

Réponse de EDF à la Consultation ARCEP sur [Préparer le futur des réseaux mobiles](#)**CONSULTATION PUBLIQUE du 23 mai 2022 au 23 septembre 2022****1. Rappel du contexte EDF**

EDF et ses filiales détenues à 100% assurent, entre autres, les missions suivantes :

- Production d'électricité
- Transport d'électricité et continuité de fourniture (périmètre Corse et DOM)
- Distribution d'électricité

Ces 3 composantes bénéficient depuis toujours de moyens de télécommunications en propre pour assurer leurs missions régaliennes.

EDF utilise les fréquences radio pour quatre grands usages :

- Usages critiques pour le bon fonctionnement, la sûreté et la sécurité des installations industrielles,
- Autres usages industriels liés aux différentes activités du Groupe,
- Usages régulés (dont l'obligation d'affichage des consommations en temps réel par exemple),
- Transformation numérique du Groupe (usages tertiaires et à destination du développement de l'activité).

Pour satisfaire les besoins liés à ces usages, les différentes entités du Groupe font appel à des technologies déployées sous leur responsabilité (en interne ou sous traitée) ou bien déployées par des Opérateurs tiers sous forme d'achat de services.

Ces technologies peuvent être notamment sans fil (faisceau hertzien, radio mobile, satellite, wifi, ...)

La couverture géographique concerne la métropole mais également les systèmes électriques insulaires qui sont par définition indépendants du réseau métropolitain.

2. Réponses EDF à la consultation publique**Favoriser l'innovation grâce à la 5G et ses évolutions****La 5G : une innovation de rupture qui continue d'évoluer vers la 6G****Question n°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 ?

Pour EDF, les fonctionnalités des Release 16 et 17 sont intéressantes et permettront par exemple de simplifier l'extension de réseau qui évolue au rythme des déconstructions et qui nécessite une grande flexibilité que peut apporter le Backhauling radio ; l'amélioration de la couverture de la NR (New Radio), l'amélioration de la précision de géolocalisation ainsi que la connexion d'urgence d'un terminal via un autre terminal en bordure de réseau.

Dès que ces évolutions seront disponibles, EDF envisagera de les mettre en œuvre.

De manière générale, il semble important de rappeler qu'il ne doit pas avoir de retard ou de lacune dans les territoires insulaires (DROM). En effet, dans ces territoires, la technologie 5G est faiblement présente (uniquement un opérateur à La Réunion) et la technologie LTE-M est encore absente, alors

même que cette dernière est identifiée comme une alternative à la 2G dont l'arrêt a été communiqué par un premier territoire à La Réunion.

Question n°2

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

EDF est très favorable pour que la fréquence 450Mhz (N31, N72, N73, N87, N88) soit définie pour la technologie 5G.

EDF souhaite que les largeurs de bandes inférieures à 5Mhz soient éligibles. EDF souligne que pour les applications à très faible latence, il est impératif de disposer d'une largeur de bande de 10Mhz pour bénéficier de porteuses de 30Khz minimum. La bande 2 GHz (bande S) offre des perspectives très intéressantes pour implémenter la 5G via satellite et permettre ainsi des usages étendus via PMR.

EDF n'a pas encore étudié les évolutions proposées en 6G et en WiFi 7.

Question n°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 ?

La communication entre terminaux est l'une des pertes les plus importantes de la technologie TETRA vis-à-vis du LTE.

Pour les applications ultra critiques, où la perte de connectivité en mobilité n'est pas acceptable, et où la malveillance est un facteur de risque important (notamment vis-à-vis des stations radio), cette capacité de communication directe entre terminaux est un apport majeur de résilience.

Le remplacement du Réseau Téléphonique Commuté (RTC) entraîne des besoins de connectivité point à point critiques dans des endroits reculés.

Les évolutions d'architecture des réseaux mobiles

Question n°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 ?

EDF attend sur ce point des garanties de standardisation avant d'intégrer ces évolutions dans ses architectures réseau.

L'Open RAN nous permettra d'améliorer la compétitivité avec plus de constructeurs dans l'écosystème, de faciliter l'exploitation avec une centralisation de certaines fonctions RAN, et d'utiliser les HW de type informatiques et non dédiés pour le RAN ainsi que l'automatisation de l'exploitation grâce à l'IA.

Du point des offres opérateurs, le Edge Computing permet l'amélioration de la latence et peut répondre à des exigences de cybersécurité, d'exploitation des sites de production. Il permettra également d'alléger le volume de donnée sur le Backhaul notamment sur les WAN ayant des contraintes de débit.

EDF identifie à ce stade quelques cas d'usages :

- Cas d'usage de plusieurs petites centrales dispersées au niveau national avec un Backbone contraint ;
- La possibilité d'avoir des infrastructures en capacité de fonctionner de manière décentralisée, pouvant permettre de maintenir une résilience suffisante localement tout en ayant une infrastructure homogène, ce qui est vecteur de simplification d'architecture et d'exploitation.

Ces types de changement majeur ne pourront avoir lieu à EDF qu'avec le déploiement d'un palier majeur (5G), aujourd'hui non planifié précisément. Cependant EDF est en train de travailler sur un POC 5G industriel qui permettra à partir de 2025 de lancer certaines expérimentations sur des sites nucléaires.

A noter que la nécessité de forte résilience de l'infrastructure a nécessité la multiplication et l'isolement des cœurs de réseaux dans le contexte EDF.

Question n°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 ...) ?

Pour EDF, l'OPEN RAN doit permettre l'indépendance des verticaux vis-à-vis des différents constructeurs afin de faciliter l'interopérabilité des solutions techniques.

Question n°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 ?

EDF considère que ces changements permettent une accélération de la mutualisation des réseaux au moins grâce à l'ouverture des interfaces qui étaient jusqu'alors propriétaires (interco de RAN de constructeurs différents ; plus (ou pas) de rupture entre le monde du cloud et celui des télécoms). Pour EDF, cela présente un enjeu concurrentiel avec l'ouverture du marché des équipementiers télécoms aux constructeurs informatiques, et un MCO qui sera maîtrisé par les verticaux avec un logiciel qui sera ouvert.

EDF tient à souligner cependant quelques points d'attention :

- Impact sur les coûts des intermédiaires / intégrateurs,
- Inter-opérabilité entre tous les composants et la garantie de l'intégrité des flux.

Ces évolutions d'architectures vont accentuer le besoin de contrôle bout en bout du système en particulier pour les aspects de cybersécurité et notamment dans le cadre de partage de RAN.

Question n°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 ?

EDF identifie :

- L'augmentation de la surface d'attaque par le biais des différents fournisseurs introduits avec l'OPEN RAN notamment au niveau du cloud,
- La non-maturité (notamment au début) des spécifications qui peuvent induire des failles potentielles,
- Le risque au niveau de l'exploitation avec divers interlocuteurs à traiter notamment lors du trouble shooting,
- Les attaques possibles sur le edge qui n'est pas souvent aussi sécurisé qu'un cloud.

Les usages et les besoins en fonctionnalités attendus

Question n°8

Quels autres usages et fonctionnalités attendus identifiez-vous ?

Les usages/fonctionnalités envisagés pour EDF sont à ce jour :

- La connectivité 5G pour les robots, drones, réalité augmentée nécessitera beaucoup de débit/bande passante pour les futures activités d'exploitation des centrales,
- La diffusion de messages critiques : en broadcast, groupes ou unipersonnels, avec alerte de l'utilisateur sur son terminal,
- La géolocalisation indoor.

Nous percevons que l'arrêt du cuivre va renforcer l'utilisation des technologies mobiles pour des besoins de liaisons fixes dans le domaine industriel (dont le fibrage en FTTH ne paraît pas économiquement viable ou même faisable pour certains sites). Dans cette approche, il est essentiel que les solutions alternatives en 5G puissent porter le même niveau d'engagement (de fiabilité) que les solutions actuelles (notamment en terme de Garantie de Temps de Rétablissement) pour des coûts similaires.

Question n°9

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

Les marchés de l'industrie, de l'énergie sont visés par ces usages, à échéance court terme et ceux plus particulièrement pour l'exploitation des centrales en fonctionnement ou en arrêt de tranche, les marchés critiques industriels pour l'alerte et la gestion de crise interne ou externe, les marchés vis à vis de toutes entreprises faisant intervenir des personnes en situation de travail isolé (PTI), nécessitant une localisation des biens et des personnes que ce soit en outdoor ou indoor.

Dans le contexte de la sûreté des systèmes électriques, l'utilisation de solution ultra-fiable et à faible latence ouvre des perspectives dans la capacité de télécommander les protections de découplage des producteurs électriques.

Question n°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 ?

La plupart de ces cas d'usage sont intrinsèquement liés à la mobilité que ce soit en indoor comme en outdoor.

Question n°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...) ?

Nos besoins de couverture sont en tous lieux indoor, souvent soit avec peu de débit, soit avec une bande basse accessible pour les réseaux privés.

Pour rappel, nous sommes intéressés par :

- Basses fréquences (bande 450MHz, B28 et B68 du Ministère de l'Intérieur) : pour une utilisation à très longue distance avec des débits plutôt faibles ;
- Moyennes fréquences (2,6GHz, 3,8-4,2GHz) : pour des réseaux localisés avec un débit moyen à haut.

Des besoins spécifiques et émergents pour les acteurs verticaux

Innovation et développement économique

Question n°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-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 ?

Aujourd'hui EDF utilise des réseaux privés (4G puis 5G) pour permettre d'exploiter ses installations industrielles.

Le slicing basé sur un réseau opérateur public permet de bénéficier de connectivités adaptées aux usages de l'entreprise sans avoir à mettre en place une infrastructure, une couverture, ainsi qu'une exploitation (et les compétences nécessaires) de réseaux dédiés, ce qui est vecteurs de forts gains d'investissement et d'exploitation.

C'est d'autant plus vrai dans le cadre d'une usine hydraulique (ou d'un site nucléaire) ayant une multitude d'entreprises intervenantes, à demeure temporairement, avec pour chacune, des besoins de connectivités propres à leurs activités sur une même zone, avec une couverture outdoor mais également indoor nécessitant le déploiement d'un réseau radio indoor.

Chaque entreprise intervenante est alors vecteur de nouveaux usages propres à ses activités, permettant au final une meilleure productivité pour l'industriel donneur d'ordre.

Question n°14

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

Les périodes de maintenance des sites industriels peuvent nécessiter des travaux importants nécessitant des besoins temporaires (assistante ou pilotage à distance, monitoring, accès à des données distantes). Ces besoins sont bien souvent multipliés par une augmentation forte et temporaire du nombre d'utilisateurs localement.

Ceci se combine avec une multitude des entreprises intervenantes : chacune disposant de ses moyens d'intervention, ses besoins, pour mener à bien son activité sur un secteur restreint (l'usine).

Ces besoins viennent alors en concurrence, et nécessitent alors une gestion fine du réseau et des priorités, ainsi qu'une capacité suffisante, qu'elle soit outdoor ou indoor.

Encore à l'étude, la mise en place de bulles tactiques locales cellulaires pour permettre des interventions rapides. Par exemple, la FARN (Force d'Action Rapide Nucléaire) est chargée d'intervenir en moins de 24 heures sur un site nucléaire gravement accidenté, afin d'éviter tout rejet grave dans l'environnement.

Question n°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 cas d'usages d'assistance à distance dans des endroits/pays avec une faible connectivité pour apporter une expertise à distance, interco réseau satellite avec un réseau 5G pour améliorer la latence des communications.

Pour rappel, EDF au travers la Direction des Systèmes Energetiques Insulaires intervient dans l'ensemble des DROM.

Différentes réponses techniques possibles**Question n°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 ?

De manière générale, pour EDF, les réseaux privés sont nécessaires là où la qualité, le coût d'utilisation des réseaux publics ou les règles de cybersécurité ne peuvent satisfaire le besoin.

EDF suit avec attention l'émergence des méthodes d'hybridation des réseaux privés mais en tant qu'opérateur d'infrastructures vitales, nous avons besoin de réseaux privés pour nos enjeux industriels et les cas d'usage qui en découlent.

Le réseau privé peut permettre de mutualiser certaines infrastructures cœur de réseau à plusieurs territoires comme, par exemple, l'ensemble des DROM et COM de la plaque Antilles/Guyane (Guadeloupe, Guyane, Martinique, Saint-Barthelemy et Saint-Pierre-et-Miquelon).

Enfin, le réseau public pourrait convenir pour certains usages lorsque la couverture naturelle du réseau des opérateurs est déjà présente et que l'offre de service puisse fournir des garanties de débit, d'accès, de GTR, ...

Question n°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 ?

L'hybridation permet par exemple une continuité de couverture sur les zones peu denses et où EDF dispose de sites industriels hydrauliques ; le réseau privatif apporte alors un complément de couverture en intérieur ou sur une zone peu couverte des opérateurs mobiles. On pourrait envisager, par exemple, un réseau opéré de l'opérateur en voie principale et un réseau privé en local à l'usine hydraulique.

Même si EDF privilégie en première étude dans bon nombres de cas les réseaux opérés, un schéma d'hybridation peut permettre de compléter les réseaux publics en terme de couverture ou de niveau de service (en premier lieu la disponibilité) sur un site/secteur spécifique.

L'architecture doit permettre la bascule ou la complémentarité entre différents réseaux la plus transparente possible pour les utilisateurs.

Le cas échéant, l'hybridation devra permettre aux services métiers de s'appuyer sur plusieurs réseaux publics.

Évolution de l'écosystème pour répondre aux besoins des verticaux

Question n°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 ?

Nous partageons en partie cette analyse. Les réseaux mobiles sont coûteux à déployer et à exploiter. Le ROI d'un accès à une connectivité spécifiques peut être atteinte ou amélioré par l'arrivée d'offres adaptés s'appuyant sur une mutualisation des infrastructures et des fréquences.

Notre vision de l'écosystème est qu'il se partagera entre intégrateurs de systèmes (bout en bout) et fournisseurs de « briques » software ou hardware (équipements, applicatifs, etc...).

EDF en tant qu'utilisateur de réseaux radio a jusqu'à présent, mis en place une organisation interne pour obtenir l'attribution de fréquences auprès de l'Arcep et gérer les fréquences attribuées.

Question n°20

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

Les autorisations d'utilisation des fréquences devraient **prioritairement être attribuées aux entreprises hébergées sur les emprises considérées pour les déploiements**. Un risque de dépendance à un opérateur titulaire d'une réserve de fréquence n'est pas envisageable. L'achat groupé pour une revente à la découpe n'est pas adapté à des entreprises qui dépendent de procédures d'achats publics. Notamment l'interdépendance entre titulaire et bénéficiaire peut générer des difficultés contractuelles liées aux obligations d'utilisation des fréquences et mettre en défaut l'une des deux parties, entraînant de fait un risque sur l'activité du bénéficiaire. C'est pour cette raison qu'un processus d'attribution simple sur une emprise de taille réaliste (correspondant aux besoins réels des demandeurs, i.e. à partir d'un km²) est essentiel.

Besoins sociétaux et obligations des autorisations d'utilisation

de fréquences

Couverture et qualité de service des réseaux ouvert au public

Questions d'ordre général

Question n°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...) ?

Les zones d'exploitation des sites industriels concernées pour EDF sont bien souvent éloignées des zones denses. Les services grand public sont bien souvent faibles voir inexistantes dans ces zones.

Question n°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 ?

Pour les services professionnels (usage critique), les critères à prendre en compte sont :

- La disponibilité et la fiabilité ;
- La latence ;
- Le débit montant et descendant (garanti).

Les critères pour les services grand public peuvent être moins exigeants aujourd'hui. Mais force est de constater que les exigences d'une manière générale sont en augmentation constante pour répondre à l'accroissement des usages et aux besoins des utilisateurs.

Questions spécifiques à la couverture à l'intérieur des bâtiments

Question n°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 ?

Les bâtiments tertiaires comme industriels ont des besoins de plus en plus importants en service et en débit.

Pour les sites tertiaires, La solution la plus utilisée est le DAS (Distributed Antenna System) raccordés aux réseaux opérateurs.

Des offres sont de plus en plus proposées pour une répétition en indoor (exposition et amplification) des signaux de tous les opérateurs présents en outdoor. Cependant, nous nous interrogeons sur les contraintes juridiques d'interférence vis-à-vis des réseaux opérateurs et leur résolution.

L'utilisation d'une solution de type neutral hosting pourrait être un plus si il est possible de réaliser des communications sans difficulté avec les réseaux des opérateurs publiques.

Question n°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 majeur pour le transfert des données et de la téléphonie mobile au sein des sites EDF. Elle a remplacé les liaisons filaires dans la grande majorité des bâtiments.

Cette technologie est peu adaptée aux communications voix en mobilité, et l'utilisation de bandes libres est source de multiples interférences.

Néanmoins, étant donné que le marché ne semble pas favoriser la montée en puissance du NRU en bande 6GHz, étant donné que le WIFI offre une très forte flexibilité pour gérer des montées en débit montant ou descendant, selon la demande, il nous semble que l'intégration de zones WIFI en intégration multi-RAT sur les réseaux cellulaires privés est une architecture permettant de mettre à disposition efficacement des ressources sur le 6GHz.

Question sur l'accès fixe par les réseaux hertziens terrestres**Question n°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 ?**

Le besoin de connexion redondante (filaire et hertzienne) est avéré. Mais une telle approche n'écarte pas une indisponibilité liée à un éventuel mode commun sur l'infrastructure et les réseaux filaires et cellulaires des opérateurs, qu'il est difficile d'évaluer pour le Client.

Question n°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 ?**

EDF dispose tous d'une stratégie environnementale de réduction des gaz à effet de serre. Cette stratégie englobe notamment les services digitaux.

Questions spécifiques par bande de fréquences

Pour ses besoins opérationnels et de gestion de crise, EDF met en œuvre des réseaux privés sur des zones très variées et complexes : locaux intérieurs de centrales avec de très fortes contraintes de propagation, couvertures territoriales autour de nos ouvrages isolés et de nos infrastructures électriques... Certaines technologies déployées et utilisées par EDF posent des problèmes de pérennité et la migration/généralisation vers les technologies cellulaires est une voie sérieusement envisagée. L'évolution de nos solutions de connectivité (cellulaires et non cellulaires) vers les usages avancés de demain (URLCC, eMBB) exige plus de ressources spectrales qui normalement s'accompagne d'une montée en fréquences, pas toujours compatible avec nos exigences de déploiement. L'attribution localisée de fréquences en usage secondaire distinguant éventuellement des usages en intérieur ou extérieur et permettant, dans certains cas, le déploiement de terminaux à puissance relevée nous semble essentielle pour envisager le remplacement de certaines de nos solutions et accéder à une nouvelle gamme de services (systèmes intelligents de protection réseaux, mesures synchrones distantes, services à base de computer vision, opérations/assistance en réalité augmentée...) et faciliter le déploiement des infrastructures telecoms.

Les réglementations d'accès à un spectre partagé comme celles mises en œuvre aux Etats-Unis à base de Système d'Accès au Spectre (SAS) pour le CBRS ou à base de système AFC (Automated Frequency Coordination) pour le WIFI 6E sont des approches intéressantes et bénéficiant d'un réel écosystème. Il en est de même pour les innovations réglementaires au Royaume-Uni concernant les licences de type « shared access » ou « local access » . Le « local access » permet d'accéder à des bandes spectrales non utilisées par les opérateurs à un endroit précis tandis que le « shared access » permet d'accéder localement (favorisant le premier entrant ou des déploiements purement indoor) à un ensemble de bandes dédiées diversifiées, incluant notamment le 3.8-4.2GHz, 1800MHz, 2300MHz, 24.25-26.5GHz et probablement 6.425-7.125GHz.

Aujourd'hui, EDF exploite ses réseaux cellulaires privés sur la bande 28 (3MHz) et 38 (20MHz). Pour migrer vers de nouveaux usages et optimiser ses déploiements (coût / performance), EDF devra disposer de bandes complémentaires. Pour ses besoins de couverture générale (indoor / outdoor) et le déploiement de services IOT, **l'utilisation des bandes complémentaires comme le « 450MHz » (ex : Bande 31) et la bande PPDR 68 (5MHz) est visée.** Pour la mise en œuvre de services avancés dédiés à l'IOT critique et une mise en place aisée via des communications maillées, facilitant l'échange device to device, la technologie DECT 2020-NR est une opportunité à considérer notamment sur la bande dédiée au DECT 1880-1900MHz, mais aussi sur la **bande 2.1 GHz TDD (1900-1920)**. Enfin, pour nos besoins capacitaires en débit (ex eMBB 5G), nous visons une **extension à 40MHz en bande 38**, mais aussi l'utilisation de bandes plus internationales qui pourrait élargir l'écosystème PMR : **bandes 3.8-4.2GHz, 5.425-7.125GHz, 24.25-27.5GHz, voire la bande libre des 60GHz**. Concernant les bandes 26GHz et 60GHz, celles-ci pourraient être utilisées pour du backhauling outdoor et faciliter le déploiement de cellules temporaires de chantier ou lors de la construction d'extension de bâtiments. Dans le domaine du 60GHz, les usages complémentaires en mode radar de cette bande peuvent ouvrir à de nouvelles innovations (contrôle d'accès) et pourrait être intéressante pour mailler des équipements à haut-débit.

Néanmoins, plusieurs contraintes sur l'évolution vers ces bandes existent. On citera notamment l'impossibilité de bénéficier de mécanismes d'agrégation de porteuses sur ces différentes bandes. De même, toute transmission 5G est impossible aujourd'hui sur des bandes spectrales inférieures à

600MHz et sur des largeurs de bandes inférieures à 5MHz. Des évolutions au 3GPP sont attendues, mais il faut souligner que l'utilisation de sous-porteuses 5G supérieures à 15kHz (ex : 30kHz) permettant des applications de type URLLC n'est possible que si l'on dispose de largeurs de bande d'au moins 10MHz. La mise en œuvre de services avancés sur des réseaux étendus (couverture territoriale de sites isolés, couverture « seamless » en services avancés indoor) impliquant l'utilisation des seules bandes 28, 31 et 68 trouve donc ses limites.

Pour toutes ces raisons, mais aussi pour élargir l'écosystème de terminaux et équipements RAN compatibles, nous pensons que la mise en place de services avancés sur des réseaux privés passe non seulement par l'accès à des bandes complémentaires à la PMR (notamment les bandes 450MHz (bande 31) et PPDR B68 en complément du PPDR Bande 28) mais aussi par des attributions locales de spectre partagé sur des bandes à fort pouvoir de couverture. Un des objectifs sera d'accroître, selon la demande, le débit mobile montant ou descendant et/ou accroître la couverture de nos réseaux en utilisant des appariements de bandes en mode SDL ou SUL. A cet égard, nous exprimons un fort intérêt pour un usage localisé et appairé aux bandes 1.4GHz SDL (bandes 75, 76 et 32) et 700MHz SDL à partir de bandes PMR. De même, la mise à disposition de ressources en mode SUL sur les bandes n81 (880-915MHz) ou n84 (1920-1980MHz) serait très intéressante. La bande 2.1GHz TDD pourrait être une bande adossable à ces bandes SDL/SUL et son utilisation localisée serait donc très intéressante aussi.

Enfin, pour les couvertures de nos sites en zone isolée, nous pensons que l'usage de services satellites à orbite basse en bande S (2GHz) voire sur des bandes UHF / VHF à déterminer est une voie complémentaire importante à considérer. Elle permettra notamment des échanges device to device performants ainsi que l'accès à des services en mobilité intéressants à partir de smartphones ou de points d'accès mobiles. L'interconnexion de nos réseaux privés à ces systèmes satellitaires est à développer et investiguer, autant du point de vue des écosystèmes que réglementairement.

Question n°34

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

Voir le paragraphe ci-dessus.

Question n°35

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

Nous avons identifié les deux bandes de fréquences (2*3MHz et 2*5MHz) B28 et B68 du Ministère de l'Intérieur qui présentent pour nous un enjeu majeur.

Pour ce qui est des autres besoins propres, nos réponses ont été données ci-dessus.

Partage des fréquences et attributions localisées

Question n°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 ?

Les bandes que nous ciblons pour un usage privatif doivent toutes être disponibles pour un usage local. Voir le paragraphe ci-dessus pour plus de détails.

Le milieu industriel EDF nécessite de limiter la puissance d'émission des terminaux afin de ne pas perturber le contrôle commande. Ainsi, l'utilisation de fréquences basses permet une bonne

couverture indoor tout en ayant une portée outdoor très limitée. La structure même de bâtiments permet également de limiter l'usage d'une fréquence à une utilisation indoor très localisée. Exemple: la couverture indoor d'un bâtiment réacteur".

Ainsi, sous condition de démonstration de sa capacité à limiter la portée de l'utilisation locale d'une fréquence, même basse, cette possibilité est intéressante pour les EDF.

Ce point est d'autant plus applicable sur les fréquences hautes.

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

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

Pour le bloc 1427 - 1432 MHz

Question n°39

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

Malgré cette contrainte, déployer des small cells dans cette bande à puissance limitée dans des zones localisées (ex : locaux intérieurs de centrales) peut être très intéressant pour augmenter de manière efficace les débits en limite de couverture et fiabiliser le comportement de nos réseaux. L'apparition d'un écosystème de terminaux compatibles doit être surveillée. Le risque d'interférence étant limité aux seules stations de bases et non pas aux terminaux, il nous semble que cette contrainte peut facilement être gérée du point de vue d'attributions localisées.

Pour le bloc 1492 - 1517 MHz

Question n°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 ?

Des restrictions fortes en termes de seuils autour des ports et aéroports peuvent être envisagées sans que cela n'impacte nos besoins de déploiement sur des zones qui sont localisées très souvent hors de ces périmètres.

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

Le frein pour EDF serait la mise à disposition d'un écosystème de terminaux et infrastructures si les restrictions freinent trop fortement l'adoption massive de cette bande.

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

En 4G, l'intérêt pour EDF est d'avoir des appairages possibles avec les bandes à attribution localisées qui sont ou pourront être mises à disposition. Actuellement, il s'agit de la bande B28 ou B38, mais un appairage avec les bandes B68 ou 450MHz/410MHz est aussi à considérer.

En 5G, un appairage avec la bande n38 (2.6 GHz TDD) et celles complémentaires qui pourraient faire l'objet d'attributions localisées plus généralement pour EDF comme la n77 (3.4-4.2GHz), n258 (26GHz) ou la n39 (2.1 GHz TDD) sont à considérer.

Question n°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

Les utilisations les plus pertinentes sont :

- L'augmentation de débit descendant sur les cellules couvertes via les bandes 450MHz (B31 notamment), B28 ou B68 alors que ces bandes sont limitées à 3MHz voire 5MHz
- L'augmentation de débit descendant sur les cellules pour lesquelles un changement de trame de synchronisation ne peut pas être envisagé pour augmenter les débits descendants et/ou qui sont contraintes sur leur largeur de bande (ex : B38 limitée à 40MHz). Cette augmentation peut éventuellement être déclenchée sur des besoins temporaires, par exemple à l'occasion de chantiers).
- L'amélioration de couverture de cellules « haut-débit » exploitées en bande n77 ou n258 (indoor souvent voire outdoor).

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

Question n°57

Quels sont les cas d'usages que vous attendez avec cette bande de fréquences ?

Identifiez-vous des freins à leur déploiement ?

EDF entend mener dans les prochaines années, une évaluation de cette bande qui, selon certains acteurs, semblerait pouvoir fournir des performances intéressantes même dans des environnements industriels contraints et métalliques. Cette bande peut faire l'objet d'un écosystème significatif qu'il nous faut considérer. Cette bande nous semble en tout cas adaptée pour une mise en œuvre dans nos bâtiments tertiaires et la réalisation de backhaul / liaisons point à point pour relier des campus ou extensions sur chantiers.

Un frein potentiel identifié sur le déploiement de cette technologie est lié aux normes d'immunité des équipements industriels. Par exemple, l'IEC 61000-4-3 très majoritairement utilisée fait l'objet de tests de conformité jusqu'à 3GHz : la qualification / conformité des émissions millimétriques est un point délicat à creuser.

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

Question n°65

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

EDF contribue à la réflexion menée par l'AGURRE sur la bande 3,4-4,2GHz et souhaite que le calendrier d'attribution soit le plus rapide possible.

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

Question n°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 ?

EDF n'a pas connaissance d'un écosystème qui pourrait exploiter ces bandes limitées à 300 kHz ou 500 kHz. Par exemple, l'écosystème NB-IOT nous semble se restreindre aux seules transmissions en sub-GHz.

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

Question n°71

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

A condition que l'écosystème en bande 39 se développe, cette bande est intéressante en lien avec des bandes de type SDL / SUL.

Cette bande pourrait également héberger des échanges en DECT2020-NR si cette technologie se développe, sachant que c'est une des bandes opérationnelles identifiée par cette technologie.

La bande 3,8 – 4,2GHz

Question n°72

Quels sont, selon vous, les cas d'usages attendus avec cette bande de fréquences ?

Envisagez-vous de répondre au guichet d'expérimentation ?

Cette bande constitue une ressource capacitaire supplémentaire prioritaire pour les cas d'usages 5G en cours de détermination.

Question n°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 ?

Pour mettre en œuvre les cas d'usages qui vont être définis par l'AMI 5G, cette bande de fréquence est indispensable. Par exemple : Multiplication des transmissions vidéo en temps réel. Augmentation des débits nécessaire pour les applications métiers. Accès aux SI distant en zone industrielle. EDF voit donc un intérêt pour les usages 5G des verticaux, à l'horizon 2025, sur le périmètre d'un site industriel.

Les services rendus sont équivalents aux services portés par le LTE en B38 avec en complément la multiplication des transmissions vidéos en temps réel et l'augmentation des débits nécessaires pour les applications métiers.

Question n°75

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

EDF souhaite que cette bande puisse être attribuée en France. Les attributions pourraient être gérées par un guichet comme pour la bande 2,6GHz TDD.

La redevance associée à cette bande devra être compatible avec les enjeux industriels.

Question n°76

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

Il pourrait être défini des zones sur lesquels la trame est imposée selon un consensus à établir avec les principaux acteurs (ex: zones urbaines, zone d'activité commercial ou industriels regroupant un grand nombres d'entreprises potentiellement intéressées).

Pour les autres zones, le choix de la trame peut être laissé au premier opérateur occupant une zone, afin de laisser une latitude suffisante pour adapter au mieux le profil aux usages, notamment pour les industriels dont la localisation est excentrée.

La bande 738 - 753 MHz (dite 700 MHz SDL)**Question n°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 ?

EDF trouve cette bande intéressante pour avoir une ressource spectrale afin de faire passer le trafic utilisateur dans le sens descendant. Mais EDF pense que cela n'est intéressant que si on a le droit d'utiliser des fréquences opérateurs.

La bande 66 -71 GHz**Question n°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 ?

EDF pense que cette bande peut être intéressante pour des liaisons point à point dans des campus pour protéger une liaison fibrée sur des courtes distances (en faisceau Hertzien ou 5G point à point feature fixed wireless access).

Cette bande pourrait être envisagée pour plusieurs cas d'application :

- Contrôle d'accès et analyse après traversée de la matière,
- Connexion d'appareil vidéos entre-eux,
- Cas d'usages LTE-NRU,
- Connectiques d'instrument de mesure.

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

La bande 42 GHz

Question n°79

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

EDF trouve que cela peut être intéressant pour les satellites basse orbite pour fournir un accès à internet.

La bande 450 - 470 MHz (dite bande 450 MHz)

Question n°82

Confirmez-vous la nécessité d'introduire la technologie LTE dans la bande 450 MHz ?

Pour quels besoins ? Sur quelles empreintes géographiques ?

EDF confirme la nécessité d'introduire progressivement la technologie LTE dans la bande 450MHz, d'une part pour permettre le remplacement de réseaux PMR qui arrivent à obsolescence et d'autre part pour accélérer l'émergence de nouveaux services et fonctionnalités à destination des utilisateurs professionnels.

Les besoins identifiés :

- Cas d'usages IoT critiques : EDF remarque une explosion des besoins internes de connectivité IoT et PMR territoriales pour des besoins IoT critiques comme par exemple, la surveillance de prises d'eau, le réglage de vannes, le suivi de température de l'eau dans les conduites forcées, la protection des travailleurs isolés qui nécessitent des besoins d'instrumentation sur les vallées hydrauliques de plus en plus importants et souvent redondés,
- Exploitation des vallées hydrauliques et champs éolien offshore : Pour réaliser l'exploitation et la maintenance d'ouvrages électriques dans les vallées hydraulique ou les champs d'éoliennes offshore, nous devons disposer des moyens de radiocommunications sur des zones étendues, qui doivent être opérationnels même lors de situations exceptionnelles de type tempêtes ou de crises. Ces sites se situent bien souvent dans des zones « blanches », ou à la limite des eaux internationales (éolien offshore) qui restent difficilement accessibles avec les solutions actuelles,
- Exploitation des réseaux électriques : Pour réaliser l'exploitation d'ouvrages électriques à haute tension, les équipes d'Enedis utilisent des moyens de radiocommunications qui doivent être opérationnels même lors de situations exceptionnelles de type tempêtes ou de crises. L'utilisation d'un système basé sur la bande 450 MHz pour un usage 4G/5G privatif pourrait constituer une solution alternative ou permettre de constituer un complément de couverture dans les zones « blanches » qui restent difficilement accessibles avec les solutions actuelles.
- Interventions et secours des sites nucléaires : Créée au lendemain de l'accident de Fukushima, la FARN (Force d'Action Rapide Nucléaire) est chargée d'intervenir en moins de 24 heures sur un site nucléaire gravement accidenté, afin d'éviter tout rejet grave dans l'environnement. La FARN est dimensionnée pour secourir n'importe quel site nucléaire français et doit être capable de réalimenter un site en eau, en air et en électricité. C'est

ce que nous appelons un besoin tactique (zone géographique variable, pour un usage occasionnel prioritaire). Pour cela, elle doit pouvoir disposer de moyens de communication sûrs, fiables et performants qui doivent être activés et opérationnels lors des entraînements réguliers et particulièrement lors de situations exceptionnelles. Les équipes et matériels peuvent également intervenir pour d'autres missions de type tempêtes ou crises afin d'aider au rétablissement de l'alimentation électrique par exemple,

- Une étude d'opportunité sur l'avenir de la radio numérique dans les territoires d'outre-mer est en cours, notamment pour renforcer les services sur nos activités de téléconduite des réseaux électriques, de pilotage des producteurs décentralisés et de phonie de crise. La technologie LTE sur bande 450MHz en réseaux privé en fait partie.

L'étendue géographique de tels réseaux peut être locale (vallées hydrauliques, sites de production), ou nationale (distribution d'énergie).

Question n°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 ?

EDF a manifesté son intérêt pour le domaine de l'énergie, pour à minima disposer d'une bande de 2*3 MHz (FDD) voire en cible une bande de 2*5 Mhz (FDD).

Question n°86

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

L'écosystème industriel en bande 450MHz est en plein développement en Europe. Il y a un écosystème existant (équipement radio et terminaux) favorable. Les terminaux acceptent plusieurs bandes de fréquence. On retrouve les terminaux portatifs (durcis), les terminaux embarqués, les modems, les routeurs.

Des bandes prospectives, en cours de discussion mondialement

La bande 470-694 MHz

Question n°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 ?

EDF privilégie la bande 450-470MHz. mais EDF pourrait envisager une évolution en bande supérieure si les besoins évoluent (plus de débit) et qu'un écosystème se crée pour de la radio 3GPP privée.

La bande 6425 - 7125 MHz (dite bande 6 GHz)

Question n°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 ?

EDF est intéressé par cette bande qui paraît particulièrement adaptée à des applications de 5G NRU, WIFI en complément de la bande initiale [5945 ; 6245]MHz pour des réseaux privés locaux. Le fait que

le WIFI 7 saura interconnecter les réseaux TSN offre des perspectives intéressantes d'intégration en milieu industriel.

Les autres usages dans cette bande concernent le déploiement de l'UWB pour les applications de géolocalisation / tracking, voire d'échanges sécurisés prenant en compte des mesures de distances. L'apparition de smartphones compatibles UWB renforce l'attrait de cette technologie. Si la bande 6.245-7.125 MHz est utilisée massivement pour les applications WIFI / IMT, cela pourrait poser des problèmes à l'utilisation de l'UWB dans cette bande et il faudrait s'assurer de trouver un mode de fonctionnement correct pour cette technologie (qui peut par ailleurs être utilisée sur d'autres bandes, mais potentiellement avec un écosystème moindre voire des limitations de fonctionnement).

Question n°94

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

EDF constate que le modèle opérateur SAS/AFC américain semble très intéressant également.

Les bandes de fréquences au-delà de 90 GHz

Question n°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 ?

EDF pense que la 5G satellitaire pourrait avoir intérêt à aller vers une telle bande.