des questions par bande, constituent un

¹ Rapport d'activité de l'Arcep, édition 2021

champ d'exploration nouveau, des travaux à l'échelle mondiale devant être lancés prochainement au niveau de l'UIT notamment.

A ce stade des réflexions, et à l'instar de la saisine gouvernementale auprès de l'Autorité d'**étudier la prise en compte des enjeux environnementaux** dans les critères d'attribution de fréquences de la bande 26 GHz liée à la 5G, il nous semble opportun que ces études soient conduites **pour chaque bande dont l'attribution pourrait intervenir à court ou moyen terme** [SDA ...].

Enfin, l'Autorité a introduit des concepts nouveaux tels que « **broker de spectre** » et « **broker de slices** » dont les définitions restent encore floues laissant à tout un chacun le choix d'interpréter ces concepts selon leurs intérêts au risque de produire des effets délétères sur les opérateurs mobiles et la sécurité de leurs réseaux sans aucun bénéfice pour le consommateur final.

En effet, ces concepts nous semblent dangereux eu égard à la gestion efficace du spectre et à la sécurité d'accès au spectre [SDA : ...]. En cela, **Orange est totalement défavorable à l'introduction de ces concepts et de fait, à l'attribution de fréquences à ces « brokers ».**

1 Favoriser l'innovation grâce à la 5G et ses évolutions

1.1 Etat des lieux des déploiements 5G actuels

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

Question 1. Quelles sont les évolutions les plus pertinentes apportées par les Release 16 et Release 17 de la 5G ? A quelles échéances ces évolutions seront-elles disponibles dans les réseaux et les terminaux ? Le cas échéant, quels besoins nouveaux en fréquences ces évolutions vont-elles susciter ?

Les principales évolutions des Releases 16 et 17 de la 5G ayant trait aux fréquences impliquent d'une part l'accès à de nouvelles bandes de fréquences, et d'autre part au développement de nouveaux services. En termes de disponibilité commerciale, il est nécessaire de compter au minimum 18 mois de développement suite à la finalisation des releases 3GPP. A ce stade, les roadmaps de ces fonctionnalités, même si spécifiées et intéressantes, restent incertaines dans les terminaux et dans les équipements réseau, et dépendront de la demande du marché. De plus, pour des raisons économiques, la fonctionnalité peut être parfois implémentée dans certains terminaux haut de gamme seulement.

Les principales fonctionnalités développées en Rel-16 et Rel-17 sont les suivantes :

- En Rel-16, la principale innovation sur l'usage du spectre est le NR-Unlicensed (NR-U). Il permet d'opérer la 5G en deux modes possibles, l'un équivaut au LAA (Licensed Assisted Access) avec agrégation de spectre non-licencié et licencié, l'autre est plus novateur, permettant un usage dit « stand-alone » de spectre non-licencié. Le NR-U permet en théorie de déployer la 5G sans licence, et pourrait servir le marché B2B. Cependant la non-garantie d'accès aux ressources spectrales peut faire douter de l'efficacité du NR-U à répondre aux exigences de l'industrie, d'autant plus pour des usages à faible latence et haute fiabilité (URLLC).
- La possibilité de pairage « SDL + SUL » a également été spécifiée en Rel-16, permettant l'agrégation du SDL en bande L avec une bande UL en 800 ou en 900 MHz. Ce mode est particulièrement intéressant pour permettre un accès immédiat au SDL sans avoir recours à l'établissement du « Carrier Aggregation », et pour optimiser de fait l'utilisation de la bande. Cependant, ce mode n'est pas prévu à date dans les « roadmaps » d'implémentation des terminaux et des équipements réseau.
- La fonctionnalité Integrated Access & Backhaul (IAB), dont une première version a vu le jour en Rel-16, suivie d'évolutions en Rel-17 et Rel-18, permet de partager l'usage des mêmes ressources spectrales entre accès et backhaul. Visant essentiellement la bande millimétrique, elle peut fournir une solution de backhaul sans fil et ainsi éviter l'emploi systématique de fibre pour des déploiements en 26 GHz sur du mobilier urbain.
- Les services de connectivité V2x ont été étendus du LTE à la 5G en Rel-16, permettant un usage dit « NR sidelink » entre véhicules, en s'appuyant notamment sur l'usage de la bande

ITS (Intelligent Transport System) en 5.9 GHz. La norme s'applique également aux services public safety et permet à ce stade l'usage de certaines bandes licenciées telles que la bande 2.6 GHz TDD.

- Parmi les nouvelles bandes de fréquences spécifiées en Rel-17, la bande 6 GHz (6.425 – 7.125 MHz) constitue pour Orange un objectif prioritaire pour un usage mobile grand public. Elle a été spécifiée sur la base des exigences du régulateur RCC (Regional Commonwealth in the field of Communications), et pourra nécessiter potentiellement une adaptation pour des spécificités CEPT. L'obtention d'un mode licencié en Europe est une priorité pour Orange. Un déploiement macro serait possible, avec une couverture « outdoor » proche du 3,5 GHz.
- En Rel-17 a également été introduite la bande 60 GHz étendue (52.6 - 71GHz), à la fois en mode licencié et non licencié. Les besoins de cette bande ne sont pas clairs en Europe à court ou moyen-terme, sachant que la bande 26 GHz n'a pas encore été déployée.
- Une version de la 5G adaptée aux services IoT a été spécifiée en Rel-17 sous le nom de « RedCap » (Reduced Capability). Ce service vise à être déployé en coexistence avec le mobile broadband sur les mêmes fréquences.
- L'accès radio 5G par satellite a été spécifié en Rel-17, et pourrait être théoriquement déployé avec des fréquences dédiées ou par une réutilisation de fréquences terrestres licenciées non utilisées dans des zones géographiques isolées, cas de figure peu applicable à la France. La coexistence entre spectre satellitaire et terrestre devra être, au cas par cas, précisément étudiée.

Question 2. Même question pour la Release 18 (« 5G Advanced »), la 6G et le Wifi 7.

Release 18

Plusieurs évolutions intéressantes sont en cours d'étude ou de spécification pour la Rel-18 du 3GPP, prévue pour fin 2023 avec des premiers équipements au mieux vers mi-2025.

- Le « Narrow Band NR » permettra des canalisations entre 3 et 5 MHz, inférieures au minimum actuel de la 5G (5 MHz). Cette évolution soutenue par Orange cible notamment deux cas d'usage pour le marché français. Le premier usage vise la migration du service GSM-R vers la 5G, rendant possible un partage de spectre entre GSM-R et 5G dans une allocation de 2x5,6 MHz en bande 900 MHz. Le second cas d'usage cible la bande PPDR de 2x3 MHz en 700 MHz.
- L'évolution du NR duplex, avec notamment un nouveau mode permettant sur une trame TDD des allocations DL ou UL sur différentes sous-bandes de fréquences d'un même time-slot. Combiné à des améliorations de gestion d'interférences, cette évolution vise à faciliter la coexistence entre trames TDD distinctes, notamment entre sites macro et sites indoor. Orange reste réservé sur la faisabilité réelle de ce type de scénario, qui nécessitera soit de sacrifier de la capacité macro, soit d'assurer une isolation suffisante entre sites macro et indoor.
- Des fonctionnalités pour faciliter le support des drones (dits « Uncrewed Aerial Vehicles ») en 5G, permettant une meilleure identification des drones, ainsi qu'une gestion dynamique de leur mobilité par le biais d'un reporting de l'altitude, de la vitesse, et du plan de vol.

- Une étude des services XR et Cloud Gaming, afin d'identifier des mécanismes d'optimisation bout-en-bout de ces services exigeants en termes de QoS et de capacité réseau.

La 6G

- ✓ Pour Orange, la 6G doit apporter de la valeur à la société dans les années 2030, de manière sécurisée, résiliente et durable écologiquement et économiquement, répondant ainsi aux enjeux sociétaux et environnementaux futurs. En particulier, en plus d'optimiser sa propre empreinte carbone, la 6G peut contribuer à transformer l'économie pour réduire les émissions de carbone, comme l'exige l'Accord de Paris en vue de limiter le réchauffement climatique. En effet, la 6G peut contribuer à réduire l'impact environnemental de divers secteurs (transport, industrie, etc.) en permettant de nouveaux services pour optimiser leur consommation d'énergie et l'utilisation des ressources naturelles.
- ✓ Le livre blanc d'Orange fournit un aperçu du processus de développement actuel de la 6G. Il propose également une voie pour concrétiser la vision sociétale et environnementale d'Orange pour la 6G. Il est accessible via ce lien : <https://hellofuture.orange.com/app/uploads/2022/05/Livre-Blanc-%E2%80%93-La-vision-dOrange-pour-la-6G-%E2%80%93-Mars-2022.pdf> ,
- ✓ La roadmap :
 - 2026 : lancement des études techniques en normalisation
 - 2028 : premières spécifications
 - 2030 : lancement de la 6G
- ✓ Ce sont actuellement des sujets de recherche long terme avec très peu de certitudes sur ce qui sera réellement utilisé en 6G
- ✓ Parmi les principes de conception, il faut noter :
 - La surveillance de la consommation d'énergie et évaluer l'impact environnemental intégré
 - Le principe de Consommer zéro Watt à charge nulle
 - La modularité matérielle et logicielle comme socle pour prolonger la durée d'utilisation des équipements
 - De nouvelles bandes de fréquences utilisables par ces nouvelles technologies avec amélioration de la gestion du spectre,
 - L'extension et le renforcement du partage des ressources
 - L'intégration de tous les types de réseaux d'accès pour tirer pleinement parti de leurs capacités (développement en continuité de la 5G NTN (Non Terrestrial network) de la rel18 du 3GPP)
 - La 6G conçue comme un réseau fiable
 - La 6G conçue comme cloud native
 - La perception et l'imagerie radio (détection d'objets et mouvements)
 - Les plates-formes satellites et à haute altitude (HAP)
 - La recherche sur des bandes de fréquences > 100 GHz [lien avec la question n°95]. Les cas d'usages concernent les communications à très courte distance et la détection de proximité par des capteurs (« sensing »)
 - Les surfaces intelligentes reconfigurables (RIS).

Le WiFi 7

Plusieurs évolutions intéressantes sont prévues dans le WiFi 7, dont la certification à la « WiFi alliance » devrait être complétée fin 2023.

- Une nouvelle modulation (4k QAM) va permettre d'améliorer les débits pic du wifi, mais dans un rayon inférieur à 3m autour de point d'accès WiFi.
- L'introduction de canaux de 320 MHz de largeur (maximum de 160 MHz auparavant) permet d'augmenter les débits, toutefois elle a un intérêt limité à date avec le spectre disponible car on pourrait avoir seulement 2 canaux de 320 MHz qui se chevauchent.
- La fonctionnalité « multi-ressource unit » permettra d'utiliser des sous portions de canaux et donc éviter des canaux très interférés et donc l'amélioration des performances.
- La fonctionnalité « multi link operation » permettra d'utiliser 2 bandes de fréquences en même temps pour la transmission de façon similaire à l'agrégation de porteuses en 4G et 5G améliorant ainsi les performances en débit et en latence.

Les produits Wi-Fi 7 ne vont pas tarder à arriver, les premiers prototypes de chipsets sont déjà disponibles. Les premiers points d'accès Wi-Fi grand public, PC portables et smartphones haut de gamme sont attendus pour début 2023. Des annonces devraient être faites à l'occasion du prochain CES (Consumer Electronics Show) en janvier 2023. Enfin, des produits plus évolués, dédiés au marché de l'entreprise ou fournis par les opérateurs à leurs clients, devraient arriver fin 2023 – début 2024. En pratique, les difficultés d'approvisionnement actuelles pourraient retarder l'arrivée de ces produits.

Question 3. Identifiez-vous d'autres évolutions des technologies mobiles pour des usages spécifiques, qui pourraient susciter des besoins nouveaux en fréquences, par exemple les communications entre terminaux ou le broadcast/multicast ? Si oui, lesquelles et pour quels usages ?

Les analyses menées par Orange montrent qu'à date il n'y a pas d'écosystème pour les communications entre terminaux. Par conséquent, Orange n'identifie pas de nouveaux besoins en fréquences liés à ces usages.

Orange continue sa veille technologique sur la 5G Broadcast/Multicast de manière à pouvoir utiliser ces technologies en cas de nécessité. Nos remarques figurent dans la réponse à la question n°90.

1.3 Les évolutions d'architecture des réseaux mobiles

Question 4. En tant qu'opérateur ou entreprise, dans quelle mesure prévoyez-vous d'intégrer ces architectures ouvertes dans votre stratégie de déploiement de réseau ? Plus particulièrement, dans quel cadre et pour quels besoins estimez-vous pertinente l'introduction du *edge computing* dans les réseaux mobiles ? Quels enjeux notamment en matière d'accès, de caractéristiques de déploiement et d'usages identifiez-vous ? Comment faudrait-il y répondre ?

L'Open RAN et l'Edge Computing sont deux évolutions d'architecture réseaux qu'Orange prévoit d'intégrer dans son réseau mobile, selon leur niveau de maturité et de disponibilité.

Concernant l'Open RAN, tout d'abord, nous souhaitons souligner combien Orange est particulièrement actif dans la communauté « O-RAN alliance » qui vise à écrire les spécifications pour rendre le réseau d'accès mobile interopérable, virtualisé, intelligent et ouvert.

L'Open RAN est avant tout un avantage pour l'opérateur lui permettant de diversifier les fournisseurs, diminuer la dépendance à quelques fournisseurs (« vendor lock-in ») et aller vers des réseaux virtualisés et automatisés.

La virtualisation et l'interopérabilité du RAN est réalisable à court terme pour des configurations simples, principalement sur des bandes FDD (frequency division duplex) de 10 à 20 MHz.

Cependant, l'Open RAN n'est pas encore mature ou comparable avec le RAN traditionnel sur plusieurs aspects dont les performances du massive MIMO en 5G, la parité des fonctionnalités, la consommation énergétique, la sécurité, la résilience, etc...

Le travail à l'ORAN Alliance va permettre d'avancer sur ces aspects mais il reste une part d'incertitudes sur la capacité des acteurs à atteindre les objectifs et sur le délai pour les atteindre :

(i) L'ouverture des interfaces enlève les verrous imposés par les fournisseurs RAN, mais il faut être conscient que c'est au dépend de fonctionnalités propriétaires qui permettent d'optimiser les performances. Par exemple :

- L'agrégation de porteuses LTE ou NR entre 2 eNB de 2 vendeurs différents ne fonctionne pas aujourd'hui et n'atteindra pas les performances d'un fournisseur unique.
- [SDA :]

(ii) La virtualisation de fonctions très complexes comme le massive MIMO nécessite des capacités de traitement importants et le recours à des cartes accélératrices. Orange reste vigilant sur l'aspect économique mais aussi énergétique. Peu de données sont disponibles à date pour pouvoir estimer si ORAN apportera un gain énergétique. Il est important également de considérer que la transformation éventuelle vers un réseau open RAN sera lente car les impacts opérationnels sont relativement lourds, que ce soit au niveau de l'architecture physique du réseau, de la gestion d'un réseau « softwarisé », du système d'information, des compétences métier, etc. A noter également que dans les cas de partage des réseaux, les opérateurs doivent être au même niveau de transformation et d'intégration OpenRAN, ce qui est relativement contraignant. Les avantages de l'OpenRAN ne seront donc pas visibles à court terme.

Concernant l'edge computing, qui consiste à avoir des centres de données distribués dans le réseau, dans lesquels on peut installer du contenu applicatif, des applications, ou des fonctions de télécommunication et se déployant fortement aux Etats-Unis, il est à noter qu'il se déploie sur des échelles géographiques très larges. Appliquée à la France, cela correspond à moins de dix centres de données.

[SDA : ...]

Les intérêts de déployer de l'edge computing sont les suivants :

- Une latence plus faible pour des applications hébergées plus proche du client final ;
- Une économie de bande passante en amont, sur les liens d'interconnexion avec CDN internationaux ;
- La sécurité et aussi la souveraineté des données qui ne transiteraient pas en dehors du réseau privé délimité par le customer edge (mini data center privé avec fonctions cœurs de réseau Telecom).

[SDA : ...].

Enfin, Orange souhaite souligner l'importance que revêtent la souveraineté et la sécurité dans le cadre de ces évolutions de modèle de réseaux. En effet, l'edge computing et l'OpenRAN soulèvent des questions [SDA : ...].

Question 5. En quoi ces changements d'architecture appellent, le cas échéant, un changement dans la gestion de l'accès aux ressources fréquentielles (identité des titulaires d'autorisations de fréquences, quantités attribuées ...) ?

Orange considère que ces changements d'architecture sont indépendants de la gestion de l'accès aux ressources fréquentielles.

Question 6. En quoi ces changements d'architecture (notamment décentralisation et déport des fonctionnalités réseau, *edge computing*, *Open RAN*, ...), peuvent-ils être un frein ou une accélération à la mutualisation des réseaux ? Quels enjeux concurrentiels identifiez-vous ?

Quelques précisions sur la terminologie en préambule : Orange utilise le terme centralisation du RAN pour évoquer le déport et le rassemblement dans un point de concentration de fonctions RAN plus haut dans le réseau, sous forme d'hôtel de BBU.

La distribution des fonctions cœur de réseau concerne le déport de fonctions cœur (SMF, UPF, ...) plus bas dans le réseau. On peut parler de décentralisation du cœur de réseau.

La centralisation du RAN (c'est-à-dire « BTS Hôtel ») peut apporter des gains en termes de coûts d'investissement et d'exploitation et revêt un intérêt certain dans le cas du déploiement d'un nouveau réseau (greenfield). Toutefois, elle nécessite une refonte lourde des réseaux existants. De plus, la centralisation du RAN n'est pas applicable en zone rurale où les distances intersites sont trop importantes.

L'apparition d'interfaces totalement ouvertes et la virtualisation du RAN apportent sur le plan théorique, une flexibilité pour les opérateurs pour déployer n'importe quelle fonction Telecom ou applicative sur des serveurs banalisés.

Cependant, au plan plus opérationnel, l'expérience d'Orange sur le cœur de réseau mobile et sur l'OpenRAN ainsi que les retours d'expérience de l'OpenRAN dans le monde montrent une adhérence encore forte entre les différentes couches de réseau (serveurs, containers, machines virtuelles, software, orchestrateur, etc). L'objectif est de faire disparaître cette adhérence, mais il est difficile de prédire à quel horizon ce sera effectivement le cas. A court et moyen terme, nous aurons donc encore les contraintes des réseaux traditionnels.

Il faut également noter que l'open RAN induit des contraintes au niveau sécurité et de matrice de responsabilité lié à la virtualisation, qui ne sont pas résolus à l'heure actuelle et qui ne facilitent pas nécessairement la mutualisation.

Il est important de noter que la mutualisation de fonctions cœur de réseau et autres fonctions réseau sur une même infrastructure virtualisée est aujourd'hui très contrainte par l'ANSSI, et restera très encadrée.

Question 7. Quelles conséquences pourraient avoir ces nouvelles architectures sur la sécurité des réseaux ? Le cas échéant, quelles mesures seraient nécessaires pour prendre en compte celle-ci ?

L'edge computing et l'open RAN ont en commun d'ouvrir de nouvelles interfaces vers des tiers et d'avoir recours à la virtualisation, ce qui augmente la surface d'attaque potentielle.

[SDA : ...].

L'edge computing et la virtualisation du RAN rendent donc la mutualisation plus complexe en termes de sécurité à l'heure actuelle.

A noter le rapport du « NIS Cooperation Group » (groupe composé des Etats membres de l'UE, avec le soutien de la Commission européenne et de l'ENISA) sur les problèmes de sécurité posés par l'open RAN (cf. lien) :

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/cybersecurity-open-radio-access-networks>

L'ORAN Alliance et l'ETSI travaillent pour sécuriser ces architectures car l'enjeu est extrêmement important, mais il est impossible à l'heure actuelle de dire quand le niveau de sécurité requis sera atteint. Orange considère que cette problématique doit être également traitée par les autorités publiques françaises concernées.

1.4 Les usages et les besoins en fonctionnalités attendus

Question 8. Quels autres usages et fonctionnalités attendus identifiez-vous ?

La liste proposée inclut les principaux usages qu'Orange observe chez ses clients. Nous tenons en particulier à rappeler que pour nos clients le service de communication voix est toujours la toute première nécessité.

Des évolutions ou des nouveaux usages sont identifiés pour le marché Grand Public, citons notamment :

- Le téléchargement en sens montant vers les serveurs/cloud par exemple pour la sauvegarde de données ou de photos ;
- Les services de collaboration (ex. visioconférence avec partage d'écran et d'applications) qui se sont développés à la suite de la crise sanitaire avec la généralisation du télétravail ;
- Ponctuellement, l'usage du terminal mobile utilisé comme point d'accès WiFi, par exemple pour le travail en déplacement.

Des évolutions sont identifiées aussi pour les marchés Entreprise et IoT :

- L'usage d'accès fixe sans fil,
- Les usages PMR,
- Les usages pour les collectivités locales et/ou les « villes intelligentes »,
- Le transfert (upload) massif de données ((depuis un train, un avion ou un site de production, etc).

Si la plupart des usages actuels utilise majoritairement des transmissions dans le sens descendant, du réseau vers l'utilisateur, dans le contexte du marché entreprises, des besoins de symétrie (outils collaboratifs, échanges en AR/VR, utilisation de la 5G dans le cadre d'un SD-WAN, etc) et de renforcement du besoin dans le sens montant (vidéosurveillance, média, capteurs « IoT massif », etc) sont identifiés.

Dans le contexte B2B, les communications ne sont plus seulement interpersonnelles mais concernent également des groupes, des machines/objets, des processus et de l'intelligence artificielle.

Le métavers pourrait devenir un champ nouveau à explorer à terme avec de nouveaux usages autour de la réalité virtuelle et augmentée. Cependant, malgré toute la communication autour du métavers, il est difficile de savoir ce qui va vraiment émerger, que ce soit pour le domaine grand public ou entreprise et quels seront les acteurs de ce marché. Au-delà d'usages à venir, là aussi, les questions de sécurité et de souveraineté seront à étudier par les pouvoirs publics dans ce domaine.

Question 9. Quels marchés seraient visés par ces usages ? Avec quelles perspectives d'évolution et à quelle échéance ?

La liste des usages en réponse à la question n°8 a déjà été faite avec la distinction des marchés visés.

Concernant les perspectives d'évolution, il convient de mettre en évidence que la crise sanitaire a eu un impact fort conduisant aussi à des changements de tendance. La crise énergétique et le contexte économique actuels pourront aussi avoir des impacts.

Aussi, il convient de traiter séparément les perspectives d'évolution du trafic voix et du trafic data :

Trafic voix

[SDA : ...]

La répartition du trafic voix entre les technologies 2G/3G/4G VoLTE et VoWiFi évolue avec une croissance forte du trafic VoLTE et VoWiFi.

Trafic data

Orange constate qu'après la croissance forte des années 2017-2019 (autour de 40% en 2019) et après une année 2020 marquée par la crise sanitaire (ralentissement autour de 30%), le **trafic data** sur le réseau mobile Orange a eu une croissance d'environ 30% sur l'année 2021 et les premiers mois de 2022 confirment un niveau de croissance du même ordre de grandeur.

La répartition des usages reste stable sans variation notable entre début 2020 et juin 2022 : les deux usages qui génèrent le plus de trafic sont le streaming (audio-vidéo) et le browsing qui correspondent à presque 80% du volume total par mois.

Le mix entre trafic dans le sens descendant et dans le sens montant reste aussi pour l'instant stable avec un ratio d'environ 90/10.

[SDA : ...]

Dans le contexte plus spécifique des usages pour le marché entreprise, une tendance forte se dégage : des usages avec un besoin important dans le sens montant émergent déjà, mais à date ne trouvent pas de solution technique convenable car aujourd'hui le portefeuille de fréquences n'est pas adapté et les contraintes sur la trame TDD ne donnent pas de flexibilité en 5G TDD. Des exemples de ces usages sont la vidéo surveillance pour une grande ville, les téléchargements de photos ou vidéo pour l'évènementiel.

Question 10. Parmi ces usages, certains d'entre eux sont-ils plus spécifiquement appelés à se développer dans un environnement fixe, à l'intérieur de bâtiments par exemple, ou bien en mobilité ? Le cas échéant, pour quelles raisons ?

Une partie des nouveaux usages est appelée à se développer sur des positions statiques à domicile ou en entreprise, pour lesquelles le WiFi ou les solutions indoor 4G/5G sont à même de répondre au besoin. A titre prospectif, c'est le cas par exemple de la réalité virtuelle, et du Métavers au sens large, très consommateurs en débit data.

Le domicile reste d'ailleurs le lieu de connexion le plus important [SDA : ...].

Le cloud gaming est aussi un usage effectué à domicile mais il tend à se développer sur les terminaux mobiles en mobilité (dans la rue, dans les transports).

La réalité augmentée a des cas d'usages plus diversifiés et cible à la fois des usages indoor statiques et des usages outdoor en mobilité.

[SDA : ...]

En ce qui concerne les événements dans les stades et salles spécialisées, Orange a remarqué une très forte hausse des volumes en UpLink, lié majoritairement aux photos et vidéos prises par les clients qui sont partagées aussitôt sur les réseaux sociaux et sauvegardées automatiquement dans le cloud. Cela génère une charge UpLink inhabituelle qui met en exergue le besoin d'avoir des réseaux localement orientés UpLink.

Question 11. Le cas échéant, quelles nouvelles technologies mobiles seraient nécessaires pour couvrir l'ensemble de ces usages ? Pour couvrir vos usages en tant qu'utilisateur ?

Le WiFi pour la connectivité indoor à domicile et en entreprise, et la 4G/5G pour l'extension à la couverture en mobilité sont les technologies à même de supporter le transport de l'ensemble de ces nouveaux usages.

Avec la 5G SA, les mécanismes de « slicing » permettront d'étendre la capacité du réseau mobile à assurer la connectivité pour certains clients ou usages avec une qualité de service différenciée.

Pour couvrir certains usages entreprise avec un besoin fort en UpLink, il sera nécessaire d'avoir des fréquences avec une trame orientée UpLink, de façon locale ou nationale, selon les usages. (e.g. caméras de surveillance).

Question 12. Quels nouveaux besoins en fréquences identifiez-vous pour répondre à ces usages avec les technologies existantes, et, le cas échéant, avec l'introduction de nouvelles technologies ? Pour quelles raisons (capacité, débit, couverture...) ?

Orange développe ses nouveaux besoins en fréquences dans ses réponses détaillées aux questions du chapitre 4.

[SDA :]

2 Des besoins spécifiques et émergents pour les acteurs verticaux

2.1 Etat des lieux des ressources en fréquences accessibles pour les acteurs verticaux

2.2 Innovation et développement économique

Question 13. Quelles perspectives la 5G offre-t-elle au tissu économique et industriel français ? En quoi les évolutions prévues (latence réduite, nombre massif d'objets connectés, débit amélioré) peuvent-elles s'avérer nécessaires pour embrasser l'ensemble des usages envisagés par les utilisations professionnelles de cette technologie ? Quel marché ces évolutions représentent-t-elles ? Quels bénéfices économiques peut-on attendre de l'appropriation de ces nouveaux services par les verticaux en général, ou par votre secteur en particulier ?

Quelles perspectives la 5G offre-t-elle pour le développement du tissu économique et industriel français ? pour quels usages ? quel marché et quels bénéfices économiques ?

Comme le décrit le ministère de l'économie dans son document « Observatoire de la filière 5G en France, 2021 », les perspectives de la 5G sont importantes. Elle constitue une composante technique d'une chaîne plus importante qui inclut de nouveaux « terminaux » tels que AGV (Automatic Guided Vehicles), robots, AR/VR casques, des applications métiers, des architectures du type edge computing, data analytics, automatisation. C'est l'ensemble de cette chaîne qui devra permettre aux entreprises d'améliorer leurs performances.

Les bénéfices futurs de cette chaîne de valeur peuvent concerner de nombreux secteurs en vue du développement du tissu économique privé et public. En particulier, on peut citer les domaines ci-après vus sous l'angle d'usages reposant sur des solutions de type « réseaux privés » :

- Le secteur industriel a été le premier à lancer les projets de réflexion pour remplacer les anciens réseaux par un réseau privé mobile et plusieurs industriels ont déjà réalisé l'implémentation de réseaux 4G privés et des cas d'usages associés. Ces réseaux servent par exemple au contrôle qualité ou aux communications critiques au sein d'usines.
- Le secteur du transport : transport public, autoroutes, le transport ferroviaire, ... travaillent aussi activement à déployer ce type de nouveaux réseaux pour soutenir par exemple les cas d'usage de véhicules autonomes et de contrôle à distance d'équipements.
- Le secteur public a également commencé à lancer des réflexions au travers de projets expérimentaux. A titre d'exemple, dans le secteur de la santé, certains CHU étudient comment tirer bénéfices du potentiel de la 5G, mais aussi d'autres secteurs tels que celui de la culture. Ainsi, à titre d'exemple, les musées, les parcs à thèmes ont de grands enjeux

autour du contrôle d'accès, des communications critiques auxquels les réseaux privés peuvent répondre.

- Les secteurs de la logistique et de la grande distribution étudient ces possibilités techniques pour servir des usages comme le « tracking » de matériaux ou de stock, les applications métiers et la digitalisation des process.
- Enfin, les domaines de l'événementiel, des villes intelligentes et de l'agriculture connectée sont également concernés.

En ce qui concerne le secteur de l'industrie, Orange considère que la 5G va permettre d'accompagner l'industrie dans l'amélioration de ses performances en apportant fiabilité, sécurisation des processus, latence faible et densité d'objets connectés sans fil. Les usages envisagés par l'industrie, souvent associés à une architecture de traitement Edge, sont, entre autres : [SDA : ...]

Il est important de souligner que les applications temps réel (supervision et contrôle-commande de procédés) nécessitent une architecture réseau fiable à faible latence, et également un traitement local des données (de type Edge) pour assurer une prise de décision dans un délai stable de quelques millisecondes. Le réseau et l'architecture informatique de traitement sont aussi à considérer ensemble.

A noter que les usages davantage prospectifs autour des robots collaboratifs nécessitent un partage d'information intense, fiable et sans latence. Ils commencent à apparaître et sont proches de l'environnement du véhicule connecté qui interagit avec les autres véhicules et son environnement.

Les industriels pourraient ainsi adopter la 5G progressivement sans déstabiliser les processus en fonctionnement. Pour les usines à construire, la 5G est souvent envisagée comme socle lors de sa conception.

Orange a déjà entrepris de démontrer ces usages en participant à plusieurs projets de co-innovation en partenariat avec des clients en France et à l'étranger, ou en soutenant différentes initiatives en vue du développement des entreprises.

De plus, nous invitons l'ensemble de nos clients à tester l'apport de la 5G dans leur activité au sein de notre réseau de laboratoires d'innovation, de plateformes ouvertes aux partenaires et de démonstrations que constituent les « 5G Labs ».

Enfin, Orange est actif sur le marché des réseaux privés 4G et 5G, comme l'illustre sa participation au projet 5Gsteel mené par ArcelorMittal sur ses aciéries dans les Hauts-de-France et dans le Grand-Est.

Les bénéfices économiques de la transformation permise par la 5G :

Les verticaux, tout secteur confondu (Industrie, transport, ville intelligente, événementiel, etc), ont besoin de moderniser leurs solutions de réseaux privés devenues obsolètes, et limitées en termes de services : technologies en fin de vie, sécurité non optimale des solutions historiques, besoin d'évolutivité, de robustesse et de résilience. Ils ont aussi besoin de mettre en place de nouveaux cas d'usage pour améliorer leur processus métiers et renforcer la sécurité des biens et des personnes que permettent les nouvelles technologies : Analyse vidéo/IA, capteur IoT, AR/VR, Communications Critiques, Véhicule Autonome ...

Compte tenu des multiples perspectives et usages illustrés précédemment, la 5G aidera à ces modernisations et transformations des verticaux. Notons également que les solutions de type « réseaux privés » reposant à terme sur le mode « Network as a Service » (ou NaaS) permettent de proposer un modèle économique optimal pour le client, la 5G privée constituant ainsi un facteur de succès au plan économique en tant que solution compétitive par rapport à d'autres technologies comme le WiFi.

Ainsi, l'optimisation des ressources (équipements, fréquences), et l'accompagnement dans la transformation digitale des entreprises sont deux facteurs de réussite essentiels. [SDA : ...]: besoins de capacité spectrale importante notamment pour les transferts de data UL (si les fréquences ne sont pas fragmentées, l'opérateur est en mesure d'agréger les fréquences), les besoins de services à caractère critique sur des zones surfaciques très importantes qui nécessitent pour des raisons financières d'utiliser et partager les infrastructures de l'opérateur avec des capacités de débit importantes (voix de chemin de fer, autoroutes, villes/régions, etc).

Cela permet également de répondre au besoin de continuité de service entre les campus industriels (exemple entre un campus industriel et un port) tel que présenté dans la réponse à la question n°15, ce qui nécessite de pouvoir basculer sur le réseau public avec le bon niveau de capacité spectrale.

Question 14. Quels pourraient être les besoins spécifiques de mise à disposition de ressources temporaires pour des occasions particulières (chantiers, événements ponctuels) ?

Les besoins spécifiques de mise à disposition temporaire de ressources existent en effet, notamment pour des chantiers de construction, des événements sportifs, musicaux, culturels ou associatifs. Ils existent également lors de catastrophes naturelles voire des situations de crise.

Orange sait déjà mettre en œuvre des solutions pour des sollicitations programmées, ou temporaires pour répondre aux besoins cités. [SDA : ...].

Question 15. Quels sont les besoins spécifiques des entités implantées dans plusieurs pays ? Identifiez-vous des besoins spécifiques aux très petites, petites ou moyennes entreprises (TPE et PME) ? Quels pourraient être les enjeux concernant les ressources fréquentielles qu'ils requièrent (quantité de fréquences, qualité de service associée, etc.) ?

Les besoins 5G d'une entreprise s'étendent bien souvent au tissu économique de la zone économique dans laquelle elle opère, adressant aussi les structures publiques et les collectivités. Ainsi, les grandes entreprises drainent avec elles et autour d'elles des moyennes ou petites entreprises. En d'autres termes, les services 5G ne s'arrêtent pas aux portes d'une usine par exemple, il y a des besoins de connectivité avec différents écosystèmes. La couverture 5G alentour devient incontournable afin de pouvoir desservir d'autres entreprises ainsi que les collectivités de la zone économique concernée (cf. dernier § de notre réponse à la question n°13). [SDA : ...].

Concernant les besoins spécifiques d'entités implantées dans plusieurs pays, certaines multinationales demandent des réseaux multi-pays. [SDA : ...]

Les situations (multinationales ou TPE/PME) exposées ci-dessus sont couvertes par les opérateurs mobiles, avec la qualité de service visée par le client et des solutions « sans couture » entre les pays

ou des solutions portées par le réseau ouvert au public pour les TPE/PME. A noter que certaines PME peuvent être implantées de part et d'autre d'une frontière, leurs clients et leur écosystème peuvent être internationaux. Certaines PME seront tout aussi sensibles au fait de voir des acteurs proposant des solutions pouvant fonctionner dans plusieurs pays.

Les enjeux concernant les ressources fréquentielles :

Le spectre constituant des ressources rares du domaine public de l'Etat, il est important de ne pas le fragmenter en termes d'attribution et en quantité de bandes et de veiller à une utilisation ni opportuniste ni spéculative.

Pour les opérateurs mobiles, l'accès aux ressources en spectre pour bien servir le tissu économique est essentiel. Orange considère qu'il est nécessaire :

- D'accéder à un spectre non fragmenté et viser ainsi les performances attendues, avec un focus sur des besoins spécifiques mettant l'accent sur des usages « uplink » importants pour certaines verticales de l'économie,
- De proposer à court terme des solutions homogènes (en termes de services rendus) sur plusieurs pays, a minima au sein de l'Europe,
- De proposer à moyen et long termes, l'adaptation de la qualité de service de la connectivité aux besoins et aux usages en toute situation, y compris en situation de roaming.

2.3 Différentes réponses techniques possibles

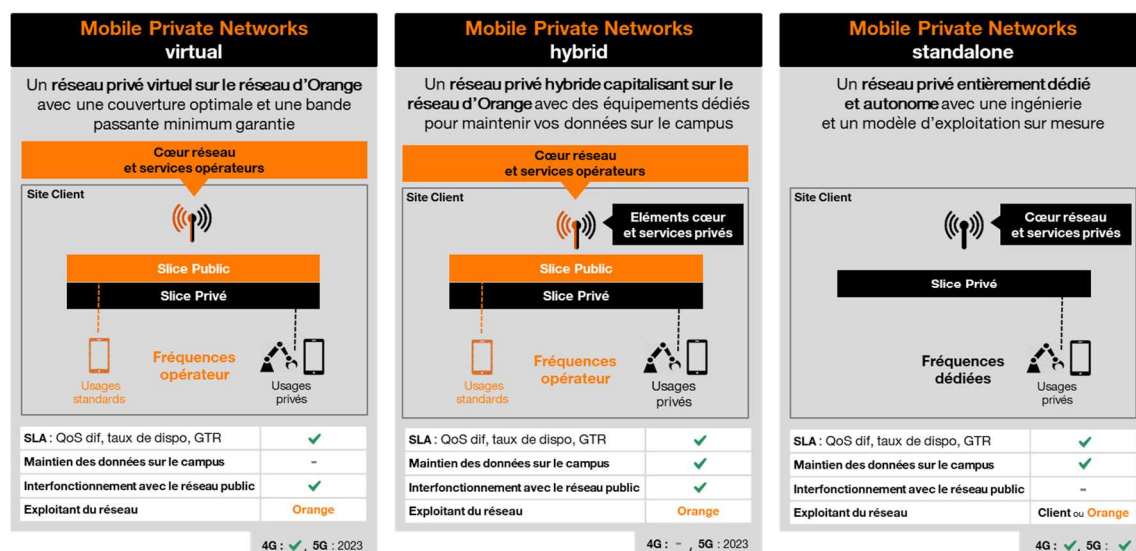
Question 16. Pour quels usages et quels besoins le recours à chacun des trois types de réseaux listés *supra* semble-t-il être le plus pertinent ? Pour quelles raisons ? Quelles sont les exigences et prérequis afin que le recours à ces types de réseau puisse satisfaire ces besoins ? Quelles sont les bandes de fréquences qui permettraient le mieux de satisfaire ces besoins ? Quels sont les acteurs qui pourraient offrir ces solutions ?

Les besoins et usages – recours à chacun des trois types de réseaux ? Pour quelles raisons ?

[SDA : ...]

Chacune des trois configurations présentées plus bas apporte des atouts spécifiques sur ces 4 piliers. Elles permettent de mettre en œuvre tous les cas d'usages nécessaires aux activités intrinsèques de l'entreprise et les activités de production. Toutefois, les usages qui reposent sur des données sensibles vues comme confidentielles pour l'entreprise ou requièrent des latences très faibles et stables, comme des capteurs critiques (pour détecter des surtensions par exemple), nécessiteront plutôt des configurations hybrides voire même standalone pour réduire et maîtriser le trajet des données. Il convient d'entrer un peu plus dans le détail de chaque modèle pour en présenter les atouts et les bénéfices spécifiques.

Le schéma ci-dessous présente la gamme des « Mobile Private Networks » proposée par Orange Business Services.



La lecture du schéma propose donc :

(1) Partie gauche du schéma : **Le réseau privé virtuel** repose sur le réseau opérateur national. Orange propose dans cette solution une couverture optimale, une bande passante minimum garantie et des engagements de taux de disponibilité du service. Dans un premier temps, il convient

de compléter la couverture si nécessaire en outdoor et/ou en indoor sur le site du client. Dans un deuxième temps, une bande passante garantie au client sur sa zone d'activité est mise en œuvre.

Par exemple, dans ce cas de figure, Orange garantit une bande passante minimale de [SDA : ...] pour le sens montant et [SDA : ...] pour le sens descendant sur les fréquences attribuées à Orange. Si le réseau n'est pas chargé, le client bénéficie ainsi de toute la 4G d'Orange. Si le réseau est très chargé, il est assuré de bénéficier au minimum des [SDA : ...] de bande passante.

Accompagnée d'engagements de service, cette solution très optimisée permet de bénéficier de réseaux privés économiques, simples à mettre en œuvre et managés par l'opérateur. En outre, elle permet aux utilisateurs de continuer à utiliser les services en dehors du site, sur le réseau opérateur. Déjà disponibles en 4G, Orange travaille à son évolution en 5G.

(2) Partie droite du schéma : **Le réseau privé standalone** est un réseau entièrement dédié et autonome, avec une ingénierie et un modèle d'exploitation sur mesure. On installe ici, généralement sur le site du client : un cœur de réseau, un réseau d'accès et des fréquences associées (par exemple, celles de la bande 2,6 GHz TDD attribuées à la demande directement aux clients ou aux opérateurs mobiles par l'ARCEP). Cette solution permet de personnaliser le modèle d'exploitation qui peut être entièrement à la main du client lui-même et la redondance des équipements pour atteindre, modulo les investissements nécessaires, des engagements de services très ambitieux à un niveau de disponibilité très élevé.

(3) Partie centrale du schéma : **Le réseau privé hybride** capitalise sur le réseau opérateur (pour des raisons de coûts et de performance) avec un double appui sur les équipements mutualisés du réseau opérateur national et des équipements dédiés chez le client sur son site pour maintenir les données sur le campus et ainsi tirer le meilleur parti des deux mondes. On installe sur le site client un équipement qui est une extension ou un prolongement du cœur de réseau d'Orange et qui permet l'échappement local du trafic du client sur son site (ce trafic ne sort pas du site et atteint directement les plateformes de services locales). Cette configuration apporte deux bénéfices principaux :

- La répartition entre stockage spécifique local et stockage externe selon l'usage de ces données, avec un besoin spécifique d'étanchéité de certaines données le cas échéant,
- La réponse à des latences faibles et stables, puisque les données vont directement de l'antenne à cet équipement puis aux services installés localement et ne font pas de « tromboning » dans le réseau de l'opérateur.

Ces latences faibles et stables sont utiles à des cas d'usages comme la collaboration entre machines, la réalité virtuelle ou les capteurs critiques (par exemple ceux qui permettent de détecter très rapidement les surtensions pour éviter les pannes). Cette architecture répond en outre aux applications utilisant l'edge computing. Le « Local Break Out » est un exemple de modèle hybride qui sera vraisemblablement standardisé avec la 5G mais Orange tient aussi à apporter des réponses sur mesure et au cas par cas avec des solutions 4G.

Outre les bénéfices de latence et de confidentialité renforcée, ces configurations, complètement managées par l'opérateur, permettent des économies substantielles par rapport à des réseaux standalone, l'accès aux services opérateur en complément des services privés ainsi que la continuité des services en dehors du site.

Description détaillée des trois types de réseaux sur le plan technique :

Trois schémas d'architecture sont présentés par l'Autorité dans la présente consultation publique. Orange revient plus en détail sur les trois types d'architecture que nous avons évoqués dans les paragraphes précédents.

Les Réseaux privés isolés :

Les réseaux privés isolés permettent à des entreprises de construire un réseau complet au sein de l'entreprise en réalisant le déploiement, l'intégration et l'exploitation ou en sous-traitant tout ou partie à un intégrateur. Ce modèle nécessite un investissement et des coûts conséquents. Ce modèle est attirant pour une entreprise qui souhaite maîtriser l'ensemble de son réseau pour des raisons de sécurité, souveraineté ou d'organisation. Ce modèle permet d'avoir une flexibilité totale pour répondre aux besoins mais nécessite de déployer un cœur de réseau, une couverture radio et d'avoir des fréquences pour son réseau.

Les Réseaux privés hybrides :

Les réseaux privés hybrides vont permettre de mutualiser des infrastructures et ressources de l'opérateur ainsi que des équipements spécifiques de l'entreprise. **Toutefois, il est important de préciser que les équipements localisés dans l'entreprise constituent une extension du réseau de l'opérateur.**

Les modèles de réseaux hybrides sont les suivants et peuvent être mixés :

- S'appuyant sur le cœur de réseau opérateur
 - o [SDA : ...]. Et tout cela en permettant aux clients de continuer à bénéficier du réseau et des services opérateurs en même temps et sur le même device ainsi que de la continuité de service en dehors de son Campus. Cette solution peut être imaginée en s'appuyant sur des couvertures spécifiques ou des couvertures existantes, ce qui optimise fortement les solutions notamment sur des Campus larges avec des couvertures outdoor.
 - o Dans ce modèle, les fréquences opérateurs sont clés mais l'utilisation de fréquences additionnelles permettrait également de répondre à des cas d'usages fréquents dans l'industrie qui nécessitent de forts besoins d'upload. [SDA : ...]. L'utilisation complémentaire de fréquences basses dans les bandes 700 MHz, 800 MHz, 1800 MHz ou 2100 MHz notamment permettraient de proposer une couverture plus efficace et continue pour les clients que permettent les solutions s'appuyant sur le cœur et les ressources opérateurs. Cette architecture est une version enrichie des réseaux privés isolés en proposant plus de services et de possibilités en s'appuyant sur le réseau et les compétences des opérateurs.
- S'appuyant sur un cœur de réseau privé avec son propre PLMN
 - o [SDA : ...]

Les Réseaux virtuels (complètement sur réseau public) :

Les solutions s'appuyant complètement sur le réseau public d'un opérateur (dit réseau virtuel) permettent de proposer aux clients des fonctionnalités spécifiques sur une zone Campus. Cette architecture, la plus flexible, permet de proposer des solutions de qualité de services différenciées à des clients sur son campus sans devoir déployer d'infrastructure ou de radio particulière. Cette solution sera adaptée pour des cas d'usage simples ne nécessitant pas une architecture complexe ou spécifique et pouvant transiter sur le réseau opérateur par un réseau virtuel. Elle répond sur le

plan économique aux besoins de nombreuses PME/TPE [SDA : ...] pour des solutions de communications électroniques enrichies.

Question 17. S'agissant des réseaux hybrides, pour quelles raisons le mix/la complémentarité entre les deux types de réseau pourrait-il être requis (résilience, complément de couverture, continuité d'accès au réseau ...) ? Quels seraient les schémas d'hybridation (distribution des éléments/des fonctionnalités entre réseau privé et réseau opéré) les mieux adaptés pour répondre aux besoins ou usages identifiés *supra* (par exemple accès sur le réseau public, cœur privé) ? Quel rôle joue l'accès aux fréquences dans ces différents schémas ?

Dans sa réponse à la question n°16, Orange a présenté pour les Réseaux hybrides la complémentarité des deux parties de réseau et des objectifs visés.

Ainsi, les réseaux hybrides capitalisent sur le réseau opérateur avec un double appui sur les équipements communs du réseau opérateur national et des équipements dédiés au client sur son site pour maintenir les données sur le campus. Ils apportent des bénéfices en termes de :

- Coûts (une seule couverture pour les usages privés et les usages opérateur),
- De performance (avec la largeur de spectre opérateur et des latences réduites et maîtrisées),
- De sécurité et de confidentialité (grâce au maintien sur les sites des données privées selon le besoin du client),
- Et de continuité de service en dehors de l'emprise du site.

Par rapport aux réseaux privés standalone, ces configurations sont particulièrement adaptées pour des zones très étendues, qui regroupent des activités tertiaires et critiques et pour des usages qui doivent se poursuivre en dehors du site (astreintes, liaisons entre sites, continuité d'activité hors site, ...), comme évoqué dans la réponse à la question n°15.

En ce qui concerne l'accès aux fréquences, Orange a apporté son analyse dans la réponse à la question n°16.

Question 18. Toujours concernant les réseaux hybrides, quels types d'acteurs pourraient se positionner pour contribuer aux différents schémas d'hybridation ? Quels modèles d'affaires seraient alors envisageables pour la fourniture de telles solutions (par exemple modèle d'opérateur neutre) ?

Dans le texte de la présente consultation publique, l'Autorité évoque à plusieurs reprises les termes « d'opérateur neutre » sans le définir explicitement, ce qui peut ainsi donner lieu à interprétations diverses selon les acteurs.

Selon Orange, un opérateur qualifié de « neutre » (à noter que les termes anglophones ne sont pas équivalents car on parle plutôt de « neutral hosts ») est un acteur intermédiaire de type opérateur d'infrastructures d'accueil, n'agissant pas pour un opérateur en particulier et n'ayant pas de fréquences. Il agit sur le marché wholesale.

Toutefois, Orange n'est pas opposé à l'intervention de tiers telle qu'une société de service et d'intégration (Atos, Capgemini, etc).

[SDA : ...]

Les schémas d'hybridation permettent d'apporter au marché entreprise la connectivité privé/public qui peut constituer un élément essentiel des solutions à mettre en place. Ainsi, les acteurs qui nous semblent contributeurs potentiels à ces schémas sont les Towercos, les sociétés de service intégratrices, l'opérateur mobile restant le socle de la solution vue de bout en bout par le client.

Orange doit veiller par ailleurs à ce que les solutions commerciales élaborées (avec ou sans ces acteurs complémentaires) puissent être ouvertes aux MVNO. Ainsi, selon notre analyse et en cohérence avec nos obligations et les dispositions réglementaires du CPCE, Orange considère que si ces nouveaux acteurs souhaitaient entrer sur ce marché, ils devraient se positionner en tant que MVNO.

2.4 Evolution de l'écosystème pour répondre aux besoins des verticaux

Question 19. Partagez-vous cette analyse des tendances en matière d'intermédiation et en identifiez-vous d'autres ? Comment voyez-vous le développement de l'écosystème autour de ces différents modèles ? Quels sont les avantages et les inconvénients des différents modèles ?

Dans cette partie, l'Autorité introduit un grand nombre d'acteurs potentiels qui participeraient à l'intermédiation.

La première remarque est que ce processus qualifié par l'Arcep d'intermédiation n'est en rien une tendance. [SDA : ...]. En tout état de cause, ce processus est à la main du MNO et ne remet nullement en cause le contrôle qu'il exerce sur les fréquences qui lui ont été attribuées par l'Arcep.

La deuxième remarque est que le périmètre d'intervention de ces différents acteurs cités par l'Arcep est peu ou pas défini, ce qui illustre le fait qu'il ne s'agit pas d'une tendance [SDA : ...] et rend complexe la réponse à apporter. Dans sa réponse à la question n°18, Orange a bien évoqué la possibilité d'acteurs complémentaires, apportant leur savoir-faire dans les métiers qui sont les leurs, à savoir les Towercos ou les sociétés de service offrant des prestations d'intégration. Ces derniers agissent sur un périmètre qui n'est pas celui des MNO et ne constituent pas une intermédiation.

L'Autorité introduit un concept nouveau dit « d'agrégateur de la demande » qui se fournirait en capacités (slice) ou en spectre et les revendrait en tant que « broker » à des clients verticaux. Concernant le spectre, ce concept crée ainsi un nouveau marché, inexistant jusqu'alors, qui n'a rien à voir avec le marché secondaire des fréquences, qui lui, est encadré par le CPCE.

« Broker » de spectre :

Une autorisation d'attribution de fréquences, qui intervient généralement à l'issue d'une procédure sélective, donne des droits et des obligations à son titulaire. A ce titre, le titulaire de l'autorisation est responsable du respect de ces obligations. Un schéma d'intermédiation ne peut être imposé *a posteriori* au titulaire de l'autorisation sauf à remettre en cause les droits ainsi acquis.

Par ailleurs, et à supposer que le titulaire de l'autorisation ait un intérêt à mettre en place une intermédiation, encore faut-il qu'il demeure responsable du respect des obligations qui s'imposent à lui. Comment dans ces conditions imaginer une revente « à la découpe » de spectre ? [SDA : ...].

Orange n'est pas du tout favorable à cette notion car les impacts sont importants en termes de fragmentation ou d'effritement des fréquences pour répondre à des solutions « privatives » distribuées un peu partout sur le territoire, avec des équipements de cœur de réseau privé et ne sont pas sans conséquence en termes environnementaux. Cela tend à fragiliser le déploiement des réseaux et des services de communications électroniques, sans établir clairement la responsabilité d'un tel acteur et sans prendre en considération les impacts environnementaux de solutions réparties un peu partout sur le territoire.

Enfin, l'Arcep doit veiller dans le cadre de l'exercice de ses missions, à l'utilisation et à la gestion efficaces des fréquences radioélectriques, au développement de l'investissement, à la protection de l'environnement, à l'aménagement des territoires (et notamment la couverture de ces derniers par les réseaux cellulaires) et à l'optimisation de la qualité de service rendue aux consommateurs et aux acteurs économiques et publics et à l'exercice d'une concurrence effective et loyale.

Or, Orange considère que le scénario prospectif dessiné par l'Arcep ne s'inscrit pas dans les objectifs auxquels doit veiller l'Arcep. L'Arcep ne saurait déléguer les missions qui lui ont été confiées par le législateur à un « détaillant » de fréquences (société privée ou autre) qui aurait la charge de distribuer le spectre à des tiers.

« Broker » de slices :

Ce concept est également nouveau et même inconnu à date. Les risques en matière de sécurité et de souveraineté sur le territoire nous semblent très élevés. En effet, on entre ici dans l'inconnu des obligations d'un tel broker (celles-ci ne sont pas définies). De fortes incertitudes pèsent également sur la qualité de service, fondement de la stratégie d'un opérateur tel qu'Orange, et le risque de totale désintermédiation de l'opérateur vis-à-vis de ses clients. Par ailleurs, l'utilisation par le broker de ressources techniques mises en œuvre par l'opérateur mobile aurait de fortes incidences sur l'ouverture de nouvelles interfaces dans l'architecture globale du réseau de l'opérateur, pouvant mettre en péril la sécurité des données de manière générale.

Il doit être impérativement regardé à l'aune de la sécurité d'accès aux ressources et de la souveraineté nationale et européenne des réseaux nationaux, avec les autorités publiques concernées. [SDA : ...]. Le risque de désintermédiation serait alors flagrant sans maîtrise par l'opérateur hébergeur des services de connectivité proposés ni de protection des données. Une telle situation induirait un fort niveau d'incertitude pour les opérateurs vis-à-vis des investissements opérés et de leurs actifs, pouvant aussi conduire à freiner l'investissement dans les infrastructures 5G par les opérateurs.

Question 20. Quels acteurs de l'écosystème sont les plus fondés à disposer d'autorisations d'utilisation des fréquences ? Pour quelles raisons ?

Les procédures d'attribution de fréquences sont ouvertes à toutes personnes qui souhaitent y candidater. Il n'y a donc aucune raison que l'Arcep organise une intermédiation.

Compte tenu de la rareté des ressources, l'attribution se fait généralement dans le cadre d'une procédure sélective. La fragmentation à outrance du spectre entre de nombreux acteurs n'est pas propice à l'efficacité de l'usage du spectre, à la connectivité privé/public fortement demandée pour répondre aux besoins des zones économiques et des territoires.

De plus, la démultiplication de solutions locales constitue un frein pour traiter les problématiques environnementales qui s'ouvrent à nous pour les décennies à venir.

Ainsi, Orange considère qu'il n'est pas viable économiquement de constituer un émiettement du spectre localement (pour la 5G industrielle, les smart cities, etc...), car cela crée une forte dispersion et une perte d'utilisation efficace du spectre, alors que les opérateurs sauraient en tirer profit pour le bénéfice du consommateur, le surplus consommateur étant supérieur avec un nombre plus faible d'acteurs détenant du spectre, apportant de la couverture, de la QoS en performance/débit et permettant d'ajuster les prix pour une meilleure concurrence.

3 Besoins sociétaux et obligations des autorisations d'utilisation de fréquences

3.1 Couverture et qualité de service des réseaux ouverts au public

3.1.1 Questions d'ordre général

Question 21. Quels sont les services grand public et professionnels indispensables fournis par les réseaux mobiles (navigation *web*, appels voix, appels visio, courriels, messagerie instantanée, *streaming*...) ? Les utilisateurs rencontrent-ils des difficultés pour accéder à ces services, et le cas échéant, dans quels cas et à quelle occurrence (endroit particulier, rarement/souvent en zones rurales, rarement/souvent à l'intérieur des bâtiments, en mobilité, sur les axes de transport...) ?

L'Autorité rappelle au chapitre 3.1 de la présente consultation publique les obligations des titulaires d'autorisations d'utilisation de fréquences permettant de contribuer à l'évolution des réseaux et au renforcement de la qualité de service.

Orange tient à souligner que sa stratégie d'opérateur vise à déployer la meilleure couverture mobile sur le territoire en fonction des besoins de ses clients et de veiller à améliorer la qualité de service, sur la base de sa stratégie propre tout en respectant ses obligations réglementaires.

Les services fournis par les réseaux mobiles aux clients grand public, professionnels et entreprises, considérés comme indispensables sont ceux rappelés dans le texte de la question mais aussi au chapitre 1.4 de la partie 1 auxquels peuvent être ajoutés les services en mode collaboratif via les nouveaux outils collaboratifs (par exemple Microsoft TEAMS).

[SDA : ...]

Le récent contexte pandémique a conduit à une forte augmentation des pratiques de télétravail, des services en mode collaboratif en ligne, à l'essor des appels vocaux et messages via des applications (WhatsApp ou Messenger). Ces pratiques ont révélé l'importance des réseaux mobiles, en particulier pour les services data, de la qualité de service à domicile, de la complémentarité du WiFi en indoor, et de pouvoir prolonger ces usages en tous lieux.

En ce qui concerne l'entreprise, les promesses de la 5G font l'objet des réponses d'Orange dans la partie 2 de la présente consultation publique. On peut toutefois d'ores et déjà dans le cadre de cette question générale mettre en avant l'importance des services de données et l'importance de la fiabilité du réseau. En effet, les professionnels et les entreprises souhaitent pouvoir compter sur le réseau. Une partie de leur activité reposant sur l'utilisation du réseau mobile, le manque de couverture ou l'engorgement du réseau peuvent impliquer une discontinuité dans leurs activités. Enfin, les enquêtes QoS annuelles publiées par l'Autorité montrent les améliorations régulières en matière d'expériences client tant du point de vue de la couverture mobile, de la qualité de service que celui des performances, notamment en termes de débit.

Question 22. Quels sont les critères de performances clefs nécessaires pour évaluer la qualité des services mentionnés ? Avez-vous noté des évolutions de cette qualité ces dernières années ?

Les indicateurs mis en place pour évaluer la qualité de service des services voix, sms et de données dans le cadre des enquêtes QoS pilotées par l'Autorité, tiennent compte des situations d'usage et d'environnement variés pour le client. Ils sont nombreux et les critères de performances mesurés portent en particulier sur la qualité des communications, la fiabilité des usages, les délais d'affichage de contenu sur internet et sur les débits. Les services IoT peuvent être intéressés aussi par le critère de latence voire à terme d'autres applications de type uRLLC (ultra-Reliable Low Latency Communication).

Au fil des années, les enquêtes QoS montrent les améliorations significatives des résultats relatifs aux critères de performances auxquels sont attachés les utilisateurs, en particulier les débits.

Enfin, il faut tenir compte de l'importance des indicateurs voix, quelle que soit la technologie mise en œuvre (notamment la Voix 4G ou bien les appels WiFi, mais également les appels vocaux via l'utilisation d'applications OTT), la voix occupe une part importante pour les clients, qu'ils soient grand public ou entreprise, en termes de besoin de qualité.

Question 23. Quels seraient les besoins, en distinguant le grand public et les usages professionnels, qui pourraient ne pas être satisfaits par la combinaison des obligations déjà existantes ? Identifiez-vous d'autres leviers pour garantir que les déploiements répondent à ces besoins ? Si oui, quelles en seraient les modalités les plus adéquates ?

Les réponses aux questions n°21 et 22 présentent les aspects associés à la performance et aux services auxquels les clients sont particulièrement attachés. Les besoins des marchés grand public, professionnels et entreprise sont pris en compte par Orange en améliorant son réseau mobile en outdoor et en indoor, pour les besoins de ses clients.

Il est important de souligner que nous sommes à une nouvelle étape dans l'évolution et le développement du numérique en particulier via l'émergence de la 5G SA dans un contexte économique évolutif et face à des enjeux environnementaux. Orange considère comme essentiel de laisser le marché se construire, de disposer d'un bilan de l'usage de la 5G et plus globalement de l'ensemble des technologies déployées afin d'avoir des informations construites sur le retour d'expérience terrain des acteurs économiques, conditions préalables avant de décider d'éventuelles nouvelles obligations.

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

Question 24. Quelles sont les évolutions attendues des usages à l'intérieur des bâtiments ? Pour répondre aux besoins, quelles seraient les solutions techniques et les modèles d'affaires (par exemple opérateur neutre) les plus appropriés ? quels types d'acteurs seraient susceptibles de les déployer ? Quels seraient les enjeux concurrentiels, techniques, réglementaires ou d'autre nature liés à ces solutions et modèles d'affaires ?

Quelles évolutions attendues des usages à l'intérieur des bâtiments ?

Orange ne dispose pas d'études à proprement parler, permettant d'identifier des évolutions d'usages significatives à l'intérieur des bâtiments (tout marché confondu). Toutefois, des retours d'expérience sur le marché mobile B2B font apparaître des demandes de débit montant plus important, avec une garantie de débit. A noter que cette demande ne vise pas exclusivement l'intérieur des bâtiments. Les retours d'expérience sur le marché Grand public montrent l'importance du service voix et du réseau mobile à domicile, en continuité avec leur expérience à l'extérieur du domicile, tout particulièrement en rural (cf. notre réponse à la question n°21).

Comme évoqué dans les réponses aux questions de la Partie 1 (chapitre 1.4 de la présente consultation en page 9), de nouveaux services plus prospectifs pourront éventuellement émerger, par exemple dans les domaines de la médecine, la robotique, la sécurité des personnes, l'environnement, la géolocalisation et plus largement l'industrie. Mais il convient d'être très prudent sur l'évolution de ces nouveaux usages reposant sur des techniques de réalité augmentée, d'applications dans le cadre de « Metavers » qui pourraient nécessiter plus de services de données et moins de latence. Là encore, ces nouveaux services, très prospectifs et encore incertains, ne visent pas exclusivement l'intérieur des bâtiments.

Solutions techniques et modèles d'affaires, quels acteurs seraient susceptibles de les déployer ?

Hormis les services de voix, sms Wifi et données qui concernent les clients grand public ou des petites structures professionnelles, les solutions techniques et les modèles d'affaires associés adressent essentiellement le marché entreprise ou différents types de lieux pouvant accueillir du public (stades, gares, centres commerciaux).

L'Autorité a aidé au développement de la concurrence sur le marché de la couverture indoor (ou marché qu'on peut désigner par « marché des antennistes ») en renforçant les obligations des opérateurs mobiles. Elle s'est vue renforcée par l'obligation pour les opérateurs mobiles de faire droit aux demandes d'une entreprise de raccorder leurs réseaux à un système antenne distribué installé par un tiers, sous réserve que ce dernier respecte un cahier des charges commun élaboré par les opérateurs mobiles.

Sur la couverture de lieux accueillant du public, les acteurs de type Towerco sont de plus en plus présents sur ce marché de la couverture indoor mobile, le plus souvent dans un modèle multi-opérateurs.

Sur la couverture de bâtiments d'entreprise, Orange a des offres de services de couverture mobile adressant les entreprises (solution désignée par « couverture site mobile personnalisée »), mono-opérateur et compatible multi-opérateurs, elles sont vendues aux clients Entreprises. Il est important de rappeler que la transparence des prix exigée par le régulateur (*cf. obligation citée supra*), a conduit chaque opérateur à publier sa grille tarifaire, permettant ainsi au client entreprise d'estimer le TCO (« Total Cost of Ownership » ou coût d'appropriation) de son projet de couverture. Un autre modèle apparaît, porté le plus souvent par des acteurs de type Towerco, fournissant des solutions d'infrastructures passives essentiellement mais aussi actives avec une interconnectivité avec les différents opérateurs mobiles. Ce modèle d'affaires repose sur une approche permettant d'adresser les opérateurs mobiles de la manière suivante : la Towerco fournit la solution d'infrastructure chez le client final et les opérateurs paient une redevance au titre de la connectivité de leur réseau en se raccordant aux infrastructures de la Towerco.

Les enjeux concurrentiels, techniques, réglementaires ou autres :

Les enjeux sont nombreux. Orange considère que les deux modèles susmentionnés peuvent être viables, à condition que le modèle « Towerco » s'accompagne de la même transparence des solutions et de leurs tarifs que celle exigée par l'Autorité dans le cadre de l'obligation rappelée ci-dessus vis-à-vis des opérateurs.

L'exigence continue de qualité de service et du respect du niveau d'exposition aux ondes des personnes sont à maintenir au-delà de l'installation d'une solution, en plus des obligations réglementaires et légales qu'un opérateur mobile doit respecter. Pour garantir cela, Orange considère indispensable que la relation entre l'opérateur et le client entreprise soit conservée, quel que soit le modèle d'affaires mis en œuvre, en excluant toute désintermédiation.

Question 25. Quelles fréquences supplémentaires pourraient permettre de répondre aux besoins de couverture et de qualité de service *indoor*, et de quelle manière ? En particulier : la bande 26 GHz est-elle adaptée pour des solutions *ad hoc* en *indoor* ? Les bandes 450 MHz et 1,4 GHz pourraient-elles permettre, vu leur qualité de propagation, un gain de couverture en *indoor* via les réseaux mobiles ? Quelles autres fréquences pourraient être envisagées pour répondre à ce besoin de couverture ?

Quelles fréquences supplémentaires ?

En l'état de nos connaissances, l'identification de l'évolution des usages n'est pas significative pour affirmer le besoin de nouvelles fréquences pour répondre aux besoins indoor. De nouvelles

fréquences ne se justifieraient qu'en cas de forts usages et d'autres fréquences déjà disponibles par l'opérateur pourraient être utilisées.

Plus précisément, deux solutions existent pour couvrir l'indoor :

- o Installer des solutions dédiées en indoor : couvrir l'indoor par l'indoor,
- o Utiliser le signal des sites macro pour couvrir l'indoor : couvrir l'indoor par l'outdoor.

Dans le premier cas (couverture de l'indoor par l'indoor), le portefeuille de fréquences disponibles est largement suffisant pour combler les besoins de capacité indoor (clients grand public ou entreprise). Dans la majorité des installations indoor, seulement une partie du spectre des opérateurs est installé et suffit aux besoins. Le spectre à 3,5 GHz est ajouté petit à petit dans les sites indoor qui nécessitent un renfort capacitaire ou qui demandent la 5G. [SDA : ...].

Dans le second cas (couverture de l'indoor par l'outdoor), la densité des sites en zone urbaine permet une bonne couverture indoor grâce aux bandes basses 700 MHz, 800 MHz, mais aussi les bandes intermédiaires 1800 MHz et 2100 MHz. Dans les zones plus rurales, [SDA : ...].

L'ajout de la bande 1,4 GHz sur un site rural outdoor n'améliorera pas la couverture indoor d'un site déjà équipé d'une bande basse (e.g. 800 MHz), mais peut apporter un gain en débit descendant pour un client en indoor en limite de couverture. Il est à noter que le gain n'est valable que si une bande basse est disponible pour la partie uplink, et le gain n'est intéressant que si le spectre alloué est supérieur à [SDA : ...].

Question 26. Quel rôle joue le Wifi dans l'ensemble des solutions pour fournir des services à l'intérieur des bâtiments ? Le cas échéant, pour quels usages le Wifi n'est-il pas une technologie appropriée, et pour quelles raisons ?

Le WiFi joue un rôle très important dans le domaine grand public pour assurer une couverture voix et data pour les clients mobiles en indoor, en particulier lorsque la couverture des macros n'est pas suffisante. [SDA : ...]

Pour l'industrie 4.0 ou d'autres domaines d'entreprises, les cas d'usages critiques ne peuvent pas être traités par le WiFi. Dès lors qu'il faut assurer des débits et latences garanties ainsi que la continuité de service entre cellules (au travers des « hand over »). La 5G utilisant des fréquences faisant l'objet d'autorisations représente alors la meilleure solution.

Dans le domaine entreprise pour des usages non critiques, le wifi complète à date la couverture cellulaire pour l'usage de services de données et il permet en outre des accès facilités au système d'information d'entreprise. La qualité de la VoWiFi reste en-deçà de la qualité de la voix cellulaire (car l'opérateur a moins de contrôle sur les équipements wifi installés, charge wifi plus importante que dans le domaine résidentiel et taille du réseau wifi plus grand).

3.1.3 Question sur l'accès fixe par les réseaux hertziens terrestres

Question 27. Les dispositions existantes vous paraissent-elles satisfaisantes et suffisantes ? En particulier, pensez-vous nécessaire de prévoir des nouvelles dispositions pour assurer la

généralisation du « très haut débit » ou permettre aux utilisateurs qui le souhaitent une redondance des réseaux filaires par des technologies hertziennes ? Avez-vous des propositions à faire ?

Comme évoqué dans les précédentes réponses aux questions n°21 à 23, Orange n'identifie pas de dispositions complémentaires qu'il conviendrait d'ajouter. Les dispositions relatives au New Deal et à l'attribution des fréquences dans la bande 3,4-3,8 GHz décrites dans le texte de la consultation et présentes dans les autorisations d'utilisation de fréquences des opérateurs mobiles, nous paraissent satisfaisantes et suffisantes répondant aux besoins de couverture de zones en attente d'accès de connectivité filaire.

En ce qui concerne le sujet nouveau abordé dans la présente consultation, à savoir celui de la redondance, Orange considère qu'il n'y a pas de besoin d'introduire de nouvelles obligations. Orange s'est toujours positionné sur une stratégie de mix-technologie pour la couverture du territoire en très haut débit, en fonction de la situation des territoires en matière de couverture mobile et de disponibilité d'accès fixe Très haut débit à internet.

Les technologies filaire et mobile doivent être vues comme complémentaires afin d'assurer la couverture du territoire.

S'il est possible, là où les deux technologies sont disponibles, d'assurer une redondance d'un accès fixe par un accès mobile, il n'est ni nécessaire ni proportionné d'imposer une telle obligation de redondance.

[SDA : ...].

A noter, Orange met à disposition des clients une offre 4G Fixe en propre via son offre 4G Home ou via sa filiale NordNet dans les zones où la fibre n'est pas encore disponible (ex : Zone logement immeuble neuf ou ZLIN) ou quand le débit ADSL n'est pas suffisant (< 8 Mbit/s). L'offre d'Orange est par ailleurs en adéquation avec le dispositif de « cohésion numérique », géré par l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires, qui permet aux clients de bénéficier de subvention sur certaines de ces zones.

Enfin, l'offre 4G Home proposée par Orange n'est pas une solution de « redondance » du fixe, mais elle permet de répondre aux besoins de clients ne disposant pas de solution filaire ou d'une solution filaire ne garantissant pas de performances suffisantes : elle doit plutôt être vue comme une solution d'attente ou de complément. En effet, à partir du moment où la fibre est disponible et/ou le débit ADSL dépasse les 8 Mbit/s, les clients peuvent souscrire à ces offres THD fixe.

Orange souligne d'ailleurs que de tels engagements ont d'ores et déjà été pris lors du New deal et du processus d'attribution de fréquences dans la bande 3,4-3,8 GHz.

Question 28. Concernant les besoins pour les usages professionnels, identifiez-vous d'autres besoins que celui, évoqué *supra*, d'une connexion redondante afin de garantir la continuité de l'accès en cas d'interruption de service ? Quelles dispositions souhaiteriez-vous voir mises en œuvre ?

En complément de la réponse à la question n°27, sur le marché entreprise, les opérateurs restant à l'écoute des besoins de leurs clients et des innovations techniques, proposent différentes

solutions pour répondre aux besoins de secours ou de redondance en connectivité réseau, solutions pouvant être spécifiques selon les cas d'usage.

[SDA : ...].

La stratégie d'Orange n'est pas d'apporter de solution redondante reposant de façon systématique sur son réseau mobile : il s'agit d'une option parmi d'autres, proposée sous réserve du besoin du client et de faisabilité.

Enfin, il ne nous apparaît pas pertinent d'introduire des dispositions spécifiques à l'adresse des opérateurs sur cette question de redondance. Comme mentionné précédemment, les opérateurs sont à même de trouver des solutions adaptées aux besoins de leurs clients Entreprise et professionnels.

3.2 Numérique soutenable

Question 29. Avez-vous des propositions (leviers d'action, moyens, stratégies etc.) à partager en matière de gestion du spectre ou d'attribution de fréquences pour réduire l'impact environnemental des réseaux et plus généralement promouvoir un numérique soutenable ? Quelles exigences ou prérequis seraient nécessaires pour rendre opérant, le cas échéant, ce levier (disponibilité de données, cohérence méthodologique, contrôle/audit *a posteriori* etc.) ?

La dimension environnementale de la gestion du spectre est un nouveau champ d'études à explorer. Ainsi nous n'avons pas connaissance de travaux concernant l'étude de l'impact environnemental de la gestion des fréquences au sein de l'UIT ou de la GSMA. Des travaux concernant l'analyse de l'impact « scope 3 » d'un opérateur ayant recours à des solutions de type Ran Sharing sont en cours. L'Arcep a été associée à ces travaux, notamment en vue d'une bonne coordination avec le Comité d'experts de la mesure de l'impact environnemental que l'Autorité co-préside avec l'ADEME. Cependant, ces travaux n'épuisent pas nécessairement le champ d'étude ouvert par la présente question dont la pertinence pourrait par exemple être examinée par le Comité d'experts mobiles.

Question 30. En tant qu'opérateur ou entreprise, disposez-vous d'une stratégie environnementale ou de réduction des émissions de gaz à effet de serre au niveau de votre organisation ? Comporte-t-elle un volet réseau ou numérique ? Avec quels outils ou quelle méthodologie contrôlez-vous le respect de cette stratégie ? De quelle manière la sollicitation et l'utilisation de fréquences jouent un rôle dans cette stratégie ?

Dans le cadre de son plan stratégique **Engage 2025, Orange s'est engagé à être Net Zéro Carbone d'ici 2040** avec dix ans d'avance sur les objectifs de notre secteur des Télécoms. Cela se traduit notamment par des efforts considérables pour réduire nos émissions directes et indirectes de CO₂ : efficacité énergétique, énergies renouvelables, économie circulaire, captation de carbone. Pour être Net Zéro Carbone en 2040, Orange s'est engagé sur 3 piliers : **réduire ses propres émissions de CO₂, diminuer les émissions indirectes liées à sa consommation d'énergie et enfin réduire les émissions générées en amont par ses fournisseurs et en aval par ses clients.**

Nous sommes **engagés dans une réduction drastique d'ici à 2040 des émissions de CO₂** directement liées à nos activités, avec un premier **point de passage dès 2025 : -30 %** par rapport à nos émissions de 2015.

Notre programme **Green ITN a permis d'éviter l'émission** d'environ **3 millions de tonnes de CO₂ entre 2010 et 2019** en améliorant l'efficacité énergétique de nos réseaux et systèmes d'information. Progressivement, nous remplaçons nos anciennes infrastructures réseaux et nous déployons de nouveaux équipements plus éco-efficaces. C'est le cas dans nos derniers data centers ouverts à Chartres et à Val de Reuil en Normandie, qui fonctionnent en « free cooling », une technologie qui réduit de 80 % le recours à la climatisation artificielle.

En 2025, 50 % de nos besoins en électricité seront satisfaits à partir d'électricité d'origine renouvelable. Pour atteindre cet objectif de notre plan Engage 2025, nous avons déjà mis en place trois contrats d'achat d'électricité d'origine éolienne ou solaire.

La réduction des émissions en amont liée à nos achats de biens et services et à nos immobilisations se fait en coopération avec nos fournisseurs (équipementiers, transporteurs...). **Nous travaillons également en aval à la réduction des émissions de nos clients grand public, entreprises et professionnels.** Nous les encourageons à adopter les écogestes et les sensibilisons aux enjeux de la sobriété énergétique et de la consommation durable.

En décembre 2021, Orange, aux côtés des opérateurs membres de la Fédération Française des Télécoms, a signé une [charte en faveur d'un numérique durable](#) afin de s'engager pour l'environnement et de mener des actions volontaires et ambitieuses en articulant tous les leviers présentés ci-après.

Comme évoqué dans la réponse à la question précédente, les aspects gestion de spectre et attribution de fréquences constituent un champ nouveau d'exploration pour l'impact environnemental du numérique.

Question 31. Pour chacune des bandes de fréquences mentionnées en partie 4, identifiez-vous des impacts environnementaux positifs ou négatifs propres à l'utilisation de ces bandes de fréquences ?

Comme évoqué dans les réponses aux questions précédentes, les impacts environnementaux de la gestion du spectre constituent un champ nouveau d'exploration. Orange n'a donc pas d'études, au cas par cas, identifiant les impacts environnementaux positifs ou non propres à l'utilisation de chaque bande de fréquences.

3.3 Mutualisation

Question 32. Comment les stratégies d'attributions de fréquences peuvent-elles contribuer à la mutualisation des infrastructures ? Au-delà du cadre existant, quelles sont les mesures spécifiques en matière de partage de réseaux mobiles pour les déploiements futurs qui pourraient être utiles ? Dans quelles bandes de fréquences et pour quelles raisons ?

Depuis 2003 et la création des premières zones blanches en France, la mutualisation qu'elle soit active ou passive fait partie de l'écosystème des télécoms avec ses avantages et inconvénients.

Le cadre législatif et réglementaire n'a cessé de se renforcer au fur et à mesure des années sur le partage de site tout en veillant au respect du droit de propriété, de la liberté d'entreprendre et la concurrence par les infrastructures des opérateurs. Le CPCE incite ainsi les opérateurs à la mutualisation des infrastructures :

- Dans son article D98-6-1 du CPCE, il s'agit d'encourager à la mutualisation passive,
- Dans ses articles L. 34-8-2-1 et L. 34-8-6, le CPCE visent à faire droit aux demandes raisonnables d'accès à tout opérateur de téléphonie mobile sur les infrastructures d'accueil d'un autre opérateur,
- Et encore récemment, la modification de l'article L. 34-9-1 du CPCE via la loi n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France, demande aux opérateurs de justifier leur choix de ne pas recourir à une solution de partage de site ou de pylône dans les zones rurales et à faible densité d'habitation et de population.

De plus, en 2018, le New Deal, conclu entre les opérateurs, l'Autorité et le gouvernement, a introduit dans les autorisations de fréquences des opérateurs des obligations de partage actif dans le cadre notamment du dispositif de couverture ciblée (mais aussi la mise en place de la 4G sur tous les sites dont les zones blanches) en vue de l'amélioration de la couverture mobile. Ce dispositif permet de déployer 5000 sites par opérateur pour la plupart mutualisés sur des zones choisies par les collectivités.

Au-delà du contexte législatif et réglementaire, dans le cadre de leur stratégie d'entreprise, les opérateurs au travers d'accords (par exemple accord entre SFR et Bouygues Telecom, ou encore Orange et Free) validés par l'Autorité, ont aussi développé la mutualisation de sites.

Enfin, l'écosystème des télécoms a fortement évolué. Les quatre opérateurs de réseaux mobiles ne sont plus gestionnaires de la plupart des infrastructures passives sur lesquelles ils déploient leurs équipements actifs. De nouveaux acteurs sont arrivés et ont développé le marché de l'hébergement : les Towerco. Le modèle économique des gestionnaires de points hauts (Towerco) repose notamment sur une optimisation du nombre d'acteurs sur un pylône. Les opérateurs mobiles tirent aussi bénéfice de la mutualisation des pylônes notamment en termes d'investissement (coût de déploiement inférieur en allant sur des pylônes déjà existants) mais aussi dans leur stratégie de baisse de leur impact environnemental.

En synthèse, aujourd'hui, « *le partage des infrastructures passives est présente sur l'ensemble du territoire métropolitain : plus de 45 % des supports accueillent les équipements de plusieurs opérateurs* » déclare l'Arcep dans son rapport d'activité, édition 2021², alors que le New Deal se poursuit, que les Towerco envisagent des taux d'accueil plus importants dans les années à venir et que les opérateurs vont aussi poursuivre leur stratégie financière d'amélioration d'Ebitda et de baisse de leur impact environnemental. En effet, ces éléments vont permettre l'augmentation de la mutualisation de sites sans qu'il ne soit nécessaire de légiférer de nouveau ou d'introduire de nouvelles obligations lors des attributions de nouvelles fréquences. **Orange considère que des**

² Rapport d'activité, tome 2, « La régulation de l'Arcep au service des territoires connectés », édition 2022

mesures spécifiques en matière de partage de réseaux mobiles pour les déploiements futurs ne seraient pas utiles.

Toutefois, il est important de souligner que malgré la volonté des opérateurs, des gestionnaires d'infrastructures tels que les Towerco, et les élus locaux militant pour une mutualisation des pylônes, les situations sur le terrain conduisent certaines fois à l'impossibilité de mutualiser et par conséquent un opérateur s'installe sur un pylône distinct du pylône déjà déployé. Ces situations sont associées à des problématiques opérationnelles spécifiques très diverses, telles que notamment :

- Le manque de place pour déployer plusieurs équipements sur un clocher d'église, un toit-terrasse, etc... ;
- La sécurité du site : ainsi la mise en place d'antenne devient de plus en plus difficile sur les châteaux d'eau du fait de l'ancienneté de l'ouvrage ou la nécessaire limitation de la charge ;
- La limitation de la hauteur de pylônes demandée par certaines collectivités et riverains qui s'avère non compatible avec la mutualisation de site même avec une intégration paysagère poussée et coûteuse pour les opérateurs mobiles et les towercos ;
- La demande de loyers élevés par certains propriétaires de terrain, pas toujours en adéquation avec les valeurs du marché.

Par ailleurs, dans certaines zones où il n'est pas toujours possible de déployer, - par exemple sur les communes littorales où les opérateurs ne peuvent déployer des pylônes en dehors de la continuité d'urbanisation -, il est aussi difficile voire impossible de mutualiser les pylônes déjà existants. Il serait important que le législateur puisse se pencher sur ces cas et faire évoluer le cadre légal.

S'agissant de la qualité de service et de la disponibilité du réseau, Orange constate que les zones mutualisées ont des niveaux plus faibles que les zones non mutualisées malgré les travaux des équipes sur le terrain. En effet, la supervision et les résolutions de problèmes dépendent de tous les opérateurs présents sur le site mutualisé, demandant planification, ressource et coordination entre opérateurs. Les résolutions de plaintes sont complexes et plus longues à traiter que sur des sites gérés en propre.

Aussi, la mutualisation active doit pouvoir rester un choix d'opérateurs dans la plupart des environnements.

En définitive, de manière générale, le partage de réseaux doit rester équilibré, ne devant pas limiter la différenciation de services entre les opérateurs. Il doit rester un modèle applicable dans certaines zones limitées et spécifiques du territoire. Dans les zones concurrentielles et économiquement viables, la concurrence par les infrastructures des opérateurs doit rester la base d'un développement économique concurrentiel, laissant l'opérateur décider de sa stratégie de déploiement et de qualité de service aux bénéfices du consommateur. Par ailleurs, une mutualisation excessive imposée par des obligations réglementaires (infra passive et/ou active) notamment en zones grises ou blanches pourrait conduire à une sclérose du marché, incitant peu ou plus à l'investissement de sites neufs³. La dynamique concurrentielle doit pouvoir être maintenue, et le partage de réseaux doit rester une base contractuelle entre acteurs. L'Arcep en convient : « *en limitant la concurrence par les infrastructures, le partage de réseaux mobiles peut*

³ cas de l'Espagne notamment

aussi limiter l'autonomie technique et commerciale de chaque opérateur et restreindre les incitations à l'investissement et l'innovation. L'Arcep est donc attentive aux accords de partage de réseaux mobiles, en veillant notamment à l'équilibre entre les objectifs de concurrence et d'innovation et les objectifs d'aménagement du territoire et de protection de l'environnement »⁴.

Par ailleurs, en ce qui concerne le partage de réseaux et de fréquences, l'acquisition des fréquences faisant l'objet d'enchères, il est important de souligner l'investissement de l'opérateur lors de ces attributions de fréquences et donc de leur valorisation sur le long terme. Les fréquences et la stratégie de leur attribution revêtent donc un caractère concurrentiel essentiel pour l'opérateur et qu'il convient de rappeler et ne pas associer nécessairement à l'objectif de mutualisation des infrastructures.

Enfin, il est important de trouver un juste équilibre entre mutualisation passive et mutualisation active et cette dernière doit rester un choix d'opérateurs, encadré contractuellement.

Par ailleurs, Orange n'a pas d'informations précisant les bandes de fréquences qui pourraient spécifiquement être visées pour le partage de réseaux mobiles.

Question 33. Dans quel environnement (par exemple : *indoor/outdoor*, zone dense/moins dense, etc.) la mutualisation des petites cellules serait-elle la plus appropriée ? Pour quels gains ? Au contraire, dans quel environnement serait-elle la plus problématique ? Pour quelles raisons ? Quels sont les enjeux concurrentiels et/ou stratégiques liés à la mutualisation des petites cellules que vous identifiez ?

Le concept des petites cellules existe depuis les années 1990 avec le déploiement de la 2G et leur volume n'a jamais augmenté de manière significative car l'usage reste limité à du complément de couverture et non à des besoins capacitaires.

Dans quel environnement (par exemple : *indoor/outdoor*, zone dense/moins dense, etc.) la mutualisation des petites cellules serait-elle la plus appropriée ?

Pour un usage grand public, les petites cellules ont peu d'intérêt en zone peu dense et la question de la mutualisation se pose donc essentiellement dans les zones denses.

Pour les usages entreprise, les besoins sont principalement axés sur l'amélioration de la couverture *indoor*.

Sur ce dernier aspect, les opérateurs ont d'ores et déjà des obligations réglementaires pour la couverture à l'intérieur des bâtiments pour les entreprises, les associations ou personnes publiques dans leurs autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4-3,8 GHz délivrées en novembre 2020, tant pour le raccordement de leur réseau à un système antenne distribué pré-installé par un tiers que pour la mutualisation de petites cellules.

Il convient également de préciser la mutualisation des petites cellules dont il est question, passive ou active.

⁴ Rapport d'activité, tome 2, « La régulation de l'Arcep au service des territoires connectés », édition 2022

Les gains potentiels attendus d'une mutualisation :

Les analyses détaillées restent à mener et sont d'ailleurs en cours pour la bande 26 GHz dans le cadre du comité d'experts mobiles. Si on prend donc l'exemple de petites cellules reposant sur l'utilisation de la bande de fréquences 26 GHz, en zone urbaine et en outdoor, sa bande passante est particulièrement large (Orange se place dans le cadre où l'intégralité de la bande est disponible).

La mutualisation passive de petites cellules peut être opportune pour éviter la démultiplication des infrastructures passives et ainsi optimiser l'intégration paysagère.

Au contraire, dans quel environnement serait-elle la plus problématique ? Pour quelles raisons ?

Il n'est pas simple de désigner les types d'environnement susceptibles d'être le plus problématiques pour la mutualisation active compte tenu du faible retour d'expériences sur le déploiement de petites cellules, toutefois l'environnement notamment à forte population constituera un frein important au plan capacitaire.

Quels sont les enjeux concurrentiels et/ou stratégiques liés à la mutualisation des petites cellules que vous identifiez ?

Des enjeux techniques liés à la plus grande complexité radio, à l'environnement radio alentour réduisant la qualité de service de chaque opérateur :

Le constat simple que les petites cellules utilisant des fréquences hautes comme le 26 GHz ont des rayons de couvertures extrêmement faibles à cause de la faible portée en UL, rend nécessaire de combiner le DL de ces fréquences avec l'UL d'une fréquence plus basse.

[SDA : ...].

Comme évoqué en début de la présente réponse, d'autres contraintes techniques ou des limites techniques dues à la mutualisation sont soulevées par le comité d'experts mobiles (études en cours sur la mutualisation de petites cellules à 26 GHz. [SDA : ...].

Des enjeux concurrentiels et stratégiques afin de préserver la différenciation des services entre les opérateurs et la concurrence par les infrastructures :

Orange part du postulat que les conditions de propagation sont telles que les choix de trame TDD devraient être assez libres à 26 GHz. Or, les hotspots de trafic sont les mêmes pour les quatre opérateurs mobiles, ainsi une solution mutualisée doit fixer une trame commune TDD pour les opérateurs, ce qui ne permettra pas d'avoir toute liberté dans une même zone circonscrite d'adresser différents types de clients, pour des services différents.

De manière plus générale, quelle que soit la bande de fréquences utilisée, les enjeux sont similaires à ceux abordés dans la réponse à la question n°32. Orange a déjà eu l'occasion d'exprimer sa position relative à la mutualisation de petites cellules. Dès lors qu'elle est imposée ex-ante à l'intérieur de bâtiment – ce qui est le cas pour les opérateurs vis-à-vis du marché entreprise -, ou si elle devait l'être également en extérieur, ceci constitue un risque élevé de désincitation à l'investissement et à l'innovation.

La mutualisation de petites cellules doit pouvoir rester un choix des acteurs, aussi bien en termes d'infrastructures passives que d'équipements actifs.

4 Questions spécifiques par bande de fréquences

Question 34. Parmi toutes les bandes de fréquences listées ci-dessus et détaillées par la suite, lesquelles apparaissent prioritaires pour vos besoins ?

[SDA : ...] pouvoir disposer de plus de fréquences dans la bande cœur de la 5G grâce à l'attribution du reliquat **3410/3420-3490 MHz** au plus tard en juillet 2026 (date de fin des autorisations délivrées aux systèmes BLR / THD Radio) au profit des réseaux mobiles nationaux.

Orange souligne que des canalisations supérieures à 100 MHz sont spécifiées au niveau 3GPP et que leur mise en œuvre est prévue dans la roadmap des terminaux mobiles. [SDA : ...]

De plus, à cette seule condition de libération complète de la bande 3410-3490 MHz, il sera possible à cet horizon également, de basculer vers une trame TDD 5G « pure⁵ », qui permettra de lever une grande partie des restrictions aux frontières, les contraintes aux frontières devenant de plus en plus pénalisantes au gré de l'augmentation de la charge 5G sur nos réseaux en zone dense urbaine. Aujourd'hui, seul le mécanisme de « *Downlink Symbol Blanking* » (ou DSB) permet d'amener une couverture 5G proche de la frontière mais au détriment de 20% environ de perte de débit en sens descendant. Les restrictions pourraient ainsi être levées avec la Suisse, l'Allemagne, le Luxembourg, la Belgique et l'Espagne. Compte-tenu de la présence d'agglomérations importantes sur ces zones frontalières, l'impact en sera très bénéfique.

La bande de fréquences 3,8-4,2 GHz porte également des enjeux stratégiques et prioritaires pour Orange. Ainsi, dans ses réponses aux questions n°72 à 76 du chapitre 4.2.6, Orange a exprimé ses besoins et fait des propositions pour l'attribution et l'utilisation des fréquences de la bande 3,8-4,2 GHz.

Sur l'ensemble des bandes, Orange apporte des réponses détaillées dans la suite des questions.

Question 35. Identifiez-vous d'autres bandes de fréquences présentant un intérêt pour le service mobile dans un horizon rapproché ?

Au-delà des différentes bandes analysées dans la présente consultation, Orange propose d'initier des réflexions sur tout ou partie de la bande MSS 2 GHz pour la 5G.

[SDA : ...]

⁵ Le passage d'une trame à une autre nécessite une préparation du réseau, puis une planification avec les systèmes concernés pour basculer sur une nouvelle trame en vue d'une nouvelle synchronisation.

Le processus européen de renouvellement de ces autorisations est en train de s'engager. Il nous semble utile de lancer dès maintenant les réflexions et travaux sur cette bande au regard de l'usage qui en a été fait, alors que des acteurs satellitaires pour des constellations LEO convoitent également l'accès à ces fréquences [SDA : ...].

En tout état de cause, compte tenu de la singularité et de la complexité du cadre réglementaire européen⁶ établi en 2008 pour sélectionner les opérateurs à l'échelle du continent et des « vicissitudes » de sa mise en œuvre depuis près de quinze ans (changement d'opérateurs, changement de nature des projets, mises en demeure de la Commission motivées par des manquements aux obligations etc.), Orange estime nécessaire de clarifier le cadre réglementaire sur lequel va s'appuyer précisément le processus européen pour préparer l'échéance des autorisations en cours (ie 2027).

1.1 Partage des fréquences et attributions localisées

Question 36. Parmi les bandes de fréquences qui font l'objet de questions ci-dessous, lesquelles semblent les plus appropriées à une attribution localisée ? A une réutilisation par usage secondaire ?

Comme rappelé par l'Arcep, les ondes radioélectriques se propagent plus ou moins bien en fonction de leur longueur d'onde et d'autres caractéristiques physiques de propagation, qui facilitent plus ou moins ces usages localisés.

Toutefois, un usage localisé (du fait des contraintes physiques et techniques) n'implique pas nécessairement une attribution locale. Le choix par le régulateur du type d'autorisations doit prendre en compte d'autres enjeux et d'autres contraintes telles que la structure du marché, la gestion efficace du spectre, les besoins des acteurs et d'autres facteurs économiques et sociétaux. On peut d'ailleurs noter que certains pays (par exemple Finlande, Italie, Danemark) ont fait le choix d'attributions nationales dans la bande 26 GHz dont les propriétés physiques ne permettent pas une propagation du signal au-delà d'une centaine de mètres.

Il y a notamment des enjeux de disponibilité d'un même service certes localisé, mais que l'on peut retrouver sur une empreinte géographique régionale ou nationale (par exemple, les hot spots que l'on pourrait retrouver dans l'ensemble des plus grosses gares françaises, les stades etc).

Orange rappelle que l'attribution nationale permet aussi de donner de la sécurité et de la prévisibilité aux opérateurs mobiles nationaux favorisant l'innovation et les investissements, leurs marchés et leurs offres adressant l'ensemble du territoire.

S'agissant de la réutilisation par usage secondaire des bandes de fréquences objet de la présente consultation, Orange réaffirme son désaccord sur ce choix réglementaire pouvant conduire les opérateurs attributaires à partager le spectre avec des tiers dans des conditions non définies.

Une telle disposition pourrait le cas échéant :

⁶ Décision n°626/2008/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 2008 concernant la sélection et l'autorisation de systèmes fournissant des services mobiles par satellite (MSS)

- Faire courir des risques de dégradation de la qualité de service des réseaux (facteur clé pour des acteurs privés ou gouvernementaux dans leur choix d'utiliser les réseaux des opérateurs), de brouillages de la bande qu'il sera impossible de contrôler et difficile de faire cesser dès lors que cela impactera des clients ;
- Conduire à une rupture potentielle d'égalité entre les charges publiques ; les conditions d'accès au spectre différeront entre les opérateurs lauréats de la procédure « primaire » et des acteurs tiers non identifiés, pouvant utiliser le spectre concerné en usages secondaires ;
- Soumettre les attributaires « primaires » à un important risque concurrentiel non quantifiable à ce stade ;
- Faire peser sur les attributaires « primaires » un risque élevé de destruction de la valeur des fréquences concernées, et donc de leurs investissements.

Orange considère que, de manière générale, les bandes basses ainsi que les bandes en mode TDD nécessitant une synchronisation ne devraient en aucun cas être envisagées pour une ouverture à des usages secondaires.

Question 37. Le cas échéant, si ces bandes de fréquences voient coexister usage mobile et autres usages (satellite, lien fixe ...), quels modes de partage vous apparaissent pertinents ?

Orange estime qu'il n'est pas possible d'apporter une réponse générale à cette question qui appelle des études techniques au cas par cas, en fonction des systèmes et des applications appelées à coexister.

Par ailleurs, Orange fait part de son inquiétude de plusieurs projets de constellations LEO mobiles (« Low Earth Orbit ») susceptibles d'utiliser les fréquences mobiles attribuées aux opérateurs, en mettant en avant l'article 4.4 du Règlement des radiocommunications. En effet, Orange alerte sur le risque de brouillages préjudiciables par des acteurs tiers échappant à la réglementation française et européenne.

Question 38. Pour quelles bandes de fréquences un partage « dynamique » du spectre entre titulaires d'autorisation pour un usage mobile, ou entre titulaires d'autorisation pour des usages différents, vous semblerait pertinent ? Avec quelles modalités de mise en œuvre possibles ?

L'Autorité présente au chapitre 4.1 une définition du partage dynamique « *Un partage du spectre peut être qualifié de dynamique lorsqu'il s'appuie sur des mécanismes permettant de tirer parti du fait que l'usage des fréquences par un titulaire d'une autorisation d'utilisation des fréquences n'est pas effectif 100% du temps, pour 100% du spectre qu'il est autorisé à utiliser, et sur 100% de l'étendue géographique de son autorisation.* »

Les mécanismes de partage dynamique évoqués ci-dessus ne nous semblent pas adaptés aux fréquences utilisées pour offrir des usages mobiles.

Aucune bande de fréquences, y compris parmi celles citées dans le présent chapitre, ne peut être considérée comme intrinsèquement appropriée à un usage partagé entre services, qu'il s'agisse de partage spatial (attributions localisées ou zones d'exclusion), temporel, fréquentiel, statique ou

dynamique. Tout dépend de la nature des services considérés, de leur statut réglementaire exact et de leurs objectifs respectifs de qualité de service en termes de couverture, de débit, de taux de disponibilité, de latence, d'obligations légales à respecter etc... Il est par ailleurs important d'intégrer à la problématique la prise en compte des évolutions de ces services au cours du temps, en termes de durées d'autorisations en vigueur, de technologies mises en œuvre, avec des performances évolutives notamment du point de vue des brouillages préjudiciables et de l'immunité aux interférences. On notera que le succès planétaire des services mobiles au cours des trente dernières années n'aurait vraisemblablement pas pu être obtenu sans autorisations nationales d'utilisation exclusive des fréquences harmonisées au plan international.

C'est pourquoi Orange souhaite que ce type de question de partage soit analysé au cas par cas et fasse l'objet de débats contradictoires sur les aspects techniques, juridiques (ie identification des responsabilités) et financiers (ie redevances) avec les parties concernées sur la base de propositions concrètes de l'administration intégrant les prérequis mentionnés plus haut.

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

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

Question 39. Compte tenu de cette contrainte pérenne, estimez-vous pertinent que ce bloc soit proposé pour attribution ?

Selon la compréhension d'Orange le bloc 1427-1432 MHz (5 MHz), bloc « restreint », aussi désigné par le bloc b76/n76 au 3GPP, n'est pas utilisable sur des sites mobiles macros pour une couverture en extérieur. Cette contrainte pérenne est liée à la protection des services de radioastronomie et des services passifs d'exploration de la Terre par satellite utilisant la bande adjacente 1400-1427 MHz. La limite de puissance des émissions non désirées dans la bande de fréquences 1400-1427 MHz pour les stations de base fonctionnant dans la bande de fréquences 1427-1452 MHz a été fixée, dans la décision d'exécution (UE) 2018/661 de la Commission Européenne du 26 avril 2018, à -72 dBW/27 MHz, sur la base du rapport CEPT 65.

De plus, selon nos informations et au regard de l'expérience dont nous disposons, il semble très peu probable qu'un écosystème de terminaux inclut, à terme, la prise en charge de cette bande isolée. En effet, ce bloc « à part » suppose une gestion spécifique coûteuse de son intégration dans les terminaux et du déclenchement de son usage (intra-bande *carrier aggregation* pour l'associer à la bande b75/n75 1432-1517 MHz, ce que le standard 3GPP a renoncé à faire).

Au regard de la taille très réduite de ce bloc (5 MHz), l'intérêt de tels investissements semble très limité.

En conclusion, Orange considère qu'il n'existe pas de perspectives d'utilisation de ce bloc et qu'il n'est donc pas opportun de le proposer à l'attribution.

Enfin, Orange rappelle qu'au-delà de l'inexploitabilité du bloc b76/n76, des contraintes pèseront sur tout ou partie des fréquences de la bande 1427-1452 MHz pour protéger le service de

radioastronomie dans la bande de fréquences passive 1400-1427 MHz. Une étude a été menée à ce sujet en 2019 par le CCE de l'ANFR ([https://www.anfr.fr/fileadmin/medias/etudes-rapports/CCE/2019-09-20_Rapport_CCE - IMT Vs RST%401.4GHz Version 1 du 20-09-2019.pdf](https://www.anfr.fr/fileadmin/medias/etudes-rapports/CCE/2019-09-20_Rapport_CCE_-_IMT_Vs_RST%401.4GHz_Version_1_du_20-09-2019.pdf)). Cette étude conclut qu'« *en considérant les performances minimales réelles des équipements qui seront déployés, il existera toujours une zone pour un certain type de station de base et un certain type de techniques de mitigation dans laquelle les opérateurs ne pourront implanter aucune station de base respectant les critères de protection de la radioastronomie* ». Il est notamment question de zones de très fortes contraintes sur une surface de rayon de 65 km centrée sur le site de radioastronomie de Nançay.

Question 40. Quels impacts pourraient avoir respectivement ces niveaux de seuils sur les utilisations potentielles de la bande 1,4 GHz et les déploiements que vous pourriez envisager ?

Les études de coexistence ont été menées au niveau de la CEPT dans le rapport ECC 299. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

F	Pfd	Prx
1492-1512 (MHz)	-75 dBW/m ² /20 MHz	-67 dBm/20 MHz
1512-1517 (MHz)	-86 dBW/m ² /5 MHz	-78,1 dBm/5 MHz

La Pfd = -86 dBW/m²/5 MHz correspond au niveau -78 dBm/5 MHz. Ne pas dépasser ce niveau de -78 dBm/5 MHz peut se traduire par une grande zone d'exclusion géographique (dizaine de kilomètres).

Orange estime en effet que ces limites d'émissions pour la sous-bande 1492-1517 MHz sont très strictes et bloqueront *de facto* totalement l'utilisation de cette sous-bande dans les zones protégées ainsi que dans de très grandes zones entourant les zones protégées. Les distances de garde (entre les stations de base et la frontière de la zone protégée) seront probablement de plusieurs dizaines de kilomètres.

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude nationale précisant la coexistence sur le territoire. Une telle étude serait peut-être souhaitable pour apprécier l'exploitabilité de la sous-bande 1492-1517 MHz. La France ayant beaucoup de ports et d'aéroports, l'exploitabilité de la sous-bande pourrait être impactée de manière significative.

[SDA : ...]

Enfin, Orange demande de pouvoir disposer d'un état des lieux des contraintes aux frontières.

Question 41. Les contraintes de déploiements mentionnées ci-dessus constituent-elles un réel frein à l'utilisation des fréquences dans les sous-bandes 1492 - 1517 MHz (en phase 1) et 1502 - 1517 MHz (en phase 2), et par voie de conséquence au souhait de se porter candidat pour obtenir ces fréquences ? Le cas échéant, quelle date de prise en compte des seuils de la phase 2 pourrait être pertinente ?

Compte tenu des contraintes exposées, Orange constate que la fin de la phase 1 et le passage à la phase 2 (remplacement du parc complet de terminaux MSS) constitue une difficulté majeure. Il

n'existe pas d'objectif calendaire de réalisation, ni en France, ni en Europe. L'Arcep indique une migration qui pourrait « *prendre une dizaine d'années, voire plus* ». Nous comprenons qu'il n'existe donc aucune incitation à migrer dans un calendrier plus raisonnable (3 à 5 ans) pour simplifier la coexistence avec les réseaux mobiles.

Orange demande qu'une vision claire puisse être apportée et de manière coordonnée au niveau européen.

A ce titre, Orange rappelle que la décision d'exécution (UE) 2018/661 de la Commission Européenne du 26 avril 2018 indique qu'il est nécessaire d'améliorer la performance des récepteurs des stations terriennes mobiles conformément aux objectifs et aux exigences de la directive 2014/53/UE du Parlement européen et du Conseil (directive « RED »).

[SDA : ...]

Question 42. Cette situation nécessite-t-elle de prévoir des modalités particulières pour assurer la coexistence entre ces faisceaux hertziens et les réseaux mobiles utilisant la bande 1,4 GHz ? Le cas échéant, quelles pourraient être ces modalités ?

Il est important que l'Arcep puisse donner de la visibilité sur la localisation de ces FH et de leur nombre afin de clarifier la situation le plus en amont possible de la procédure d'attribution des fréquences.

Des zones d'exclusion autour de ces FH seront à prévoir, dont la taille reste à date à préciser. Orange comprend toutefois qu'il s'agirait d'une situation exceptionnelle.

L'important est de donner une vision claire aux opérateurs mobiles, futurs utilisateurs de la bande L, afin de leur permettre de statuer sur leur stratégie d'attribution de fréquences et d'utilisation.

[SDA : ...]

Question 43. Compte tenu des protocoles normalisés, des équipements et terminaux disponibles, quelles sont les bandes de fréquences, actuelles ou à venir, auxquelles la bande 1,4 GHz pourrait être appairée, en fonction de la technologie (4G, 5G ...) et de la sous-bande considérée (bande cœur ou bande complète) ? Veuillez préciser, le cas échéant, le calendrier de disponibilité de ces protocoles, équipements ou terminaux permettant cette utilisation.

A notre connaissance, et sans pouvoir être exhaustif, les bandes ci-après sont spécifiées au 3GPP.

Pour la technologie 4G LTE :

- B32 1452-1496MHz
- B75 1432-1517 MHz
- B76 1427-1432 MHz (pas de perspective d'utilisation dans les terminaux).

Pour la technologie 5G NR :

- n75 1432-1517 MHz
- n76 1427-1432 MHz (pas de perspective d'utilisation dans les terminaux).

Orange tient à souligner qu'il n'existe pas, vu du 3GPP, une bande n32 qui correspondrait à l'évolution de la bande B32. Pour la 5G, le 3GPP voit la bande 1432-1517 MHz comme une bande unique appelée n75. En 5G, il n'y a donc plus de différence entre bande cœur et les bandes d'extension.

La bande L est une bande « Supplementary DownLink » (SDL), deux solutions d'utilisation de la bande sont envisageables selon les termes du 3GPP :

- Association de la bande SDL avec l'UL d'une autre bande (SDL+ SUL) : cette solution est normalisée au 3GPP (bandes n92/ n94⁷) ; cependant à date il existe beaucoup d'incertitude sur cette solution car l'industrie ne la soutient pas.
- Utilisation en agrégation de porteuses : la bande L pourrait par exemple être utilisée avec une combinaison de bandes en 5G NSA (B1/B3/B20 + N75) ou alors en 5GSA (N75+N78). La liste des agrégations possibles en mode NSA et en mode SA reste non exhaustive à date. A noter que pour les opérateurs mobiles, cette solution d'usage de la bande L en agrégation de porteuses peut s'avérer complexe. En effet, cette bande ne sera utilisée par les mobiles qu'en « *secondary cell* », qui ne s'active qu'après un certain délai et un certain volume de données transportées. La majorité des usages clients sont de petites sessions qui ne nécessitent pas une agrégation de porteuses et qui d'ailleurs ne déclenchent pas la *secondary cell* (il y a aussi un enjeu de consommation de la batterie des mobiles). La bande L sera donc utilisée seulement lorsque les besoins d'un mobile sont importants (par exemple pour les téléchargements, streaming...) ou quand le réseau est très chargé sur les autres bandes basses. Le risque est donc d'avoir une bande assez inefficace énergétiquement, des études complémentaires devront être menées à ce sujet.

Concernant le MIMO :

- Le MIMO 4x4 devrait être disponible sur la bande L car il est déjà disponible ou présent dans les roadmaps d'une majorité de constructeurs de RAN. Néanmoins, son activation par les opérateurs mobiles n'est pas garantie car pour profiter réellement du MIMO 4x4, il pourrait être nécessaire de doubler la puissance d'émission par rapport au MIMO 2x2, ce qui implique une plus forte consommation énergétique.
- Le Massive MIMO ne sera pas disponible sur la bande L compte tenu de la trop grande complexité d'implémentation technique (notamment liée au mode SDL).

[SDA :]

Question 44. Quels sont les débits envisageables dans cette bande sans agrégation de porteuses ?

Comme évoqué à la question précédente, sans agrégation de porteuse, la seule solution pour utiliser la bande L est de l'appairer avec une bande UL (en mode SUL – Supplementary UpLink).

A date, bien que le 3GPP ait normalisé quelques combinaisons SDL + SUL, les industriels n'implémentent pas cette solution et nous n'avons pas d'informations sur des perspectives d'implémentation dans les années à venir.

⁷ n92 (SDL 1432-1517 MHz + SUL 800) / n94 (SDL 1432-1517 MHz + SUL 900)

En conséquence, sans agrégation de porteuse, la bande L est inutilisable et donc la question du débit ne se pose pas (pas de débit).

Question 45. Compte tenu notamment des possibilités d'agrégation de porteuses permises par les protocoles et équipements actuels et à venir dans cette bande, quelle largeur de bande maximum par canalisation (en MHz) peut être utilisée dans la bande 1,4 GHz, selon la technologie utilisée (4G, 5G ...) ? Le cas échéant, quels sont les schémas d'agrégation intra-bande permis par les standards et à quelle échéance seront-ils disponibles dans les équipements ? Quels débits peuvent être obtenus selon la quantité de fréquences et le schéma d'agrégation utilisés ?

La largeur de bande maximale par canalisation (en MHz) utilisable dans la bande 1,4 GHz est de 20 MHz en 4G LTE et de 50 MHz en 5G NR.

L'agrégation intra-bande n'est pas prévue dans les standards à date et même si cela devait être spécifié, il faudrait plusieurs années avant une éventuelle implémentation.
Les terminaux sont également limités à 50 MHz.

[SDA : ...]

Question 46. Les équipements actuellement disponibles ou à venir permettraient-ils le partage d'installations actives (par exemple *via* des *Multi-Operator Core Networks*) dans la bande 1,4 GHz ? Comment s'effectuerait ce partage dans le cas de réseaux déjà mutualisés ? Y aurait-il des difficultés particulières ?

La bande L est limitée à un usage SDL, en conséquence un UL dans une autre bande de fréquences est nécessaire (en mode SUL ou en mode agrégation de porteuses, cf. réponse à la question n°43).

Si les fréquences de la bande L sont émises depuis un équipement actif mutualisé (en MORAN ou MOCN avec ou sans mise en commun de fréquences), *a minima* l'UL d'une autre bande du portefeuille de fréquences des opérateurs mobiles concernés doit aussi être « mutualisé ».

[SDA : ...]

Orange rappelle par ailleurs – et comme précisé dans nos réponses aux questions n°32 et 33 – que la mutualisation active ne doit pas limiter la capacité de différenciation des opérateurs mobiles, ce qui impacterait notamment la capacité d'innovation et d'investissement des opérateurs.

Le MOCN avec mise en commun des fréquences réduit considérablement l'intérêt de se différencier par le portefeuille de fréquences. Au-delà des obligations de mutualisation d'ores et déjà définies, les opérateurs doivent pouvoir rester maîtres de leur choix de mutualisation sur le reste du territoire.

Orange apporte des réponses complémentaires dans les questions n°32 et 33.

Question 47. Parmi les utilisations listées ci-dessus, pourriez-vous préciser ceux qui vous paraissent les plus pertinents, compte tenu notamment de la nécessité d'appairer cette bande avec une autre bande de fréquences, des technologies disponibles et, le cas échéant, en tant qu'opérateur, de la couverture actuelle ou programmée de votre réseau ?

[SDA]

Question 48. Identifiez-vous d'autres utilisations de cette bande ? Avec quelles technologies ?

A ce stade, Orange n'identifie pas d'autres utilisations de cette bande.

Question 49. Pour chacune de ces utilisations, veuillez préciser la quantité de fréquences de la bande 1,4 GHz qui permettrait de le développer de façon optimale.

Vu que la bande 1,4 GHz est une bande SDL, il est nécessaire d'associer son usage avec une autre bande. [SDA : ...]

Question 50. Quels compléments à la couverture en très haut débit et notamment en fibre optique jusqu'à l'abonné (FttH) l'utilisation de la bande 1,4 GHz pour des services de 4G/5G fixe pourrait-elle apporter ?

Si la bande peut sembler intéressante sur le plan théorique pour augmenter les débits pics, dans les faits, elle n'est pertinente que si un site est très chargé (cf. réponses aux questions précédentes sur les contraintes d'usage liées au mode SDL et aux risques d'une mauvaise efficacité énergétique). En outre, les bandes FDD déjà attribuées aux opérateurs ne sont pas installées partout et celles-ci pourraient, en cas de besoin, constituer un relais. De plus, les usages fixes ont des besoins UL plus importants que les smartphones, et la bande L n'apporte pas d'UL.

Question 51. Dans quelle mesure les différentes utilisations susmentionnées sont-elles réalisables de façon pertinente « à réseau constant », c'est-à-dire uniquement en installant de nouveaux équipements sur des sites mobiles déjà existants ou prévus à moyen terme ?

Le déploiement de la bande 1,4 GHz devrait être réalisable « à réseau constant » via le réaménagement de sites existants : cela nécessitera toutefois l'ajout d'équipements RAN compatibles (*a minima* modules d'amplification radio) et le remplacement d'une partie du parc antenne de notre réseau.

[SDA : ...]

Question 52. L'utilisation de la bande 1,4 GHz peut-elle se substituer à l'utilisation d'une bande existante ou s'ajouterait-elle nécessairement aux fréquences que les opérateurs peuvent déjà utiliser ? Favoriserait-elle l'extinction d'une technologie ?

Orange estime que l'utilisation de la bande L ne pourra se substituer à l'utilisation d'une autre bande car le mode SDL l'oblige à l'associer avec une autre bande de fréquences.

Question 53. Le fait que cette bande nécessite d'être appairée afin d'être utilisée favorise-t-il la mise en veille ou l'extinction de ses émetteurs ?

Orange considère que des études complémentaires sont nécessaires pour évaluer la capacité effective ou non de mise en veille des équipements dans cette bande, sans réduire l'intérêt d'utilisation de ces fréquences sur le réseau.

Question 54. Estimez-vous pertinent d'attribuer simultanément l'intégralité des fréquences de la bande 1,4 GHz ? Quand souhaiteriez-vous disposer des fréquences de cette bande ?

Orange estime pertinent d'attribuer simultanément la totalité des 85 MHz de la bande 1432-1517 MHz. Comme précisé dans notre réponse à la question n°39, les 5 MHz du bas de bande ne doivent pas être attribués (1427-1432 MHz).

Comme précisé dans notre réponse à la question n°43, et dans le cadre d'une utilisation en 5G de ces fréquences, Orange considère qu'il n'y a pas lieu de distinguer la bande cœur des bandes d'extension. [SDA : ...]

Cependant, l'Autorité doit clarifier avant toute procédure d'attribution, les contraintes techniques pesant sur les fréquences des bandes d'extension, la disponibilité des fréquences avant et pendant les JO 2024.

[SDA : ...] En vue aussi d'atteindre l'objectif d'un niveau élevé de protection de l'environnement (cf. L32-1 du CPCE), il est souhaitable voire pertinent qu'une étude d'impact environnemental puisse être menée avant toute procédure d'attribution de fréquences (dont les obligations éventuelles associées) et à assurer ainsi aux opérateurs la meilleure prévisibilité vis-à-vis de leurs investissements.

Question 55. En tant qu'opérateur, quelle quantité de fréquences de la bande 1,4 GHz souhaiteriez-vous être autorisés à utiliser ? Avez-vous une préférence sur le positionnement de ces fréquences au sein de cette bande ?

[SDA : ...]

Question 56. Quels sont d'après vous les avantages et inconvénients de ces deux options ? Avez-vous une préférence pour l'une d'entre elles ? Pour quelles raisons ? En voyez-vous d'autres ? Concernant la première option, quelle serait la taille pertinente des blocs à attribuer ? Dans le cas de la seconde option, quelles seraient, d'après vous, les obligations qu'il serait nécessaire d'introduire, notamment en matière d'accueil des autres opérateurs ?

Orange a montré dans ses réponses aux questions précédentes, que le statut particulier de la bande L (SDL) ne permet pas d'envisager une utilisation « autonome » de cette bande, qui doit être associée à d'autres fréquences. En conséquence, Orange considère que l'option 2 consistant en une mutualisation étendue n'est pas viable. De même, une option d'itinérance ne serait pas viable, puisqu'il serait nécessaire d'étendre l'itinérance sur les fréquences appairées à la bande L.

Par ailleurs, l'option 2 avec un seul titulaire de la totalité de ces fréquences n'est pas réalisable car l'agrégation intra-bande n'est pas prévu par le standard 3GPP (cf. réponse à la question n°45).

Au-delà de ces obstacles techniques majeurs, Orange souhaite rappeler que le titulaire des fréquences attribuées est porteur de droits et d'obligations, notamment d'obligations de couverture.

[SDA : ...].

L'option 1 semble donc être la seule pertinente pour l'attribution d'une telle bande. Compte tenu de la taille de la bande (85 MHz), l'Autorité devrait prévoir une attribution par bloc de 5 MHz. Orange souhaite que les autorisations d'utilisation des fréquences de la bande 1,4 GHz portent sur l'ensemble du territoire métropolitain, seul mode d'attribution cohérent pour l'utilisation de ces fréquences et en lien avec les autorisations déjà attribuées pour les usages mobiles.

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

Question 57. Quels sont les cas d'usages que vous attendez avec cette bande de fréquences ? Identifiez-vous des freins à leur déploiement ?

Les expérimentations menées par Orange confirment que la couverture de cette bande est limitée au maximum à quelques centaines de mètres pour des liens en visibilité directe.

La transmission et donc les performances sont très sensibles à la présence d'obstacles compte tenu des caractéristiques de cette bande millimétrique.

L'intérêt principal du 26 GHz est de pouvoir renforcer la performance et la capacité DL et UL du réseau pour des zones localisées, grâce à une bande passante très large (ex : 800 MHz/utilisateur), une faible latence radio et la possibilité de choisir des formats de trames de manière plus flexible.

Les cas d'usages identifiés à ce stade sur les marchés grand public et entreprise sont :

- Dans le cas B2C, principalement pour des lieux avec beaucoup d'utilisateurs (gares, stades, rues principales, etc), où la capacité fournie avec les bandes en-dessous de 6 GHz sera insuffisante.
- Dans le cas B2B, des usages à très fort débit ou à faible latence à envisager.

Certains usages B2B expriment aussi un fort besoin en débit « uplink ».

Orange présente les principaux types d'usages identifiés, pour les terminaux mobiles d'une part et pour les CPEs d'autre part. Ces informations ont été portées à la connaissance de l'Autorité dans la réponse d'Orange au questionnaire « Attribution future de la bande 26 GHz » du 22 octobre 2021.

[SDA : ...]

Les principaux freins sont liés à la disponibilité de la bande et de la largeur de bande effectivement disponible, à l'absence de plusieurs types de trames et à la maturité de l'écosystème des terminaux.

Orange considère qu'à ce stade de ses connaissances via le retour d'expérience des expérimentations réalisées ou en cours, les problèmes techniques, la difficulté d'identification de cas d'usages avec un modèle d'affaires pertinent associé, l'écosystème non mature de terminaux (cf. notre réponse au questionnaire susmentionné) constituent des freins majeurs au déploiement de cette bande à court et à moyen terme.

En conséquence, Orange considère comme indispensable pour tracer des perspectives crédibles sur l'utilisation de cette bande que l'Autorité organise et pilote l'ouverture d'un nouveau guichet expérimental afin d'affiner les usages, les performances, les contraintes d'utilisation, la portée économique de la bande.

Question 58. Quelle largeur de bande minimum vous semble pertinente pour exploiter un réseau mobile et fournir les usages que permet cette bande de fréquences ?

Pour un usage efficace de la bande, Orange considère qu'une largeur de bande d'au moins 800 MHz par opérateur est nécessaire.

Cela devrait permettre de bénéficier des atouts potentiels en matière capacitaire, de débit montant plus important et d'une possible promesse différenciante par rapport à la bande cœur 5G 3,5GHz, sous réserve que les freins rappelés dans la réponse à la question précédente soient levés.

Il est utile de noter que la largeur de bande de 800 MHz est celle qui a été attribuée aux opérateurs mobiles en Finlande et au Danemark. Cette largeur a été établie comme « largeur standard » en Allemagne.

De plus le gouvernement espagnol vient de publier le résumé des réponses à la consultation publique sur la bande 26 GHz, lancée en décembre 2021 : une largeur de bande égale à 800 MHz est aussi demandée par les opérateurs mobiles espagnols et elle représente une quantité souhaitable selon les équipementiers.

Question 59. Cette bande de fréquences peut-elle être déployée dans un réseau sans que d'autres bandes de fréquences plus basses (bandes d'ancrage) soient utilisées par ce même réseau ? Si non, pourquoi et quelles autres bandes de fréquences seraient nécessaires, en 5G NSA et 5G SA ?

Cette bande de fréquences ne peut être déployée dans un réseau sans que d'autres bandes de fréquences plus basses ne soient utilisées par le réseau.

En mode 5G NSA, la « *dual connectivity* » nécessite une bande plus basse. En mode 5G SA, il est nécessaire d'utiliser une bande plus basse pour l'agrégation de porteuses et pour apporter la continuité de couverture.

Compte tenu des nombreuses limitations physiques à la bonne propagation radio des ondes millimétriques (couverture mobile réduite, coupure du signal par des obstacles tels que les murs, le feuillage des arbres, etc.), il ne semble pas réaliste qu'un réseau mobile, fournissant notamment un service ouvert au public et nécessitant une continuité de couverture, puisse être déployé avec uniquement la bande 26 GHz.

Selon le cas d'usage envisagé, l'utilisation du 26 GHz pourrait être vue comme apportant une capacité et des services supplémentaires à un réseau mobile préexistant. Les performances du 26 GHz pourront alors s'ajouter à celles déjà disponibles, [SDA : ...].

Par ailleurs, la propagation limitée du 26 GHz et sa faible pénétration à l'intérieur des bâtiments ne permettront pas d'avoir, depuis un déploiement de type macro, une couverture satisfaisante en indoor. En fonction des besoins et des cas d'usage envisagés, une couverture spécifique 26 GHz pourrait être mise en place à l'intérieur des bâtiments, en complément du réseau mobile macro disponible utilisant des fréquences plus basses (fréquences FDD ou fréquences TDD de la bande 3,5 GHz).

Question 60. A quel horizon souhaitez-vous voir l'attribution de cette bande de fréquences ? A court/moyen terme, l'attribution de la sous-bande comprise entre 26,5 et 27,5 GHz vous semble-t-elle suffisante pour assurer les cas d'usages que vous avez identifiés ?

Orange considère qu'à la lumière des éléments mis en avant dans les précédentes réponses, il est difficile de proposer à date un calendrier pour l'attribution de la bande de fréquences 26 GHz.

Par ailleurs, l'attribution de la seule sous-bande comprise entre 26,5 et 27,5 GHz ne semble ni appropriée ni suffisante selon Orange. Pour que le déploiement 26 GHz puisse avoir le succès et les performances espérées, un opérateur doit pouvoir avoir à disposition 800 MHz pour pouvoir obtenir les débits promis par cette bande (cf. les éléments de réponse à la question n°58).

A noter que dans le résumé des réponses à la consultation publique sur la bande 26 GHz lancée en Espagne (cf. notre réponse à la question n°58), les opérateurs mobiles mettent en avant le fait que l'écosystème n'est pas encore mature et ils préconisent une attribution plus tardive.

Ainsi, compte tenu de l'absence d'un écosystème mature des terminaux notamment, du nombre réduit de cas d'usages identifiés et de modèle d'affaires pertinent associé à date, du manque de visibilité sur la quantité de spectre effectivement exploitable et du besoin d'une étude sanitaire préalable de l'ANSES, Orange considère difficile à ce stade de se prononcer sur un calendrier. Il n'y a pas d'urgence pour l'attribution des fréquences de la bande et Orange préconise une attribution plus tardive.

Question 61. Partagez-vous le constat lié aux difficultés de cohabitation entre les services mobiles et les faisceaux hertziens présents dans la sous-bande comprise entre 24,25 et 26,5 GHz ?

Le rapport ECC 303 contient les études de partage entre les services mobiles et les FH dans différents scénarios ou configurations : zones (urbaines, suburbaines et rurales), positionnement dans la bande (co-canal ou canal adjacent), couverture (outdoor et/ou indoor), hauteurs de sites FH et azimuts du site mobile. Selon la situation prise en considération, la distance entre les services mobiles et les FH peut varier de quelques centaines de mètres à 70 km.

La cohabitation entre les services mobiles 5G et les faisceaux hertziens est donc assez complexe et nécessite une très bonne connaissance du nombre de faisceaux hertziens, de leur localisation, de leur occupation spectrale (quantité de bande de fréquences et positionnement dans le bloc) et de la durée de leur autorisation.

Les difficultés de cohabitation entre les services mobiles et les FH sont bien mises en avant dans plusieurs documents officiels des pays ayant déjà attribué la bande de fréquences 24,25-26,5 GHz ou ayant publié des consultations à ce sujet. Ces pays considèrent que la cohabitation n'est pas possible et ils ont mis en place des dispositions, qui dépendent du type d'attribution choisie (attribution nationale ou au fil de l'eau) et surtout, de la quantité de FH présents sur le territoire.

Orange estime que l'Autorité devrait partager et afficher publiquement la position, l'occupation spectrale (quantité de bande de fréquences et positionnement dans le bloc) et l'échéance des autorisations des FH actuellement existants.

Orange considère qu'avec les informations en sa possession (FH répartis sur la quasi-intégralité du territoire métropolitain, dans les zones urbaines principalement), la cohabitation entre les deux services n'est pas possible. Orange souhaite que la migration des FH, en particulier ceux dans les zones urbaines, soit effectivement réalisée avant toute attribution des fréquences de la bande. Cependant, Orange estime que tout scénario d'accélération de cette migration qui s'appuierait sur un recours au fonds de réaménagement du spectre doit être impérativement écarté. [SDA : ...].

Question 62. Que pensez-vous du calendrier actuel de libération des faisceaux hertziens occupant actuellement la bande décrit ci-dessus ? Quel serait un délai raisonnable pour faire migrer les faisceaux hertziens de la bande ? Estimez-vous l'échéance de libération pertinente, et si non, quelles échéances vous paraîtraient souhaitables ? Pensez-vous que des conditions spécifiques à cette bande de fréquences doivent être envisagées pour cette libération ?

Dans son communiqué de presse du 30 juillet 2018, l'Arcep a annoncé qu'aucune autorisation de renouvellement ne serait accordée au-delà de la fin de l'année 2023 pour les faisceaux hertziens ; ceci signifie qu'un certain nombre de FH seront toujours autorisés après 2023. A notre connaissance, aucun autre calendrier prévisionnel n'a été fourni par l'Autorité pour les services FH restants.

Orange souhaiterait donc, comme indiqué dans sa réponse à la question n°61, que l'Autorité puisse partager et publier la position, l'occupation spectrale (quantité de fréquences dans la bande et positionnement dans le bloc) ainsi que l'échéance des autorisations des FH actuellement existants. [SDA : ...].

Ces informations pourraient permettre à Orange de se prononcer plus précisément sur les scénarios possibles.

Orange souhaite aussi que l'attribution puisse avoir lieu après la publication du rapport de l'Anses concernant la bande 26 GHz. Dans sa publication de février 2022 (« version actualisée de son expertise sur les effets potentiels de la 5G sur la santé »), l'Anses indique que les connaissances sur les liens entre expositions et effets sanitaires doivent être renforcées et qu'il y a une nécessité de poursuivre les recherches.

Question 63. Quels scénarios de cohabitation entre le service fixe par satellite et le service mobile seraient envisageables ?

Le rapport CEPT 68 indique que la coexistence, en bande 26 GHz, entre les réseaux 5G et les stations du service fixe par satellite est possible lorsque le faisceau principal de chaque antenne 5G ne pointe pas au-dessus de l'horizon et que l'utilisation d'un tilt mécanique au-dessus de l'horizon n'est pas permise.

L'article 5 de la décision 2019/784 modifiée^[1] de la commission européenne établit que les États membres veillent à ce que le déploiement continu de stations du service fixe par satellite - Terre vers satellite (24,65-25,25 GHz) soit rendu possible, à condition que le nombre et l'emplacement des nouvelles stations terriennes soient déterminés de façon à ne pas imposer de contraintes disproportionnées aux systèmes.

Orange considère qu'il n'y a pas d'autres techniques de coexistence possibles (au-delà des éléments fournis par le rapport CEPT 68) et souhaite rappeler à l'Autorité que le déploiement d'une station du service fixe par satellite pourrait avoir un impact important sur le réseau mobile millimétrique existant si elle venait à se déployer à proximité des stations 26 GHz déjà implantées ou sur la future couverture millimétrique si elle venait à se déployer dans un endroit propice à ce type de couverture.

Toutefois, Orange avait noté que dans la consultation publique "Perspectives pour l'introduction de la 5G dans la bande 26 GHz" de 2018, l'Arcep indiquait qu'aucune autorisation n'avait été délivrée par le régulateur au service fixe par satellite (sens Terre vers espace) dans la bande 24,65 - 25,25 GHz. Orange souhaite que l'Autorité puisse confirmer cette situation.

Enfin, Orange constate que rien n'est dit pour la cohabitation pour la sous-bande 25,5-27,5 GHz entre la 5G et les stations EESS, SRS. Or une étude CCE, lancée par l'ANFR, montre qu'il faudrait protéger certaines stations EESS (Aussaguel, Lannion, Ramonville, Toulouse) présentes sur le territoire métropolitain. Les distances de séparation semblent importantes et il ne faut pas oublier que l'introduction de stations futures, dès lors que leur impact sur les futurs systèmes mobiles reste limité et proportionné, est permis. En conséquence, Orange souhaite des précisions à ce sujet,

^[1] DÉCISION D'EXÉCUTION (UE) 2020/590 DE LA COMMISSION du 24 avril 2020 modifiant la décision (UE) 2019/784 en ce qui concerne la mise à jour des conditions techniques applicables à la bande de fréquences 24,25-27,5 GHz

notamment en termes de limites de champ recommandées pour chaque station terrienne fixe par satellite et serait favorable à une procédure de type Comsis pour étudier en amont la coexistence entre systèmes.

Par ailleurs, d'autres informations devraient également pouvoir être communiquées. Citons notamment la protection du site de radioastronomie de Bure ainsi que la protection des services d'exploration de la terre par satellite dans la bande 23,6-24 GHz.

Question 64. Quelles modalités géographiques d'attribution de la bande 26 GHz vous semblent pertinentes ? Pourquoi ? Dans les différents cas, quelles devraient être les largeurs de bandes attribuées ?

Compte tenu des nombreux freins cités dans nos réponses aux questions précédentes, de l'absence de visibilité sur la quantité de fréquences dans la bande réellement exploitables, il est très prématuré pour Orange de se prononcer sur des modalités d'attribution. Un modèle décidé aujourd'hui nous enfermerait collectivement pour de nombreuses années, alors qu'il n'est pas possible, à date, de préciser les cas d'usages et les modèles d'affaires pertinents associés à cette bande.

Orange appuie à nouveau sa demande (cf. réponse à la question n°57) d'ouverture par l'Autorité d'un nouveau guichet expérimental pour tracer des perspectives crédibles sur l'utilisation de cette bande afin d'affiner les usages, les performances, les contraintes d'utilisation, la portée économique de la bande.

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

Question 65. Compte tenu des éléments ci-dessus, quel calendrier d'attribution vous paraît le plus pertinent ?

Orange souhaite que les fréquences du bas de la bande cœur de la 5G (bande 3410/3420-3490 MHz) soient attribuées aux opérateurs mobiles, dans un calendrier compatible avec un usage dès le 25 juillet 2026 au plus tard.

Orange rappelle que conformément à l'arrêté du 30 décembre 2019 relatif aux modalités et aux conditions d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,5 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un système mobile terrestre, l'Arcep doit faire un bilan des réseaux radio d'accès fixe à internet autorisés en bande 3410-3490 MHz et doit identifier les zones concernées, à compter du 1er juillet 2023.

Ce bilan doit également permettre de s'interroger sur la pertinence et la nécessité de maintenir une partie des restrictions techniques qui pèsent sur les réseaux mobiles 5G métropolitains : trame 5G compatible 4G imposée par la décision Arcep n°2019-0862 du 2 juillet 2019 relative à la synchronisation des réseaux terrestres dans la bande 3,4-3,8 GHz en France métropolitaine (trame moins performante que la trame 5G adoptée dans la plupart des pays européens) et mise en œuvre du « *Downlink Symbol Blanking* » (ou DSB) le long des frontières, fonctionnalité qui réduit les performances de nos réseaux et qui n'a d'intérêt que si les opérateurs mobiles frontaliers la mettent

en œuvre également (réciprocité qu'il convient de s'efforcer d'obtenir, sans garantie de résultats, par la voie de longues négociations).

Question 66. Quelle bande de garde sera nécessaire pour que les équipements 5G soient en mesure de respecter le niveau de puissance défini par la CEPT tout en assurant la coexistence avec les radars du ministère des armées utilisant les fréquences sous 3,4 GHz ? À quel horizon voyez-vous la possibilité d'utiliser une bande de garde plus faible ?

La décision 2019/235/UE du 24 janvier 2019 de la Commission européenne, modifiant la décision 2008/411/CE en ce qui concerne les conditions techniques applicables à la bande de fréquences 3400-3800 MHz, a fixé pour les antennes actives une limite de puissance totale rayonnée de - 52 dBm/MHz par cellule dans les pays de l'Union relevant de l'option A (cas de la France) pour la protection du fonctionnement des radars militaires au-dessous de 3400 MHz.

Orange confirme qu'au vu de l'état de l'art actuel des développements technologiques et industriels, cette limite de puissance rend difficile l'usage d'antennes actives dans le bloc de fréquences de 20 MHz situé entre 3400 et 3420 MHz.

Dans ces conditions, Orange estime qu'il ne sera probablement pas possible d'attribuer les fréquences de la bande 3400-3420 MHz à l'horizon 2025/2026.

Enfin, il est extrêmement souhaitable de donner de la visibilité aux opérateurs mobiles sur cette attribution le plus en amont possible, [SDA : ...]. L'objectif est d'éviter le remplacement prématuré d'équipements qui ne seraient pas compatibles (impact environnemental).

Question 67. Concernant la première option, quel(s) usage(s) justifierai(en)t l'utilisation d'une quantité de fréquences supérieure à 100 MHz dans la bande 3,4 - 3,8 GHz ? Les équipements actuels permettent-ils l'utilisation de blocs de fréquences non contiguës dans cette bande ? Si ce n'est pas le cas, à quelle échéance serait-ce possible ? Un réaménagement de la bande serait-il nécessaire ? Le cas échéant, pour quelles raisons ?

La croissance du trafic mobile, soutenue par l'évolution des usages décrite en partie 1, justifie pleinement que les opérateurs mobiles puissent bénéficier de spectre supplémentaire dans la gamme de fréquences 3,4-3,8 GHz. L'utilisation d'une quantité de fréquences supérieure à 100 MHz est tout à fait possible et de nombreux pays ont d'ores et déjà attribué des quantités de fréquences supérieures à 100 MHz (Autriche, Danemark, Finlande, Hongrie, Luxembourg, Roumanie, Espagne, Suède, Suisse...). Comme indiqué en réponse à la question n°66, il est extrêmement souhaitable de donner de la visibilité aux opérateurs [SDA : ...]. L'objectif est d'éviter le remplacement prématuré d'équipements qui ne seraient pas compatibles (limitation de l'impact environnemental).

Question 68. Concernant la deuxième option, quelle serait la granularité minimale de fréquences à attribuer par titulaire ? Quelles modalités de coexistence entre les différents titulaires d'autorisation de fréquences dans la bande 3,4 – 3,8 GHz faudrait-il mettre en place ?

Attribuer les fréquences de la bande 3420-3490 MHz à des réseaux locaux engendrerait un grand gâchis de fréquences, dans une bande essentielle aux réseaux mobiles nationaux de 5G (cf. notre argumentaire commun aux réponses aux questions n°72 à 76 pour la bande 3,8-4,2 GHz).

[SDA : ...]

Question 69. Quelle option, parmi celles présentées ci-dessus, estimez-vous la plus pertinente ? Pour quelles raisons ?

L'option 1 est la plus pertinente compte tenu des réponses apportées aux questions n°65 à 68.

1.2.4 La bande 2,1 GHz FDD (attribution des bandes de garde)

Question 70. Souhaiteriez-vous obtenir des fréquences dans les sous-bandes 1920 - 1920,5 MHz et 1979,7 - 1980 MHz ? Si oui, quelle quantité ? Quelle technologie utiliseriez-vous avec ces fréquences ? Un réaménagement de la bande serait-il nécessaire ? Le cas échéant, pour quelles raisons ?

Orange est favorable à l'attribution des sous-bandes 1920-1920,5 MHz et 1979,7-1980 MHz, en vue de permettre à chaque opérateur mobile de disposer d'une quantité de fréquences évoluant de 14,8 MHz à 15 MHz duplex, en ligne avec les largeurs de canalisation définies dans les normes 3GPP et le plan de fréquences harmonisé au niveau européen (décision UE 2020/667 du 6 mai 2020).

Cette évolution permettra notamment de réduire les interférences entre les blocs des opérateurs qui aujourd'hui, se chevauchent légèrement.

Au regard de ces éléments, Orange estime que ce passage de 14,8 MHz à 15 MHz peut être vu comme une simple régularisation avec les normes (pas de procédure spécifique à mettre en œuvre). Orange poursuit ses analyses concernant l'opération de réaménagement nécessaire sur terrain.

1.2.5 La bande 2,1 GHz TDD

Question 71. Souhaiteriez-vous obtenir des fréquences dans cette bande de fréquences ? Quelle quantité ? Quelle technologie utiliseriez-vous avec ces fréquences ?

Orange a été titulaire, jusqu'au 20 août 2021, du bloc 1910,1 - 1915,1 MHz, aucun renouvellement d'attribution du bloc n'a été réalisé par l'Autorité, aucun service n'ayant jamais été déployé sur ces fréquences. Orange ne souhaite donc pas obtenir à nouveau des fréquences dans cette bande. A noter qu'il n'y a pas d'écosystème pour les terminaux à date.

Cependant, il est important de noter qu'à la suite des modifications du TNRBF adoptées par l'arrêté du Premier ministre du 15 juillet 2022, la bande de fréquences 1900-1910 MHz a été désignée pour la radio mobile ferroviaire conformément à la décision (UE) 2021/1730 du 28 septembre 2021 et que jusqu'en 2025, la portion de spectre 1900-1917,5 MHz a été assignée au ministère de l'intérieur pour un usage de type drone.

Orange souhaite rappeler à l'Autorité que le déploiement d'un usage de type drone dans la bande 1910 – 1920 MHz peut causer de problèmes de coexistence et donc interférences au service mobile présent dans la bande adjacente 1920 – 1980 MHz (sens montant de la bande 2100 MHz), comme indiqué dans le rapport ECC 332.

Quant au sujet de l'introduction du FRMCS dans la bande, Orange souhaite souligner que la norme ETSI existante pour les BTS mobiles permet un déploiement FRMCS dans la bande, sans aucun souci de coexistence, uniquement lorsque la distance entre les futures stations FRMCS et les BTS mobiles est supérieure ou égale à 100 mètres et que la puissance des stations FRMCS est inférieure ou égale à 40.7 dBm/10 MHz, comme indiqué dans le rapport ECC 318. Ce dernier étudie aussi la possibilité d'utiliser, pour le réseau FRMCS, une puissance égale à 65dBm/10 MHz, sous condition

d'une amélioration de la sélectivité de la BTS mobile ; cette exigence d'amélioration de la sélectivité n'a pas été introduite dans une norme harmonisée.

L'ETSI a développé une spécification technique TS avec un « general blocking requirement » de -30 dBm ; ce niveau n'est pas suffisant pour permettre aux stations de base FRMCS dans la bande 1900-1910 MHz d'émettre à une PIRE de 65 dBm/10 MHz. De plus ce document ETSI est une spécification et pas une norme harmonisée, donc les éléments qui sont indiqués ne doivent pas obligatoirement être implémentés par les équipementiers. Il faut donc imposer une PIRE maximale égale à 40,7 dBm/10MHz aux stations de base FRMCS dans la bande 1900-1910 MHz.

1.2.6 La bande 3,8 – 4,2 GHz

Orange souhaite en préambule des questions ci-dessous, apporter ses réflexions sur les enjeux d'utilisation de la bande 3,8-4,2 GHz et les facteurs de réussite pour le déploiement des services dans cette bande.

Comme nous l'avons précisé dans nos réponses aux questions du chapitre 2 relatif aux besoins spécifiques et émergents pour les acteurs verticaux, Orange est déterminé à être un acteur moteur de la 5G en France, tant par les offres supportées par son réseau mobile Orange France, dit « public », que par la conception et le « run » de réseaux mobiles privés (Mobile Private Networks - MPNs) utilisés par les clients d'Orange Business Services, que ceux-ci soient construits sur des modèles intégrés, virtuels ou hybrides. Nous pouvons rappeler, pour preuve de notre engagement, la participation à la mission 5G industrielle ainsi que notre participation à des projets ambitieux comme le projet 5Gsteel mené par ArcelorMittal et visant à construire un réseau 5G industriel d'envergure.

Au regard des tendances perçues ces derniers mois, Orange a la conviction que les modèles hybrides ou virtuels sont les plus à même de répondre à de nombreux besoins d'entreprises, quelle que soit leur taille, de manière efficace économiquement car c'est l'opérateur qui opère le réseau et gère notamment le risque technologique (évolution des normes et des équipements d'infrastructures).

Orange souhaite poursuivre sa stratégie à accompagner la transformation numérique des entreprises.

A ce titre, Orange investit pour la tenue des engagements pris dans le cadre de son autorisation d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4-3,8 GHz vis-à-vis d'offres de services différenciés aux verticaux.

D'ailleurs, la recommandation n°1 du rapport Herbert de la mission 5G industrielle le formule clairement en visant « la mobilisation du gouvernement et de l'Arcep » par le biais de ce guichet pour des expérimentations d'usages industriels de la 5G, une mise en observation en quelque sorte et une incitation « des industriels à formaliser leurs besoins et leurs attentes envers les opérateurs nationaux titulaires d'autorisations dans la bande 3,4-3,8 GHz » et une incitation de ces derniers à créer des offres en adéquation avec les besoins des « industriels souhaitant accéder à la 5G industrielle ».

Les réels enjeux ne portent pas sur l'accès aux fréquences pour les industriels mais sur la capacité de transformation numérique de ces acteurs qui constituent le tissu industriel et plus globalement économique.

Orange est un acteur privilégié pour accompagner cette transformation numérique et pour cela, considère que les fréquences supplémentaires de la bande 3,8-4,2 GHz permettront de répondre à des besoins spécifiques de verticaux en complément des fréquences de la bande 3,4-3,8 GHz. L'accès à ce spectre complémentaire permettra notamment à Orange d'offrir localement des services favorisant particulièrement le lien montant, tout en visant un usage optimisé de ce spectre pour adresser d'autres marchés et en s'appuyant sur la force de son réseau mobile déployé sur le territoire national.

Par conséquent, Orange propose que la plus grande partie des ressources de la bande 3,8-4,2 GHz puisse être attribuée aux opérateurs mobiles nationaux (3,8 – 4,1 GHz). Nous sommes conscients toutefois des contraintes de déploiements pour protéger notamment les stations terriennes du service fixe par satellite (réseaux locaux de faible et moyenne puissances). Ces contraintes ne doivent pas se traduire par des attributions locales, ce qui conduirait à une forte fragmentation de ces ressources spectrales et à de large portion de fréquences non utilisées. Orange estime qu'il s'agirait donc d'une gestion totalement inefficace de ce spectre et d'une dévalorisation inédite en regard de son potentiel. Nous rappelons que cette bande constitue la bande cœur 5G pour les Etats-Unis et le Japon notamment.

[SDA : ...]

En cas de besoin et en fonction des résultats du guichet expérimental 3,8-4 GHz, l'attribution de la bande 4,1-4,2 GHz pourrait être associée à des autorisations locales, avec un modèle comparable à celui mis en œuvre pour le guichet 2,6 GHz TDD.

Question 72. Quels sont, selon vous, les cas d'usages attendus avec cette bande de fréquences ? Envisagez-vous de répondre au guichet d'expérimentation ?

A priori, la plupart des usages attendus dans cette bande, sont similaires à ceux que les opérateurs mobiles sont et seront amenés à offrir en s'appuyant notamment sur la bande 3,4-3,8 GHz. Les fréquences dans la bande 3,8-4,2 GHz apporteront de la capacité supplémentaire pour renforcer les offres des opérateurs mobiles tout d'abord pour les verticaux.

Elles permettront de répondre à des besoins spécifiques de verticaux (trame TDD différente de celle imposée dans la bande 3,4-3,8 GHz pour des usages à fort débit montant) et plus généralement, là où le spectre ne sera pas nécessaire aux verticaux, la bande 3,8-4,2 GHz pourra renforcer la capacité du réseau pour tous les marchés.

Orange a rappelé la diversité des usages des verticaux en réponse aux questions du chapitre 2 de la présente consultation.

En ce qui concerne la question relative à l'utilisation du guichet expérimental, Orange confirme son intérêt de pouvoir l'utiliser et bénéficie d'ores et déjà d'autorisations à titre expérimental dans la bande 3,8-4 GHz, en amont de la création du guichet proprement dit et à date dans le cadre de

nouvelles demandes d'expérimentation en vue de la préparation technique des JO 2024, à la demande du comité olympique. [SDA : ...]

Pour autant, Orange s'interroge sur les effets de l'ouverture d'un tel guichet expérimental. Nous avons d'ailleurs alerté l'Autorité à ce sujet [SDA : ...] sur la nécessaire définition de conditions techniques pour protéger notre réseau commercial 5G dont la bande de fréquences 3710-3800 MHz est directement en adjacence. [SDA : ...].

Question 73. Voyez-vous un intérêt à utiliser cette bande pour de la 5G ou une autre technologie mobile ? À quel horizon ? Avec quelle quantité et quel périmètre géographique ? Pour fournir quels services ?

Orange a apporté en détail ses réponses dans le chapitre 2 de la présente consultation, dans le préambule ci-dessus et la réponse à la question précédente.

Cette bande normalisée au 3GPP (de 3,3 à 4,2 GHz) a un intérêt pour la 5G et ses évolutions (5G-advanced, 6G etc). Orange rappelle que toute ou partie de cette bande constitue la bande cœur de la 5G aux Etats-Unis avec un fort potentiel en termes d'écosystème.

L'horizon de temps pour la disponibilité pérenne de cette bande est conditionné par l'issue des travaux européens dont les résultats sont attendus courant 2024.

En ce qui concerne le périmètre géographique, Orange souhaite que la plus grande partie des ressources de la bande 3,8-4,2 GHz puisse être attribuée aux opérateurs mobiles nationaux (3,8 – 4,1 GHz). Comme rappelé en préambule de ces questions, nous sommes conscients des contraintes de déploiements pour protéger notamment les stations terriennes du service fixe par satellite (réseaux locaux de faible et moyenne puissances). Ces contraintes ne doivent pas se traduire par des attributions locales, ce qui conduirait à une forte fragmentation de ces ressources spectrales et à de large portion de fréquences non utilisées. Orange estime qu'il s'agirait donc d'un « grand gâchis » de l'usage de ce spectre et à une dévalorisation inédite en regard de son potentiel.

[SDA : ...].

Question 74. Quelles conditions de cohabitation avec les autres services déjà présents dans la bande imaginez-vous ?

Les travaux européens à la CEPT et les réflexions en comité d'experts mobiles piloté par l'Autorité sont en cours. Les travaux européens prennent en compte les différents services utilisés dans la bande, dont les stations terriennes SFS, les radioaltimètres et les usages 5G existants et futurs dans la bande adjacente 3,4-3,8 GHz.

Orange rappelle sa participation active à ces différents travaux européens grâce à ses experts. Il a conduit très rapidement des premières analyses techniques approfondies pour apporter ses réflexions en matière de règles possibles de coexistence entre les réseaux commerciaux 5G en bande 3,4-3,8 GHz et les réseaux locaux 5G en bande 3,8-4,2 GHz.

Orange rappelle qu'il reste extrêmement vigilant pour la protection de son réseau commercial 5G dont la bande de fréquences 3710-3800 MHz est directement en adjacence.

Question 75. Une fois la bande normalisée, souhaiteriez-vous la voir attribuée en France ? Si oui, selon quelles modalités ?

[SDA : ...]

Question 76. Pensez-vous nécessaire d'imposer une trame de synchronisation dans cette bande ? Si non, quel autre mode de coordination estimez-vous pertinent ?

A ce stade des réflexions, il est sans doute prématuré de répondre précisément à cette question, compte tenu des travaux européens en cours et de ceux du comité d'experts mobiles, travaux auxquels Orange contribue activement.

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

Question 77. Voyez-vous un intérêt à utiliser la bande 738 – 753 MHz en canalisation SDL pour de la 5G ou une autre technologie ? À quel horizon ? Quelle largeur de bande vous semble pertinent pour l'utilisation de cette bande ?

La bande 738-753 MHz en canalisation SDL se trouve dans le duplex gap de la bande 700 MHz en canalisation FDD.

De ce fait la bande 700 MHz SDL n'est pas exploitable pour un opérateur mobile qui déploie déjà le 700 FDD pour des problèmes d'interférence et de coexistence.

Le problème de coexistence se pose aussi si la bande 700 MHz SDL est déployée par un tiers dans une zone où un ou plusieurs opérateurs sont déjà présents.

Par conséquent, Orange ne voit pas un intérêt à utiliser la bande 738-753 MHz en canalisation SDL pour la 5G ou une autre technologie.

La bande avait été mise aux enchères en Italie en 2018 et aucun opérateur mobile n'a exprimé un intérêt pour cette bande, elle est donc restée disponible dans le portefeuille fréquentiel du régulateur italien.

A noter qu'il n'y pas d'écosystème consistant de terminaux compatibles à date.

1.2.8 La bande 66 - 71 GHz

Question 78. Quels usages envisagez-vous dans cette bande, dans ce cadre d'autorisation générale ? L'introduction de la 5G vous semble-t-elle pertinente ? A quel horizon ?

Orange est en train d'évaluer l'intérêt de cette bande de fréquences pour des applications point à point et point-multipoints dans le cadre de tests techniques prospectifs mais n'estime pas qu'elle puisse répondre à des besoins en mobilité.

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

1.3.1 La bande 42 GHz

Question 79. Quels seraient, selon vous, les usages mobiles possibles dans cette bande ? Quels sont les usages satellites prévisibles dans la bande ?

La bande 42 GHz (ou bande 40,5-43,5 GHz) en cours d'harmonisation et inscrite à l'agenda de la CMR-23, pourrait permettre des services innovants de très haut débit dans les zones denses.

A terme, les usages mobiles à 42 GHz devraient pouvoir s'inscrire dans la continuité des services qui pourraient être offerts à 26 GHz lorsque ceux-ci seront identifiés, compte tenu des caractéristiques similaires des deux bandes.

Les possibles usages par des stations terriennes satellites dans la bande 42 GHz ne devraient pas impacter les opérations mobiles dans les zones denses.

Question 80. Quelle est la prévision de disponibilité de matériel pour le service mobile dans la bande ?

La CMR-19 a identifié la bande 37-43,5 GHz pour les IMT au niveau mondial, mais en Europe, seulement la partie haute de cette bande, à savoir 40,5-43,5 GHz (42 GHz) pourrait être utilisée à long terme.

Si la disponibilité de matériels pour la partie basse (39 GHz) ne semble pas poser de difficultés aux Etats Unis pour des applications fixes, la question est plus complexe et donc plus ouverte pour d'autres services pour lesquels les contraintes de propagation des bandes très hautes pèsent plus lourd. Orange ne dispose pas à ce jour d'informations sur la faisabilité et la disponibilité d'équipements réseaux et de terminaux adaptés au service mobile en Europe dans la bande 42 GHz mais va continuer à suivre cette question de près avec les constructeurs, en parallèle de travaux sur les cas d'usage pertinents.

Question 81. Quelles conditions techniques de coexistence pourraient être mises en œuvre dans cette bande ? Quel cadre d'utilisation pourrait être mis en œuvre (par exemple, des autorisations générales) ?

La CEPT a développé un cadre réglementaire pour l'utilisation de la bande 42 GHz en réponse au 2^{ème} mandat CE « bandes millimétriques » et finalise le processus d'adoption des livrables permettant son harmonisation :

- Rapport CEPT 82 : « Conditions techniques harmonisées pour l'utilisation des systèmes MFCN dans la bande 40,5 GHz-43,5 GHz »
- Décision ECC (22) 06 « Conditions techniques harmonisées pour l'utilisation des systèmes MFCN dans la bande 40,5 GHz-43,5 GHz »
- Recommandation ECC (22)01 : Boîte à outils pour l'utilisation des stations terriennes dans la bande 40,5-43,5 GHz
- Recommandation ECC (22)02 : Boîte à outils pour faciliter la coexistence des stations terriennes sous 40,5 GHz et systèmes MFCN au-dessus de 40,5 GHz

Ce cadre réglementaire précise les conditions techniques de coexistence qui pourraient être mises en œuvre dans cette bande, tout en reconnaissant la problématique de mise en œuvre nationale.

Le Rapport CEPT 82 définit les conditions techniques d'utilisation de la 5G dans la bande 40,5-43,5 GHz en tenant compte de la présence potentielle de stations terriennes (réception 40,5-42,5 GHz/émission 42,5-43,5 GHz) en partage dans la bande 5G ainsi que la nécessaire protection des sites de radioastronomie (ex. Bure en France).

La décision ECC précise les conditions techniques du déploiement mobile dans la bande 42 GHz dans l'hypothèse où la localisation de la station de base est connue, mentionne les résultats des études en adjacent sous 40,5 GHz et impose la protection des sites de radioastronomie et des stations terriennes 42 GHz.

Les livrables CEPT sont une référence pour la rédaction d'une décision d'harmonisation UE de la bande 42 GHz, attendue début 2023. Ainsi, pour la mise en œuvre nationale, les administrations UE devront se baser sur cette Décision, mais peuvent également considérer les Recommandations ECC (Boîtes à outils) afin de définir les conditions d'utilisation en partage avec les stations terriennes (à la réception dans 40,5-42,5 GHz et à l'émission dans 42,5-43,5 GHz), et à prévenir et résoudre les brouillages des réseaux mobiles vers les stations terriennes sous 40,5 GHz. Les administrations peuvent recommander les mesures à mettre en œuvre par les installateurs et opérateurs lors des déploiements des stations terriennes et stations de base.

En ce qui concerne le cadre d'utilisation qui pourrait être mis en œuvre, Orange considère qu'il est totalement prématuré de se prononcer.

1.3.2 La bande 450 – 470 MHz (dite bande 450 MHz)

Question 82. Confirmez-vous la nécessité d'introduire la technologie LTE dans la bande 450 MHz ? Pour quels besoins ? Sur quelles empreintes géographiques ?

A ce jour, en Europe, six pays sont actifs sur le LTE 450 (Danemark, Finlande, Suède, Hongrie, Pologne et Allemagne), dont cinq situés au nord du continent, du fait sans doute de leur géographie et de l'historique du NMT450. Plusieurs d'entre eux avaient en effet déployé dans les années 1980/90 des réseaux avec cette technologie d'Ericsson, remplacée ensuite par le CDMA 450 et maintenant le LTE 450.

Dans le cas allemand, l'acteur majeur est 450 Connect spécialisé dans la supervision d'infrastructures critiques.

A notre connaissance et à ce stade, il n'y a pas de cas identifiés de services mobiles Grand public, sans doute du fait de la faible capacité de la bande (attribution maximale de 2x5MHz FDD dans chacun des pays concerné). [SDA : ...].

Question 83. A partir de quelles largeurs de bandes (1,4 MHz, 3 MHz ou 5 MHz) peut-on considérer la bande utilisable pour la technologie LTE ? Sous quel calendrier ?

Sous réserve de l'écosystème (notamment celui des terminaux), les canalisations plus étroites (< 5 MHz) pourraient répondre à des usages IoT ou à des usages bas débit pour un nombre restreint de clients.

Question 84. Dans quelle mesure les équipements à bande étroite utilisant actuellement la bande 450 MHz pourraient-ils cohabiter avec les équipements LTE ? Avec quelle bande de garde et quelles distances de protection ?

A ce stade, Orange n'a pas mené d'études permettant de répondre à cette question.

Question 85. Comment pensez-vous possible d'assurer la transition des équipements actuels vers la technologie LTE ? Vous semble-t-il indispensable de réaménager les systèmes actuels de la bande 450 MHz ? Si oui, dans quelle(s) bande(s) de fréquences ?

A ce stade, Orange n'a pas mené d'études permettant de répondre à cette question.

Question 86. Quelle est votre vision de la maturité de l'écosystème industriel en technologie LTE dans la bande 450 MHz ?

Les cas d'utilisation identifiés en LTE sont cités dans notre réponse à la question n°82 pour six pays en Europe. Toutefois, nous n'avons pas d'informations suffisantes sur les usages effectifs dans ces pays, pour disposer d'une vision précise sur la maturité de l'écosystème industriel dans cette bande.

Question 87. D'autres usages que des réseaux s'appuyant sur la technologie LTE sont-ils envisageables ?

Orange n'a pas mené d'études permettant de répondre à cette question.

1.4 Des bandes prospectives, en cours de discussion mondialement

1.4.1 La bande 470-694 MHz (bande UHF)

Question 88. Quelles sont vos prévisions de croissance du trafic mobile et de l'usage qui appuieraient un besoin en fréquences basses ? A quel horizon ? Quelle quantité de bande serait nécessaire ?

La croissance du trafic mobile devrait se poursuivre sur les prochaines années, cette augmentation continue à être portée principalement par la consommation toujours plus importante de vidéo. Concernant les usages et les prévisions de trafic, Orange a apporté des réponses aux questions du chapitre 1.4 relatif aux usages et les besoins en fonctionnalités attendus.

Le besoin d'accès équitable à tous les services soutenant ces usages doit pouvoir servir tous les territoires, tant en ville qu'en zone rurale. Le problème se pose tout particulièrement pour les territoires ruraux où les bandes basses (< 1 GHz) actuellement utilisées, ne suffiraient plus pour fournir un service de qualité et la couverture adéquate vers 2030.

Il faudrait envisager l'attribution de nouvelles ressources en fréquences en-dessous de 694 MHz pour répondre aux besoins au moment où cette demande pourrait devenir incontournable. L'utilisation future de ces ressources additionnelles pour la 5G est cependant conditionnée par la décision de la CMR-23 sur l'attribution au mobile en co-primaire de la bande 470-694 MHz. La décision européenne -ainsi que le texte français qui en découle- mentionne la date de 2025 (voir article 21 de la Loi n° 86-1067 du 30 septembre 1986 modifiée relative à la liberté de communication) pour prendre une décision sur l'avenir de la bande UHF à partir de 2030. Le prérequis pour être capable de procéder ainsi, impose le co-primaire dans la bande. Ce statut n'impose aucunement une prise de décision lors de cette conférence mondiale quant à l'arrêt de la diffusion hertzienne de la télévision.

L'enjeu est de disposer des moyens de préparer l'avenir (post-2030) et de prendre en compte d'ores et déjà les effets des tendances d'usages existants et futurs pour assurer la capacité des réseaux mobiles à faire face à de nouveaux défis.

Orange souligne que la bande basse 470-694 MHz offre la perspective de largeurs de bande plus conséquentes que celles disponibles dans les bandes basses aujourd'hui attribuées aux opérateurs mobiles (bandes 700 MHz, 800 MHz et 900 MHz que les terminaux ne peuvent agréger simplement et efficacement à ce stade). La bande 470-694 MHz pourrait donc soutenir la fourniture de services mobiles plus gourmands en débit, avec une meilleure efficacité spectrale et énergétique (étude environnementale à mener le moment venu).

L'attribution mobile co-primaire dans la bande 470-694 MHz lors de la CMR-23 est donc indispensable pour disposer de la flexibilité nécessaire pour la prise de décision sur son utilisation future – sans préjuger de celle-ci -, quel que soit l'horizon calendaire.

Question 89. Pourquoi les besoins auxquels pourraient répondre cette bande ne pourraient-ils pas l'être par d'autres moyens (par exemple, l'extinction des technologies 2G/3G dans la bande 900 MHz en vue d'une utilisation par les technologies 4G/5G, la mobilisation de bandes parmi celles décrites en partie 4.2 de la présente consultation, l'agrégation de porteuses des bandes déjà exploitées) ? Ces besoins appelleraient-ils un périmètre d'attribution national ou local ?

La bande 470-694 MHz offre une possibilité de répondre aux besoins futurs du trafic mobile, en particulier pour la couverture de zones rurales (aptitude physique intrinsèque de cette gamme de fréquences), de manière économiquement viable.

Les solutions possibles évoquées, telles que l'extinction des technologies 2G/3G dans la bande 900 MHz en vue d'une utilisation par les technologies 4G/5G ou l'agrégation de porteuses des bandes déjà exploitées n'apporteraient pas tous les résultats attendus selon nos premières analyses. L'agrégation des bandes basses n'est toujours pas possible dans la plupart des terminaux mobiles. [SDA : ...]

Orange considère qu'une attribution nationale sera à privilégier, en cohérence avec les autorisations déjà attribuées pour les usages mobiles.

Question 90. Est-ce que certaines technologies mobiles pourraient répondre aux besoins de la diffusion audiovisuelle ? Quel est votre avis sur l'intérêt de la 5G *broadcast* sur cette bande ou sur d'autres bandes ?

D'une manière générale, un opérateur de réseau mobile recherche des solutions pour gérer la bande passante dont il dispose le plus efficacement possible, ou pour désaturer des cellules congestionnées. Dans cet objectif, de nombreuses normes de « broadcast » (IMB, eMBMS...) ont été élaborées mais sans connaître le succès espéré, la mise en œuvre opérationnelle n'a pas succédé à de nombreuses phases expérimentales. Les raisons de cet insuccès tiennent probablement aux contraintes techniques imposées dans les générations antérieures à la 5G : allocation statique de fréquences dédiées au broadcast au sein d'une cellule avec peu ou pas de souplesse de gestion, réduction de la zone de couverture entre services unicast et « broadcasté » dans une même cellule.

La version pour la 5G (release 17) devrait pouvoir corriger en grande partie ces défauts : gestion dynamique temporelle et spectrale... [SDA : ...]

Orange, de manière similaire au passé, va continuer à assurer sa veille technologique sur les travaux concernant la 5G Broadcast et la 5G Multicast de manière à pouvoir prendre toute décision quant à une possible utilisation de ces technologies le cas échéant dans ses réseaux.

Question 91. Sous quelles conditions estimez-vous qu'une cohabitation entre des services mobiles et la TNT serait possible ?

La cohabitation entre des services mobiles et la TNT peut se présenter sous plusieurs formes. En bande adjacente, cette cohabitation existe aujourd'hui et les brouillages trouvent une résolution par la mise en œuvre d'un filtre à l'émission sur l'émetteur TNT ou à la réception sur la sortie de l'antenne « râteau ».

En co-canal, la coexistence ne nous semble pas possible au plan technique et au plan opérationnel :

- Physiquement, cette bande de fréquences (UHF) présente l'avantage de couvrir de vastes zones facilitant ainsi une couverture économiquement viable des zones rurales ou peu peuplées. Mais en résulte un corollaire négatif : les zones de brouillage, produites par un réseau, mobile ou de radiodiffusion, s'avèrent également très importantes.
- Les contraintes de planification des réseaux de diffusion analogiques ont en grande partie disparu lors de l'avènement du numérique. Ainsi les canaux adjacents et les canaux interdits créaient alors des zones où l'utilisation des fréquences étaient possibles pour d'autres services. Les microphones sans-fil ont largement bénéficié de ces espaces "blancs". Par ailleurs leur cohabitation était facilitée par de nombreuses utilisations en intérieur, réduisant d'autant la zone de brouillage transmise à l'extérieur et augmentant ainsi la protection vis-à-vis de la radiodiffusion.
- Les divers dividendes numériques en bande UHF ont conduit à une forte concentration des usages de la diffusion dans un spectre se réduisant, tout en augmentant le nombre de services de TV et annexes diffusés ou en améliorant la qualité de cette diffusion (définition de l'image, passage au tout HD...). Si une cohabitation était possible à une époque antérieure dans les parties de ce spectre, elle s'avère désormais impossible à mettre en œuvre.
- Pour les deux services évoqués, une cohabitation temporelle semble également impossible. Le fonctionnement d'un service mobile aux heures de pointes de la télévision ne peut être interrompu car sur ces mêmes segments horaires, son utilisation est également intense et parfois en liaison directe avec certaines émissions de télévision.
- Un raisonnement équivalent s'applique aux situations d'urgence : en cas de catastrophe régionale, ces deux types de services doivent impérativement pouvoir fonctionner : la télévision pour informer la population, les mobiles pour les communications entre professionnels, la diffusion auprès de la population (SMS du type FR-Alert...) et la signalisation de cette population auprès des services de secours.
- Enfin, mettre d'une manière générale deux services différents dans une même bande génèrent des difficultés sur l'utilisation à plus long terme. A titre d'exemple, comment gérer des dates de fin d'utilisation des fréquences pouvant être fort différentes pour les services concernés. Une très mauvaise gestion du spectre en résulterait et obérerait à plus long terme l'utilisation de ces fréquences. A cela s'ajoute la gestion dans les zones frontalières, les fréquences de radiodiffusion sont gérées par des plans et coordinations de fréquences internationales complexes (plusieurs pays peuvent être concernés et la propagation en mer devient moins prédictible du fait de l'évolution du climat). Une cohabitation requiert nécessairement la renégociation de ces accords et la création de nouveaux processus internationaux.
- Néanmoins, ne sont pas exclus quelques cas particuliers, lors par exemple de protection géographique (relief), où la cohabitation pourrait être possible. Toutefois, une généralisation sur de plus grandes zones semble illusoire.

1.4.2 La bande 6425 – 7125 MHz (dite bande 6 GHz)

Question 92. Comment appréciez-vous les perspectives de développement de ces usages (Wifi, IMT) ? Identifiez-vous d'autres usages appelés à se développer dans cette bande ?

Orange considère que la disponibilité de la bande 6425-7125 MHz pour des services mobiles IMT en Région 1 constitue un objectif prioritaire. Il s'agit notamment de la seule bande de fréquences à l'agenda de la CMR23 pour identification IMT en Europe qui permettrait aux réseaux mobiles de disposer de très larges canalisations (> 100 MHz) couplées aux performances d'antennes du type massive MIMO dans une gamme de fréquences de hauteur encore raisonnable (< 7 GHz), c'est-à-dire compatible avec une utilisation sur la grille de sites existants des opérateurs. L'un des enjeux majeurs est de pouvoir absorber la croissance du trafic mobile, notamment dans les zones les plus denses, à l'horizon des 10 à 15 prochaines années à venir.

Cette position est d'ailleurs partagée par l'ensemble des opérateurs européens (Deutsche Telekom, Vodafone, Telefonica, Telia...) comme le montrent les contributions de leurs associations la GSMA et l'ETNO notamment dans leurs réponses au questionnaire du RSPG sur les projets de positions européennes sur la CMR23 ainsi qu'au "Call for Evidence" de la Commission Européenne au cours de cet été 2022.

Le site suivant apporte des compléments d'information : <https://6GHzopportunity.com>.

Le partage entre IMT et Wi-Fi dans la bande 6425-7125 MHz n'est pas envisageable pour des raisons techniques, c'est pourquoi nous souhaiterions que l'Arcep considère d'autres possibilités de ressources Wi-Fi supplémentaires. L'usage de la bande 5725-5730 MHz à une p.i.r.e. supérieure à 25 mW permettrait d'améliorer l'expérience Wi-Fi de nos clients internet fixe grand public à la maison. Nous aurions également souhaité pouvoir avoir accès aux canaux Wi-Fi UNII 3 (canaux 149, 153, 157, 161 et 165) dans la bande 5735-5835 MHz (mais avec une p.i.r.e. supérieure à 25 mW à l'intérieur des bâtiments). Il nous semble que la coexistence entre Wi-Fi et radars pourrait être envisagée dans cette bande à la condition de limiter l'usage du Wi-Fi à l'intérieur des bâtiments même si nous sommes bien conscients que cette possibilité nécessiterait un dialogue avec le ministère des Armées utilisant déjà la bande. Le CDC (Country Determination Capability) permettrait l'utilisation de cette bande par le Wi-Fi en France même si la bande n'est pas harmonisée pour le RLAN/WAS à la CEPT.

Question 93. Quelles modalités de cohabitation avec les usages existants (faisceaux hertziens, services satellitaires) dans cette bande seraient nécessaires ?

Dans un premier temps, le déploiement des services mobiles se ferait plutôt en zones urbaines et en zones péri urbaines plutôt qu'en zones rurales où les faisceaux hertziens sont davantage utilisés. La coexistence entre les deux services ne devrait donc pas nécessiter de mesures particulières.

Concernant la cohabitation avec les services satellitaires, une large majorité d'études préparatoires à la CMR23 montre que la coexistence est possible entre les services mobiles terrestres et les satellites (Terre vers espace).

A noter que la bande 6700-7075 MHz est allouée globalement au SFS (espace vers Terre). Dans le cas où des stations terrestres utilisant la bande 6700-7075 MHz seraient présentes en France, des critères de protection des stations terrestres seraient donc nécessaires, comme dans le cas de la bande 3400-3800 MHz.

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

En ce qui concerne, l'usage satellitaire de la bande :

- Dans le sens montant (Terre vers satellite), le partage dynamique ne serait pas nécessaire étant donné que les études montrent que la coexistence est possible.
- Dans le sens descendant, des critères de protection des stations terrestres de SFS suffiraient à protéger ces récepteurs terrestres à satellites (comme pour la bande 3400-3800 MHz). Le partage dynamique ne serait donc pas non plus nécessaire

1.4.3 Les bandes de fréquences au-delà de 90 GHz

Question 95. Des usages mobiles sont-ils envisageables dans ces bandes de fréquences ? Le cas échéant, quels usages mobiles sont envisagés ? Avec quelles perspectives commerciales et à quelle échéance ?

Les bandes de fréquences au-delà de 90 GHz pourraient être considérées pour la 6G/IMT-2030 en complément aux possibles bandes additionnelles dans la gamme de fréquences 7,125-24 GHz.

L'UIT-R a commencé les études sur la faisabilité technique des IMT (la famille des technologies mobiles) dans les bandes au-dessus de 100 GHz. Les résultats devraient être présentés dans le rapport UIT-R M.[IMT.ABOVE 100 GHz] en 2023.

Par conséquent à ce stade, il est prématuré de conclure sur la faisabilité de ces services dans les fréquences au-delà de 90 GHz et donc d'évaluer les perspectives commerciales ainsi que les échéances.

Question 96. Le cas échéant, à quel horizon estimez-vous que la technologie mobile sera disponible pour ces bandes ?

L'UIT-R a récemment finalisé les discussions sur un calendrier pour le développement d'un nouveau membre de la famille 'IMT' des technologies mobiles, à savoir 'IMT-2030'. Il est prévu, que les spécifications devraient être achevées en 2030. Ces échéances correspondent à celles de 3GPP qui entreprendra les travaux sur la 6G.

Compte-tenu de ces échéances, et des travaux en cours sur la faisabilité technique dans les fréquences au-delà de 90 GHz, on peut estimer que la technologie mobile IMT-2030/6G sera d'abord disponible pour les fréquences plus basses.

Si la faisabilité technique dans les fréquences au-delà de 90 GHz est confirmée et les bandes de fréquences appropriées sont identifiées pour l'IMT, on peut envisager que la technologie mobile pourrait être disponible pour ces bandes vers 2035-2040.

Question 97. Voyez-vous un intérêt à des expérimentations mobiles utilisant ces fréquences ? A quel horizon ? Avez-vous identifié des bandes de fréquences spécifiques ?

Des expérimentations mobiles utilisant des fréquences au-delà de 90 GHz pourraient être entreprises à long terme compte tenu de la faisabilité technique et du développement des technologies 6G adéquates. Orange est activement impliqué dans de nombreux projets de recherche 6G, notamment au niveau européen.

2. Autres sujets éventuels

Question 98. Au-delà de tous les sujets abordés dans les sections précédentes de cette consultation, quels autres enjeux relatifs à l'attribution de nouvelles fréquences pour les réseaux mobiles mériteraient d'être portés à l'attention de l'Arcep ?

Orange n'a pas d'autres réflexions à porter à l'attention de l'Autorité, au-delà de ses réponses à l'intégralité des questions posées dans le cadre de la présente consultation publique.

