



TRIP AUTOMNE 2023

7 & 8 novembre

Table ronde 3

COUVERTURE MOBILE A L'INTERIEUR DES LOCAUX : QUAND « L'INDOOR » FRAPPE A VOTRE PORTE

Animation :



Frédéric GERBELOT

Chargé de mission - Avicca

Intervenants :



Gilles BRÉGANT

Directeur général - Agence nationale des fréquences – ANFr

[\(TRIP automne 2023 - présentation de l'ANFr : la couverture mobile Indoor\)](#)



Loïc BESNARD

Directeur Développement commercial – Cellnex

[\(TRIP automne 2023 - présentation Cellnex : couverture indoor\)](#)



Hervé DE TOURNADRE

Directeur - Affaires Réglementaires - Bouygues Telecom

[\(TRIP automne 2023 - présentation Bouygues Telecom : couverture indoor\)](#)

Bonjour et bienvenue à toutes et à tous,

Nous demandons traditionnellement à l'assistance de bien vouloir mettre les téléphones en mode silencieux, cependant tout le monde n'aura pas besoin de faire cette manipulation : en effet, la localisation et les équipements de cet auditorium peuvent limiter (voire empêcher) l'accès aux réseaux mobiles, et c'est précisément ce sujet que nous avons choisi d'aborder pour ouvrir les travaux de cette seconde journée de colloque.

La couverture du territoire par les réseaux mobile progresse indéniablement, notamment grâce aux déploiements « réglementaires » qui contribuent à résorber les zones « blanches » et améliorent la situation des zones « grises ». Cependant, des difficultés subsistent, le long de certains axes de transport par exemple, ou encore à l'intérieur des locaux. Le service peut même se détériorer lorsqu'on réalise des travaux d'amélioration des bâtiments : la pose de triple vitrage notamment, ou encore d'isolants « minces » peuvent diminuer fortement la pénétration des ondes électro-magnétiques, ce qui nous a soufflé le sous-titre de cette table ronde : « quand l'indoor frappe à votre porte », puisqu'il pourra de moins en moins passer par la fenêtre...

Plusieurs solutions techniques existent pour remédier à ces difficultés, qui n'ont pas les mêmes caractéristiques et surtout, pas les mêmes tarifs. Pour nous aider à y voir clair, nous avons proposé à Gilles BRÉGANT, Directeur général de l'Agence Nationale des Fréquences, de nous présenter les différentes solutions disponibles, ainsi que leur mise en œuvre opérationnelle, et de voir quelles incidences potentielles cela peut avoir sur l'exploitation du spectre quand on ne respecte pas les règles de l'Art. On se tournera ensuite vers Cellnex, par la voix de son Directeur du Développement commercial, Loïc BESNARD. Cellnex, que l'on connaît plutôt pour son activité traditionnelle de « pylôniste », mais qui nous parlera là d'une autre facette de son activité en tant qu'opérateur neutre de services mobiles. Et, enfin, on a proposé à Bouygues Telecom, de nous donner le point de vue de l'opérateur commercial, c'est donc Hervé de TOURNADRE, Directeur des Affaires réglementaires, que je remercie également, qui présentera les moyens mis en place par cet opérateur grand public pour répondre aux attentes en matière de couverture à l'intérieur des locaux.

Je vais tout de suite passer la parole à Gilles BRÉGANT, et je vous rappelle que vous avez la possibilité de poser vos questions soit directement en utilisant les micros à l'issue de ces interventions, soit par le salon « sli.do »

Gilles BRÉGANT

Merci et bonjour à toutes et tous. Je vais vous parler rapidement de couverture mobile indoor. C'est un peu paradoxal, car en réalité l'ANFr ne s'occupe pas de couverture. C'est nos collègues de l'ARCEP qui suivent attentivement la couverture. Mais, pour autant, on a quelques éléments qui nous permettent d'apprécier la problématique de la couverture et notamment aussi des petits problèmes de l'indoor que l'on va évoquer dans la table ronde. Je vais peut-être d'abord dire à partir de quelle facette on apprécie la couverture.

1^{er} élément, évidemment important pour nous, c'est que l'ANFr autorise à chaque instant de nombreuses émissions, de nombreuses fréquences sur le site d'émission. C'est à peu près 15 000 autorisations par semaine. Pendant que je vais parler, il y aura plusieurs autorisations qui vont être données à partir de notre site de Brest qui marche toujours malgré la tempête, je tiens à le souligner, et qui nous permettent de savoir que les sites croissent très régulièrement. Plus il y a de sites -et c'est la logique du new deal mobile- plus la couverture s'améliore et plus la couverture indoor s'améliore, forcément puisque les ondes passent parfois par les fenêtres ou par les portes ou par les murs, donc on voit finalement une croissance régulière du nombre de sites et ça on peut le suivre sur l'observatoire de l'ANFr qui paraît tous les mois. On peut aussi suivre sur notre site « cartoradio » ou sur l'open data ANFR.fr, vous pouvez avoir tous les sites de plus de 5 watts. Alors, les sites de +5 watts, ce ne sont pas les sites qui couvrent par exemple, les centres commerciaux, les parkings etc, qui sont des sites de faible puissance, qui eux sont simplement déclarés mais pas autorisés. Mais ça donne une indication. Aujourd'hui, on a une croissance de la couverture outdoor qui, évidemment, paraît faite de ruissellements, accroît la couverture indoor. Ça, c'est le 1^{er} élément. Oui, il y a une tendance à l'accroissement de la couverture outdoor et donc tendanciellement, à une amélioration, peut-on le penser, de la couverture indoor.

2^e facette qui nous permet de voir des choses sur la couverture indoor, c'est paradoxalement le contrôle des fréquences. L'Agence, c'est un peu la police du spectre : elle vérifie que les fréquences sont mises en œuvre selon les autorisations. Les opérateurs mobile ont des autorisations par blocs de fréquences qui leur permettent d'avoir une couverture dans plusieurs gammes de fréquences, qui vont de 700 MHz jusqu'à 3,5 GHz. Ce qui se passe c'est que lorsqu'il y a des améliorations de couverture par des dispositifs divers, notamment des répéteurs, on a aussi parfois des brouillages de fréquences. Donc, nous on voit aussi assez souvent des problématiques de couverture indoor mal gérées à travers nos contrôleurs. Et pendant que nous aurons la table ronde, aujourd'hui, il y aura certainement 2 contrôles qui auront lieu en France avec 2 personnes qui vont être soumises à un PV et peut-être à des poursuites pénales parce qu'on aura trouvé 2 répéteurs dans la journée qui n'auront pas été autorisés. J'en dirai un mot après.

Donc, oui, il se passe des choses dans l'indoor et on le voit tous les jours à l'ANFr, c'est une problématique qui est un peu embarrassante, un nombre de brouillages qui est élevé pour nous en fait, qui est lié à cette tentative des gens d'avoir de l'indoor, sans nécessairement prendre toutes les précautions. On est aussi attentifs à ce qui se passe dans l'indoor parce qu'on fait de la surveillance de l'exposition. Récemment, on a été un peu dans l'actualité avec les péripéties de l'iPhone 12. On est aussi en train de faire une carte nationale de l'exposition qui n'est pas une carte de la couverture, mais ça y ressemble un peu. En réalité, en fin d'année prochaine, on aura la possibilité d'aller sur un site web et d'avoir une idée de l'exposition en volts par mètre de l'endroit où on se trouve. Ce qui nous a amenés aussi à réfléchir sur la problématique de la couverture indoor. On ne va pas définir la couverture indoor et avoir une carte de l'exposition de votre salle de séjour, puisque c'est techniquement impossible en réalité de le faire en simulation, mais on s'intéresse évidemment au problème d'atténuation et on essaie de comprendre ce qui se passe en indoor. La « maison ANFR » (qui est un « éclaté »), qui doit être très bien couverte à partir des émetteurs outdoor, permet aussi de savoir que dans les habitations, on a énormément de sources d'expositions et qu'en réalité le dispositif aujourd'hui fait qu'on a déjà pas mal d'appareils radioélectriques dans les habitations. On pourrait donc imaginer aussi avoir des choses qui améliorent la couverture indoor.

Donc, 3 facettes : la cartographie des sites, le contrôle des fréquences, et puis aussi le contrôle de l'exposition nous permettent d'avoir une appréhension de ce qui se passe sur

l'indoor. Que voit-on ? un message principal aujourd'hui, c'est que, effectivement, quand on est dans un bâtiment moderne, qui a toutes les caractéristiques des bâtiments économes en énergie, la couverture indoor, ça devient quelque chose de difficile d'accès. Traditionnellement, dans les habitations les fréquences passaient plutôt par les fenêtres, et aujourd'hui, finalement, on a fait une étude en 2018 avec le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) qu'on a présentée devant notre comité de dialogue en 2021, et en fait ce que l'on constate finalement, c'est que les vitrages actuels qui permettent d'avoir une bonne performance thermique sont en réalité plus étanches que les murs. C'est-à-dire que finalement, avec un vitrage simple, vous avez une atténuation qui est très faible, de l'ordre de 2 dB. Avec un double vitrage classique tout à fait standard, avec du vrai verre, on a 4 dB, ce qui est tout à fait raisonnable. Mais, quand on a un double vitrage avec une face métallisée pour limiter le transfert thermique, on monte à 30 dB. Quand on a de la triple couche avec une face contre les émissions thermiques, on est quasiment à 40 dB. En réalité, le vitrage de haute qualité et de haute performance est presque plus étanche qu'une porte blindée en fait. Donc, ce n'est pas par là que vont passer les fréquences. Par ailleurs, on sait aussi que les fréquences vont progressivement aller vers des hautes fréquences puisqu'on est déjà à 3,5 GHz pour la 5G. Demain, on sera peut-être en millimétrique avec du 26 GHz. Ces fréquences passent relativement mal dans tout ce qui est métallique, on passe même très mal au travers des feuilles d'arbres, donc en réalité, on va avoir un vrai problème pour passer les murs et rentrer en indoor. Tendanciellement, la couverture indoor ne va pas forcément s'améliorer au fil de l'évolution technologique, donc il va bien falloir qu'on trouve un moyen de mettre un système qui permet de rayonner de l'intérieur pour essayer d'éviter de passer les murs. Vouloir faire la couverture indoor à partir des émetteurs extérieurs c'est un peu comme vouloir économiser l'électricité chez soi en allumant pas le lampadaire et en espérant que le réverbère de l'extérieur suffise pour lire le journal dans la salle de séjour. Ce n'est pas totalement efficace. Bien sûr vous vous souvenez tous de ces films américains des années 50 où dans le bureau du détective, on est éclairé par le néon de l'extérieur, mais ce n'est pas une situation qui crée un vrai confort. Donc globalement, il va bien falloir qu'on imagine un système pour pouvoir couvrir de l'intérieur, c'est plus efficace et c'est énergétiquement plus rationnel. Alors, pour terminer finalement quelles sont les méthodes qu'on peut imaginer pour améliorer la couverture indoor ?

La 1^{ère} méthode qui semble simple et de bon goût consiste à densifier les réseaux mobiles et à rapprocher les antennes des habitations, parce que plus l'antenne est proche de l'habitation, plus on a une chance que l'antenne puisse « éclairer » l'intérieur de l'habitation et en plus, moins le téléphone va émettre de puissance pour pouvoir « parler » avec l'antenne. Parce qu'on l'oublie souvent mais la 1^{ère} chose qui vous expose ce n'est pas l'antenne, c'est votre téléphone. Le problème : c'est couteux pour les opérateurs mais surtout c'est très très mal vu de nos concitoyens. Les Français n'aiment pas du tout les antennes et surtout pas les antennes proches. Et, quand on explique que la bonne solution c'est de passer de 65 000 à 120 000 antennes pour pouvoir améliorer le dispositif, ça suffirait peut-être à imaginer une nouvelle émeute nationale qui bloquerait le système. Aujourd'hui, les personnes (y compris dans le new deal mobile) préfèrent les antennes qui sont de préférence loin des villages, dans la forêt à 2 km, ce qui est un peu absurde car il faut une antenne qui est plus puissante, qui va d'ailleurs moins couvrir en indoor et qui va, finalement avoir une performance optimale quand on ira cueillir des champignons dans cette forêt particulière en espérant qu'il y ait des champignons, mais globalement, c'est inefficace. L'antenne la plus efficace c'est celle qui est au milieu de la place du village, mais en France c'est inaudible. Ce n'est pas inaudible ailleurs. Bientôt on va avoir la conférence des télécoms à Dubaï. A Dubaï, vous avez des antennes à hauteur d'homme au pied du Burj al arab qui en fait couvrent très bien. En Corée du sud, vous avez une très bonne couverture. Il n'y a aucun problème, les antennes sont partout et ça couvre bien. En France c'est plus compliqué. Donc, ce n'est pas la bonne solution.

L'autre solution qui est poussée par les opérateurs, par le régulateur, c'est la voix et les sms sur WiFi. Ça marche relativement bien, c'est facile, il n'y a pas besoin d'avoir une autorisation des opérateurs, il suffit d'avoir une box avec du WiFi, un forfait qui le permet et un mobile qui est compatible. On avait fait des essais il y a quelques années, j'en avais parlé à l'ARCEP, qui montraient que c'était relativement inefficace parce qu'à un moment donné, les téléphones étaient mal normalisés pour la voix sur WiFi et on avait beaucoup de problèmes d'interruption. La QoS va varier : la QoS varie en fonction du débit internet de votre box, la position de la box dans le bâtiment, et sa couverture. Le taux d'utilisation du WiFi dans votre bulle, mais aussi à l'extérieur, ça va forcément limiter la couverture si vous avez du WiFi qui est concurrent dans l'appartement à côté ou dans l'entreprise d'à côté, et puis du type de terminal. La voix sur WiFi, ça marche bien sur des terminaux qui

sont récents, aux dernières normes. Avec des terminaux reconditionnés c'est plus aléatoire, car vous avez peut-être des normes WiFi pas tout à fait adaptées qui vont faire des décrochages. Ça permet d'avoir un service qui s'apparente à celui de la femto cell, système qui était tout à fait efficace mais qui plafonnait en 3G mais qui m'a permis de vivre sereinement pendant tout le confinement, parce que j'avais une mauvaise couverture dans mon appartement à Paris et la femto cell m'a quand même sauvé la mise. Après, j'ai dû la rendre avec un grand regret et j'en suis maintenant à la voix sur WiFi, mais j'ai dû changer de terminal pour que ça accroche correctement. Donc, ça fonctionne, mais il faut investir dans des terminaux récents. Je ferme cette parenthèse personnelle. Après, on a des systèmes d'antennes distribuées qui sont efficaces, système qui permet effectivement d'équiper un bâtiment important avec un dispositif qui est rationnel, qui est en général mis en place par un acteur professionnel du secteur qui peut être un opérateur, et qui du fait de son prix et de sa complexité est supervisé. Ça fonctionne bien, c'est cher mais ça rend le service souhaité, ça fonctionne pour les grands bâtiments et c'est quelque chose de rationnel. Et puis, entre les deux, il y a un système qui lui est assez populaire mais, qui en réalité pose de gros problèmes, c'est le répéteur de téléphonie mobile, du moins dans sa version non supervisée. Un installateur vient, vous installe un répéteur qui va capter l'émission d'une antenne voisine, qui va l'amplifier et qui va ensuite faire en sorte de faire les 2 sens de communication, du téléphone vers l'antenne et de l'antenne vers le téléphone, en amplifiant ce qu'il faut sur les bandes qu'il faut. Système robuste, simple mais qui nécessite évidemment de suivre le plan de fréquences de l'opérateur que vous voulez amplifier. Parce que si, par exemple, Hervé de TOURNADRE, vous voulez capter Bouygues Telecom dans votre entreprise par exemple, dans votre collectivité, ou chez vous, vous avez besoin de vous caler sur l'émetteur de Bouygues Telecom d'à côté, tout va bien. Mais quand Bouygues Telecom va introduire une nouvelle antenne pas très loin pour le new deal mobile, il va modifier légèrement le plan de fréquences de l'antenne que vous avez utilisée pour caler votre émetteur. Ce qui fait que votre répéteur qui n'est pas au courant de ce changement de fréquences par ce qu'il n'y a aucune obligation de la part de Bouygues Telecom d'en informer l'ANFr et l'ARCEP, votre répéteur va en fait, peut-être émettre dans un bloc de fréquences dans lequel l'antenne au contraire va écouter, et ça va brouiller le relais maître qui cale votre répéteur. Ce qui va faire que l'ANFr va recevoir dans les heures qui suivent une instruction

de brouillage de la part de l'opérateur, disant : « là j'ai une antenne qui ne fonctionne pas correctement, elle a un brouilleur sur une de ses bandes, donc faites ce qu'il faut ». Et je vais devoir envoyer un camion avec des contrôleurs assermentés qui vont vous dresser un procès-verbal qui peut avoir des suites pénales puisque c'est potentiellement 30 000 € d'amende et 6 mois de prison. Donc, ça pose un vrai problème. Le répéteur fonctionne mais le problème des répéteurs en France c'est qu'ils sont installés « Fire-and-forget » c'est-à-dire qu'ils ne sont pas supervisés. Donc, traduction pratique, 118 PV en 2018 et sans doute autour de 320 cette année. On est déjà à 267 peut-être tout à l'heure à 269, et en réalité le répéteur est une mauvaise solution pour régler le problème. La bonne solution, c'est le répéteur supervisé. Alors, comment superviser le répéteur ? ça peut éventuellement passer par l'obligation pour les opérateurs de déclarer leurs plans de fréquences site par site, pour que l'on puisse les mettre à jour sur carto radio et vous abonner du coup à la mise à jour de votre site en fonction de son évolution. C'est ce qui se passe par exemple, pour les parkings souterrains : ils ont un système qui évidemment permet aux pompiers d'y accéder en cas d'incendie et donc le système des pompiers aujourd'hui, qui leur permet de descendre dans les niveaux inférieurs fait l'objet d'un accord entre les réseaux de l'intérieur et les opérateurs de parkings. Quand les opérateurs de parkings reçoivent une information disant que le réseau de sécurité des pompiers a changé, ils doivent mettre à jour leurs répéteurs dans chaque niveau et ils le font. Il faut une information. Donc l'information peut être envoyée par les opérateurs à l'ANFr et l'ANFr vous envoie l'information. Elle peut être envoyée par les opérateurs à l'ARCEP et l'ARCEP vous envoie l'information. Mais il faut savoir sur quelle fréquence régler votre répéteur et avoir un abonnement avec un installateur qui vous règle votre répéteur régulièrement pour que votre répéteur ne dérive pas. Et ça, le répéteur supervisé, c'est tout à fait efficace, pas très cher et ça permet de fonctionner. Le problème, c'est qu'aujourd'hui, je ne crois pas qu'il y ait énormément d'offres. En tous cas, il y a des offres d'opérateurs, mais il n'y a pas forcément d'offres tiers. Ça reste relativement cher et il faudrait vraiment que l'on ait un dispositif qui permette d'instaurer ces répéteurs institutionnalisés pour mettre fin à ces brouillages, parce que ces brouillages malgré tout, ça coûte cher à l'État, puisque chaque fois que je déplace un contrôleur pour un répéteur, c'est l'argent de vos impôts qui sert à alimenter tout cela. Et c'est dommage, car on a

sans doute mieux à faire. 2 000 brouillages par an, c'est dommage qu'une partie de ces brouillages soit désormais consommée par des répéteurs mal réglés.

Donc, la couverture indoor, on a les solutions, simplement maintenant, il faut que les solutions soient institutionnalisées, qu'on ait la capacité de les faire fonctionner de manière fluide sans surprise et sans souci.

Je vous remercie.

■ Frédéric GERBELOT

Merci Gilles pour cette 1^{ère} intervention qui est limpide. L'avantage avec ce sujet, c'est qu'on peut tous y aller de notre anecdote personnelle puisque l'on a forcément tous un vécu là-dessus et pour partager ma petite expérience de la voix sur WiFi, quand il m'arrive d'utiliser cette solution-là ne serait-ce que pour appeler le Président du Comité national de dialogue de l'ANFr (qui l'utilise de son côté), on préfère basculer sur le réseau mobile classique parce qu'on jette l'éponge à cause de l'instabilité du WiFi qui génère des coupures intempestives. C'est d'autant plus rageant quand on s'appelle pour parler de la moindre acceptabilité sociale de l'implantation des pylônes, que je confirme aussi au passage. On va tendre le micro à Loïc BESNARD pour Cellnex : vous allez pouvoir nous présenter les solutions que vous mettez en œuvre, pas pour répondre aux besoins de M. et Mme Toulemonde dans un 1^{er} temps, mais au moins sur des équipements, des lieux publics assez spécifiques, et on verra dans quelle mesure ça pourrait éventuellement s'étendre à d'autres lieux.

■ Loïc BESNARD

Bonjour à tous, je vous propose une petite introduction rapide : Cellnex est un opérateur d'infrastructures télécom dont le siège est à Barcelone en Espagne, et nous sommes présents aujourd'hui dans 12 pays. Historiquement, Cellnex s'appelait Abertis Telecom et appartenait au concessionnaire routier espagnol. Je dis cela car le modèle financier d'un concessionnaire autoroutier et d'un opérateur d'infrastructures est similaire, puisque nous investissons massivement dans les infrastructures télécom et nous louons le service sur le long terme. On démarre dans les pays en rachetant aux opérateurs leurs infrastructures télécom. Ce que l'on appelle l'infra télécom, c'est l'infra passive donc c'est

le pylône tout simplement et ensuite on signe un engagement avec l'opérateur pour densifier et construire de nouvelles infrastructures sur le territoire. Aujourd'hui, on est présents dans 12 pays, le dernier pays en date c'est la Pologne, un pays intéressant puisque là on a racheté les pylônes et les systèmes antennaires, et sur ce modèle les opérateurs louent la capacité de couverture à Cellnex. Depuis fin 2022, la France est devenue la 1^{ère} filiale du groupe ; ayant démarré historiquement avec Bouygues Telecom en 2016, ensuite on a signé un contrat avec Free mobile et enfin avec SFR. A l'horizon de 2030, on s'est engagé auprès de nos clients opérateurs d'avoir un parc de 137 000 sites sur les 12 pays européens. Donc cette partie accueil sur sites, c'est ce dont je viens de parler avec la partie complètement à gauche, et dans le reste du portfolio Cellnex avec Bouygues Telecom, on a signé un contrat pour le déploiement de plus de 30 000 km de fibre sur le territoire national qui vont être accompagnés de edge data centers, des petits data centers de proximité qui font une taille d'environ 500 m² et qui vont permettre d'accueillir les nouveaux services 5G des opérateurs. On a une activité sur les réseaux privés donc là, l'idée n'est pas de partager une infrastructure mais c'est vraiment d'apporter la connectivité là où elle n'existe pas, et typiquement sur des sites industriels un peu complexes. Donc, au lieu d'utiliser le WiFi qui n'est pas très stable dans ces milieux industriels, proposer de la connectivité 4 ou 5 G sur ces sites. C'est vraiment un marché qui démarre, assez naissant et qui est assez prometteur. Et enfin, ce que l'on appelle les couvertures en zones spéciales, on va retrouver les couvertures indoor dont on va parler aujourd'hui, mais il y a aussi en outdoor des zones non couvertes qui nous intéressent, parce que derrière on va déployer une infrastructure sur laquelle on va accueillir, 2 à 4 opérateurs. En transverse de ce portfolio d'offres de connectivité, on investigate des sujets d'innovation. Quand je vous parlais de edge datacenters, il faut bien les habiller et les équiper. Donc, on travaille sur des solutions de Edge Computing qui vont nous permettre de traiter la donnée au plus proche de l'abonné. Et cela va nous servir dans des services « V2X, » pour les voitures autonomes. On lance des pilotes, on teste les nouvelles technologies de la radio, des équipements radio tels que l'open RAN. On commence par le cloud RAN et on finira par l'open RAN. Et enfin, on s'intéresse beaucoup au segment de marché du ferroviaire. Il y a aussi de gros besoins de connectivité. Alors, l'indoor, dans quel cas Cellnex va se positionner ? C'est clairement quand il y a un besoin de capacité ou de couverture qui n'est pas rendu par les antennes macro des opérateurs. Le scénario

« capacité », on va le trouver dans tout ce qui est Arena, stades, qui va vivre une grosse affluence du public pendant une période limitée. Là clairement, les antennes macro à l'extérieur au stade ne vont pas permettre de supporter le trafic demandé par les visiteurs. Et le scénario « couverture », c'est typiquement quand on rentre dans un tunnel ferroviaire ou routier, les antennes macro extérieures ne pénètrent pas, le signal de ces antennes ne pénètre pas donc il faut déployer ces fameux systèmes dont Gilles vient de parler, des petits systèmes antennaires qui vont diffuser le signal des opérateurs.

Le positionnement de Cellnex est assez simple. Nos clients, ceux sont les foncières parce que on travaille déjà beaucoup avec elles pour installer nos mâts qui vont héberger des antennes opérateurs. Donc, on ne s'intéresse pas aux locataires des immeubles, qui eux sont des clients B2B des opérateurs, mais on s'intéresse aux foncières qui demandent de plus en plus d'avoir une couverture multi opérateurs. Je pense que c'était un peu moins le cas avant le covid, mais depuis le covid, le télétravail, des immeubles qui ne sont pas remplis à 100%, des entreprises qui vont louer 1-2-3 étages et pas forcément 100% de l'immeuble au même locataire. On s'aperçoit que de plus en plus, les immeubles accueillent des entreprises, donc des locataires qui ont tous des abonnements divers et variés auprès des 4 opérateurs. Dans cette configuration, l'idée c'est d'aller proposer un système de diffusion de signal partagé qui va distribuer le signal des 4 opérateurs. Dans notre activité, on démarre à la conception du système en fonction des besoins des clients, en termes de capacité, de nombre d'employés qui vont être dans l'immeuble et jusqu'à l'exploitation du système sur des contrats qui sont calés sur les baux de location dans l'immobilier, donc sur 9-10 ans. Un autre point important, c'est qu'avec notre relation privilégiée avec les opérateurs, on est en mesure aussi d'accompagner les foncières dans les discussions avec les opérateurs. Aujourd'hui, en Europe, sur la couverture indoor, les segments de marché sont les stades, les gratte-ciels, les tunnels, les centres commerciaux, les hôpitaux, les parkings, etc. Et on voit aussi des centres-villes. Il y a un besoin qui démarre tout juste en France en ce qui nous concerne. Mais dans d'autres pays, on a aussi apporté du complément de couverture en outdoor principalement pour répondre à des besoins capacitaires des opérateurs. A Londres, Barcelone ou Milan, nous avons installé ce que l'on appelle des « small Cells », des micro-antennes qui vont être connectées aux cœurs des réseaux des opérateurs et qui vont diffuser le signal des opérateurs en complément des antennes macro en toit-terrasses. Donc, là c'est vraiment

pour répondre en général à un besoin capacitaire, évidemment pas un besoin de couverture parce que le lampadaire est à 8 ou 12 m de haut, donc il va être capable de couvrir une place, une rue, mais pas de couvrir un quartier ou alors il faudra en mettre plusieurs. Ce que l'on appelle « small cell as a Service », est de louer aux opérateurs de la capacité de couverture. Et enfin, je termine avec quelques références emblématiques que l'on peut avoir chez Cellnex en France. La 1^{ère} c'est Paris La Défense où on a déployé justement un système de small cell sur le parvis en 26 GHz, on en parlait tout à l'heure. Ce sont les nouvelles fréquences. Aujourd'hui, on ne sait pas encore ce que l'on va en faire mais elles sont intéressantes car elles apportent beaucoup de capacités, beaucoup de débit, petite couverture mais beaucoup de débit, donc l'idée ça va être de tester des cas d'usage innovants, comme les petits véhicules autonomes sans conducteur et aussi de tester ce que l'on appelle l'antenne partagée multi-opérateurs. 5GMED, c'est un corridor 5G, dans le cadre d'un projet européen où l'idée de l'Europe c'est d'avoir une 5G sans couture aux frontières, une 5G européenne. On a déployé en partenariat avec un opérateur, un corridor 5G sur lequel on va tester des cas d'usage pour le ferroviaire et pour l'automobile et notamment le « V2X » Le dernier grand projet signé par Cellnex est la société du Grand Paris, les nouvelles lignes de métro du Grand Paris pour les lignes 16 et 17 pour déployer la couverture partagée 4G/5G indoor dans les tunnels et les gares de ces 2 lignes. En conclusion, ce qui intéresse Cellnex c'est vraiment l'infrastructure partagée. Pourquoi faut-il la partager ? Parce qu'il y a des contraintes de place, de coût, des solutions qui viennent en complément de la couverture nationale des 4 opérateurs.

Merci.

Frédéric GERBELOT

Merci, on voit effectivement vos secteurs d'application qui restent assez spécifiques, on est loin de répondre à des usages grand public en tous cas pour du résidentiel mais après tout, quand les voyageurs veulent consulter leurs données mobiles ou passer un coup de téléphone dans un tunnel, qu'il s'agisse d'un train ou d'un métro, d'un RER, vous avez des réponses à apporter et, on a bien compris que vous vous situiez en intermédiaire, en « prestataire » pour les autorités organisatrices des transports, les collectivités qui souhaitent pouvoir faire disposer leurs concitoyens du service. On va demander à l'opérateur commercial ce qu'il en pense à l'autre bout de la chaîne.

Hervé de TOURNADRE

Bonjour à tous, je vais effectivement vous parler de couverture mobile indoor. Auparavant, je vais faire un petit passage sur la couverture overlay, la couverture générale du réseau qui, vous le savez maintenant, a changé de standard. Avant, on parlait de « couverture limitée outdoor », maintenant, on parle de « bonne couverture ». Je vais le redéfinir un peu après. Et donc, il y a de nouveaux engagements qui ont été pris à l'occasion notamment du new deal : couverture des axes routiers prioritaires pour 2025, la bonne couverture (99,6%) en 2027 (je vais y revenir), et pour 2031, 99,8% de « bonne » couverture. Donc on le voit, la couverture progresse d'année en année.

La bonne couverture, c'est la capacité à pouvoir passer un appel devant une fenêtre, à condition qu'elle ne soit pas super blindée, comme l'a expliqué Gilles. La très bonne couverture, c'est la capacité à passer un appel plus à l'intérieur d'un logement, d'un bâtiment. Donc, depuis 2018, il y a une progression vraiment très significative de tous ces taux de bonne couverture, et je ne résiste pas au plaisir de vous rappeler que pour la 10^e année consécutive, Bouygues Telecom a été sacré n°2 en qualité de service mobile. On s'en réjouit. C'est le fruit d'un travail intense, d'investissements en capacité et en couverture de toutes les équipes au jour le jour.

La couverture extérieure progresse, néanmoins il reste des difficultés résiduelles. Elles ont été expliquées donc je ne vais pas m'y appesantir ; c'est surtout dans les bâtiments tertiaires avec des façades blindées, dans les bâtiments HQE. C'est vrai que la norme HQE date de fin des années 90. Donc maintenant, on a à peu près 25 ans de constructions de bâtiments neufs et le parc immobilier HQE est très important et à l'intérieur de ces bâtiments, les signaux ont du mal à pénétrer et donc la solution, on l'a dit, c'est d'émettre le signal directement depuis l'intérieur du bâtiment. En la matière, je voulais également rappeler que le régulateur a fixé aux opérateurs de nouvelles obligations, de nouveaux objectifs à l'occasion du new deal notamment :

- La mise en place du service de voix et SMS sur WiFi. On avait l'obligation de la rendre accessible à tous les clients disposant d'un terminal compatible en octobre

2019. Je serai moins négatif que mes petits camarades : nous, on trouve que ça marche plutôt bien. Il faut un terminal 4G. Le parc de terminaux 4G est largement prépondérant en France. Vous savez que la 2G et la 3G vont bientôt s'éteindre, donc ce sont des terminaux qui ne sont plus du tout commercialisés. D'ailleurs, je vois qu'il y a un accès WiFi dans la salle, je vous encourage à faire le test, on verra si ça fonctionne bien ou pas.

- Il y a aussi, l'amélioration de la couverture indoor à la demande des entreprises, des personnes publiques. Ça c'est important. On le faisait, on continue de le faire, ça devient une obligation. Notamment, la nouveauté, c'est quand une entreprise souhaite une couverture à l'intérieur de son bâtiment, s'il la veut multi-opérateurs, alors les opérateurs ont l'obligation de venir s'y connecter (moyennant finance). A condition bien sûr que l'infrastructure déployée le permette. Aujourd'hui, c'est surtout avec l'infrastructure DAS, qui est une infrastructure assez riche, assez lourde. Les autres technologies déployées ne permettent en général pas de faire des couvertures multi-opérateurs. Mais je vais y revenir après.
- Et puis, l'AUF 3,5 GHZ nous oblige à faire droit aux demandes de raccordements sur des DAS installés par un intégrateur, sous réserve que l'installation respecte un cahier des charges qui a été défini par les opérateurs. Ce cahier des charges est opérationnel et fonctionne aujourd'hui.

Je vais peut-être passer un peu plus de temps sur les offres de voix DATA indoor de Bouygues Telecom. Elles sont numérotées sur la slide de 1 à 6. À gauche, les petites solutions, légères, qui sont adaptées aux petites entreprises. Plus on progresse vers la droite du slide, plus la taille des bâtiments devient importante, les surfaces également et les solutions proposées plus appropriées à des sites de plus grandes dimensions. Tout à droite de la slide, vous retrouvez la solution n°6, le WiFi. Je n'y reviens pas, on l'a expliqué. Vous avez les solutions mono et multi-opérateurs. On a beaucoup de solutions mono-opérateur mais adaptées plutôt à des sites de tailles réduites. Nous ne disposons que d'une seule réelle solution multi-opérateurs - le DAS - plus bien entendu la voix sur WiFi et la DATA sur WiFi qu'il ne faut pas oublier. En termes de délais d'installation, c'est jusqu'à 4 mois pour les 1ères solutions, les plus légères, et jusqu'à 4 à 12 mois d'installation pour les plus lourdes notamment le DAS, pour laquelle il y a beaucoup d'études à faire.

Je vais simplement faire un petit focus sur le Cel-Fi Pro qui est la solution n°1, 3G-4G, puis sur le répéteur RF supervisé par Bouygues Telecom, la solution 4. Le DAS ensuite. Auparavant, une grille tarifaire pour vous donner une idée. Donc, le Cel-Fi Pro c'est très accessible pour les entreprises, on commence à partir de 10 €/mois d'abonnement. Le Cel-Fi Quatra qui est un peu plus lourd, qui a plus de matériel et qui permet de faire des choses plus grandes, c'est un petit peu plus élevé. La Picocell aussi. Le répéteur, c'est vraiment sur devis car il faut faire des études spécifiques. Et puis le DAS également, je pourrai vous donner des ordres de grandeur de prix. Et puis, la voix sur WiFi, c'est inclus dans le forfait de l'opérateur. Donc, dès lors que l'infrastructure est existante, il n'y a rien à faire, l'offre est disponible.

Donc, 1^{ère} solution, le WiFi, on en a parlé. On estime que ça fonctionne plutôt bien. C'est une solution vraiment low-cost, dès lors que l'installation existe dans l'entreprise, elle peut être activée très facilement. Il n'y a pas besoin d'une application. Justement, le new deal a fait en sorte que les opérateurs le pré-installent sur tous les terminaux 4G compatibles, et donc ça marche plutôt bien. Une installation WiFi si elle n'existe pas, ça a un certain coût, mais inférieur à 10€/m².

Le Cel-Fi Pro, c'est pour les petites entreprises. Il y a 2 boîtiers : le 1^{er} boîtier qui se place proche d'une ouverture, d'une fenêtre où on détecte qu'il y a un signal résiduel. Ensuite ce signal via WiFi est transmis à un 2^e boîtier qu'on place à l'intérieur du bâtiment qui lui va répéter le signal. C'est une solution qui est proposée par Bouygues Telecom. On accompagne nos clients, on se déplace sur le lieu, on choisit l'ouverture la plus propice à l'installation de ce système, on l'installe et ça marche assez bien, assez rapidement.

L'autre solution, le répéteur RF est un peu plus élaborée. Il faut installer une antenne en toiture à l'extérieur. Ça demande une installation un peu plus lourde. Il faut aussi déterminer quelle est la cellule serveuse de ce répéteur, il faut connaître la topologie du réseau de l'opérateur. C'est une solution qui reste mono-opérateur dans la plupart des cas. On peut la déployer en multi-opérateurs, mais à condition d'être sous la couverture d'un site RAN sharing à 4, donc plutôt dans les zones rurales où on a du RAN sharing à 4 on peut effectivement déployer cette solution. Pour que le système fonctionne en multi opérateur il faudrait qu'il puisse capter simultanément et correctement les signaux des quatre opérateurs, ce qui n'est jamais le cas à partir d'une seule antenne en raison de maillages réseau différents entre les quatre opérateurs. L'antenne de réception du

système ne pouvant pas s'orienter simultanément dans quatre directions différentes pour capter chacun des quatre réseaux. En fait pour y arriver, il faudrait déployer 4 antennes, orientée chacune à chacun des quatre réseaux, ce qui reviendrait à déployer 4 dispositifs côte à côte. Et c'est pour ça que ça reste majoritairement une solution mono opérateur. Mais vous voyez, le prix d'accès est quand même accessible : c'est à partir de 300€/mois pour une entreprise. C'est une solution aussi qui est assez intéressante avec des structures de bâtiments un peu plus importantes que celles que j'avais exposées juste avant.

Le DAS, c'est une infrastructure beaucoup plus lourde. Vous avez sur la droite tout le réseau d'infrastructures antennaires qui diffuse le signal, avec des répéteurs optiques ; vous avez au milieu le traitement du signal, les baies opérateurs qui sont apportées par les opérateurs, et ensuite un lien de transmission pour connecter le signal aux réseaux des opérateurs. Une infrastructure comme celle-ci, la partie passive à droite c'est de l'ordre de 10 à 15€/m², ça dépend si c'est un entrepôt, si c'est une entreprise, des plateaux de bureaux, il faut compter à peu près ça, donc c'est quand même un certain coût. Le traitement du signal par opérateur, c'est entre 50 et 100 000 €, ça dépend de la capacité qu'on veut installer, du nombre de collaborateurs à desservir sur le site. Ça commence à peu près à 45-50 000 €. Donc, si on veut les 4 opérateurs, il faut effectivement multiplier ce prix par le nombre d'opérateurs et ensuite il faut louer un lien de transmission. Parce que, on ne répète pas un signal venant de l'extérieur dans cette solution, c'est comme une extension du réseau de l'opérateur, c'est comme un site over lay de l'opérateur qui est présent dans l'entreprise. Et donc le lien de transmission, c'est de l'ordre de 2 500 € + la maintenance, le récurrent/mois. Ce sont des solutions adaptées à des bâtiments de grandes tailles.

Voici maintenant pour simplifier les différents modèles de commercialisation, on a les couvertures privées en haut, c'est ce que je viens d'exposer. On a un grand nombre de solutions qui fonctionnent. Elles ne sont pas toutes multi-opérateurs. Ces solutions de couverture privée sont financées par le client demandeur. À la demande d'un client, on vient développer une solution qui améliore la couverture à l'intérieur de son bâtiment. En général, c'est déployé par un opérateur. Ça peut l'être aussi dans le cadre du DAS, la partie passive pouvant être déployée par un intégrateur. Et si la couverture multi-opérateurs est

demandée dans le cadre d'une solution DAS, effectivement, les opérateurs ont l'obligation de venir s'y raccorder.

Il y a ensuite les extensions de couverture publique, ce qu'a exposées Cellnex (aéroports, zones à fort trafic, gares etc.). Là en fait ce sont des solutions DAS quasi exclusivement, parce qu'il s'agit de très gros sites. En général, c'est financé par les opérateurs mais pas que, parce que, bon, il y a aussi un intérêt bien compris du propriétaire des murs qui peut aussi avoir intérêt à faire en sorte que le public qui va transiter à travers son site, ait une bonne réception, donc il peut contribuer à une partie du financement. C'est déployé historiquement par un opérateur leader en partage avec les autres. Maintenant, on voit des évolutions de modèle, on voit d'autres acteurs comme Cellnex arriver sur le marché et jouer le rôle d'intégrateur. Il n'y a pas d'obligation pour l'opérateur de venir se raccorder à ces infrastructures. Il faut bien comprendre que ces couvertures représentent un coût supplémentaire pour l'opérateur, il n'y a pas de revenu additionnel (on ne va pas augmenter le prix des forfaits parce qu'on couvre une gare en plus ou un stade) donc voilà, il faut que ça se fasse dans des conditions d'accès optimales, et selon des modalités tarifaires qui soient raisonnables pour que tout le monde y trouve son compte et que l'on puisse développer ce genre de projets, que l'on ne perde pas de temps, que les négociations aillent vite et qu'on puisse développer cette couverture.

Pour la partie privative, effectivement, on a toute une équipe au service des entreprises de votre territoire, pour les accompagner au quotidien, répondre à leurs demandes. Ça se fait par prise de rendez-vous, on vient sur place, on audite, on fait une proposition, ensuite il y a un temps de déploiement, ensuite d'exploitation. On cherche à apporter la meilleure solution, celle qui convient le mieux à l'entreprise en fonction de son environnement. Quand il s'agit d'un DAS déployé par l'opérateur Bouygues Telecom, il y a la supervision 24h/24h, 7jour/7. C'est comme une extension de notre réseau. On apporte l'expertise, en général on a un taux de satisfaction qui est assez élevé, un taux de transformation qui est aussi assez élevé en fait. Quand on vient avec des solutions relativement bien adaptées, finalement les entreprises souscrivent assez bien à ce qu'on leur propose et on a beaucoup de clients. Je vous remercie de votre attention.

■ Frédéric GERBELOT

Merci à vous 3 pour ces premières présentations qui étaient très complètes. Je vois qu'on est largement dans les temps pour pouvoir prendre des questions dans la salle, et également ouvrir la discussion entre vous. Alors, avant de relayer les questions qui ont été posées sur le salon virtuel, je voudrais rebondir sur ce qu'avait évoqué tout à l'heure Gilles BRÉGANT qui rappelait que l'ANFr n'est pas en charge des questions de couverture, mais simplement des incidences que ça peut avoir sur l'exploitation des fréquences : on peut peut-être rappeler très rapidement le cadre réglementaire de l'ARCEP, qui travaille toujours sur des cartes de couverture extérieure qui sont simulées par les opérateurs, qui font l'objet de campagnes de vérification certes, mais c'est bien sur la base de ces cartes simulées que l'ARCEP va appliquer un affaiblissement de 10 db qui lui aussi est simulé, ce qui explique les écarts entre les cartes qui sont disponibles et l'expérience utilisateur dans les locaux.

■ Gilles BRÉGANT

L'ARCEP a mis en place un système de contrôle de la couverture avec une continuité de plusieurs années en réalité, puisque c'est ce que décrit Frédéric. Effectivement, les cartes de couverture sont fournies par les opérateurs. Ces cartes de couverture sont des cartes simulées, chaque opérateur a son algorithme de simulation, donc elles ne sont pas nécessairement identiques, chaque opérateur a sa recette. Et ensuite, il y a un test scientifique qui est fait sur le terrain par des mesures qui sont en fait demandées par l'ARCEP et que les opérateurs financent. Donc, ça donne une indication de la couverture. Donc dans les faits c'est l'ARCEP qui pourra le mieux en parler. De notre côté, on ne fait pas de couverture, on fait simplement de l'exposition. Il faut savoir que les cartes de couverture des opérateurs sont en fait des cartes de simulation d'exposition. Parce qu'en fait, c'est des cartes qui donnent des seuils de volts par mètre qui permettent de savoir qu'on va capter, ce qui revient à des cartes d'exposition. Donc oui, probablement, il y aura des points communs entre notre carte sur l'exposition dans tous les lieux de France et les cartes de couverture, nous verrons le moment venu, mais en tous cas, la couverture ça implique aussi d'avoir des informations sur la capacité finalement de chaque antenne en termes de gestion du trafic. C'est ça aussi la qualité de service, et c'est ça qu'on voit à

travers le test de bout en bout en faisant des mesures sur place. Donc, la couverture indoor c'est un peu le continent noir, c'est très compliqué puisque qu'effectivement savoir quel est le niveau indoor dans un bâtiment, ça suppose de connaître la composition physique du bâtiment, ça suppose de connaître beaucoup de choses, c'est à peu près comme tenter de savoir quel est l'éclairage d'un point de vue architecture dans chaque bâtiment, ça suppose de connaître beaucoup de choses en fait. C'est quelque chose qui est inaccessible au niveau national, ça peut être en revanche accessible en simulation peut-être par le gestionnaire du bâtiment à condition d'avoir une aide assez précise de l'architecte mais c'est un travail de dentellière et donc, on ne peut pas faire d'expositions indoor précises autrement que par une atténuation de base. Mais dans les faits, on peut quand même faire des mesures de champs ; je rappelle que l'Agence des Fréquences est capable de vous financer des mesures de champs gratuitement. On vous envoie un prestataire qui fait une mesure accréditée, et on poste la mesure de champs sur « cartoradio ». Donc, ça ne donne pas la couverture mais ça donne le champ, les deux sont liés.

■ Frédéric GERBELOT

Et c'est effectivement un 1^{er} niveau d'information, parce que s'il n'y a pas de champ, il n'y a pas de qualité de service derrière. Pour continuer sur le cadre réglementaire, et là je me tourne vers Hervé de TOURNADRE. Quand on a sollicité Bouygues Telecom pour intervenir à cette table ronde, vous avez été missionné en tant que Directeur des affaires réglementaires. Alors, je me demandais : est-ce que c'est révélateur des marges de progression que l'on peut avoir côté régulation, côté normes, côté réglementation ? Pour parler de solutions technologiques proposées aux clients, on aurait pu envoyer quelqu'un d'un profil davantage commercial ou un technicien et là, vous intervenez en tant que Directeur des affaires réglementaires. Donc, est-ce qu'il y a des choses qui pourraient être améliorées du côté de la réglementation pour faciliter l'accès du service en indoor ?

■ Hervé de TOURNADRE

D'un point de vue réglementaire, je pense que l'on est allés pas mal au bout de la question avec toutes les obligations que je vous ai rappelées : obligation de se raccorder, de définir un cahier des charges, notamment pour les DAS, voilà je pense que l'on est allés assez

loin, que faire de plus d'un point de vue réglementaire ? Laissons le soin à l'ARCEP d'imaginer des choses. Un opérateur est au service de ses clients, donc il propose des solutions, il n'attend pas la réglementation, les obligations pour agir. L'opérateur essaie de comprendre les besoins de ses clients, il va vers ses clients, il leur propose des solutions. C'est ce que l'on a tâché de faire à travers cette présentation, de présenter notre panel d'offres. La réglementation et les obligations c'est une chose. Après, il y a la raison d'être de l'industriel qui est de répondre à des besoins. Donc, nous répondons à des besoins et je pense que l'objectif de la présentation c'était de vous exposer ça.

■ Frédéric GERBELOT

Effectivement, et vous avez montré aussi dans la présentation qu'il y avait des offres de répéteurs supervisés qui étaient à votre catalogue donc, en ce sens, ça répond à la toute 1^{ère} question qui avait été posée chronologiquement mais qui a été le plus relayée aussi derrière. Cela dit, est-ce que vous avez une idée du nombre de répéteurs que vous autorisez chaque année ?

■ Hervé de TOURNADRE

Alors, présentement je n'ai pas de chiffres en tête. On a un parc de répéteurs, dont je ne saurais vous dire le nombre précisément. Je pense que c'est une solution utilisée par un certain nombre de nos clients. C'est une solution effectivement qui est un peu plus lourde, il faut installer une antenne etc. c'est une solution qui peut être développée sans aucun problème. Ce qu'il faut c'est qu'elle soit gérée, supervisée par l'opérateur. Effectivement, il y a la question du plan de fréquences, la topologie du réseau peut aussi bouger. On a des sites qu'on perd, qu'on remplace. Donc, le maillage de l'opérateur bouge. Effectivement, il est important que les solutions soient intégrées dans une offre opérateur pour pouvoir les superviser et les maintenir au jour le jour.

■ Frédéric GERBELOT

Une autre question ou suggestion : pourquoi les répéteurs n'ont-ils pas de protocole de mise à jour de la bande de fréquence automatique ? un peu comme ça se fait avec le protocole ISSAMP des routeurs informatiques.

Je ne peux pas forcément répondre à cette question qui est précise, mais je pense que ça ne fonctionne pas de la même manière. Il faut voir que dans le schéma aujourd'hui, les opérateurs sont très régulés, Hervé pourra en témoigner. Mais, nous au point de vue fréquentiel on considère qu'ils ne le sont pas tellement en fait. C'est un peu provocateur, mais en pratique les opérateurs sont très régulés au sens où ils ont effectivement la possibilité d'utiliser des bandes de fréquence avec des licences qui sont très complètes. Mais, d'un point de vue strictement « Agence des Fréquences », si l'opérateur peut utiliser la bande 700, la bande 900, la bande 3 500 etc, il va avoir un bloc de fréquences qui va être attribué dans chaque gamme de fréquences (par exemple, Bouygues Telecom, Orange, etc). Mais on n'a pas la vision précise des fréquences identifiées dans le bloc, qui vont être utilisées par l'opérateur qui se trouve à Montbrison, place de la mairie à tel endroit. On ne connaît pas, on sait simplement qu'il va utiliser les fréquences de Bouygues Telecom. Mais, on ne sait pas lesquelles. Et donc, effectivement, il n'y a pas d'obligation pour l'opérateur de déclarer à l'Agence des Fréquences que tel émetteur, par exemple au-dessus de l'Institut Pasteur à Paris, va utiliser telle porteuse dans les blocs de fréquences de Bouygues Telecom. Et ça, c'est un peu un problème car tant qu'on ne connaît pas quelles sont les porteuses utilisées pour émettre et pour recevoir dans l'antenne relais, eh bien finalement, on ne peut pas régler le répéteur puisque le répéteur, lui, va devoir suivre tant bien que mal en analysant régulièrement toutes les 30 secondes les porteuses qui sont utilisées pour savoir lesquelles sont pertinentes ou pas, et pour lui, c'est très compliqué. Ça renchérit considérablement l'appareil et cette intelligence-là, je ne suis pas certain qu'il soit capable de la déployer dans ce genre d'appareil. Les systèmes qui sont intelligents et qui détectent automatiquement les fréquences autour, ça ne marche presque jamais, en fait. Ça fait partie des brouillages qu'on voit passer régulièrement. Donc, ce système-là, non. Le système le plus simple consisterait à ce que les opérateurs mobile déclarent le plan de fréquences, site par site, fréquence par fréquence. Et quand ils le changent, ils fassent une circulaire en expliquant pourquoi ils l'ont changé puisque ce n'est pas si fréquent que ça. Mais, ça ce n'est pas prévu par la licence.

■ Hervé de TOURNADRE

On ne va pas faire de système trop rigide non plus, il faut laisser beaucoup de souplesse aux opérateurs. La qualité d'un réseau, c'est un réglage constant, et c'est vrai que l'on peut être amené à changer des plans de fréquence. Il faut savoir que les technologies maintenant, 3G, 4G, 5G, plus on progresse dans les technologies, plus elles sont sensibles aux interférences, plus elles ont besoin de fréquences qui soient propres. Et donc, on peut être amené à faire des changements de plans de fréquences justement pour trouver un plan de fréquences qui soit plus propre, c'est important pour la qualité de services. Il ne faut pas perdre de vue que les trafics augmentent de manière très importante, les réseaux se chargent et on a vraiment besoin d'optimiser notre qualité de service et ce n'est pas un paramétrage qui est mis une fois pour toute, une année n et qui n'est jamais revu au bout de 4 ou 5 ans. C'est en permanence qu'on optimise et qu'on ajuste le paramétrage des réseaux. Mais, effectivement la question que tu soulèves mérite d'être posée, d'être étudiée.

■ Gilles BRÉGANT

Je ne pense pas qu'il soit utile de trop approfondir, mais d'une certaine manière tout le monde gère ses plans de fréquences et tout le monde optimise ses plans de fréquences avec une constante de temps qui n'est pas forcément la même bien sûr. Mais les radars météo changent de porteuses, les émetteurs de TNT changent de porteuses et quand il y a ces changements, l'Agence des Fréquences est notifiée. Pour les opérateurs, il y a un ordre de grandeur qui est plus grand puisqu'on est à 65 000 relais (au lieu d'en avoir 1 200 en télé, par exemple). Donc effectivement, c'est un peu plus compliqué en théorie de dire qu'à un instant T , on a changé telle porteuse à tel endroit, mais informatiquement, c'est pas du tout insurmontable et à partir du moment où il y a un système d'information qui permet de savoir quelles sont les porteuses utilisées par tel émetteur, ce n'est pas très compliqué de les propager aux gens que cela intéresserait. Aujourd'hui, on a un problème qui est que les plans de fréquences locaux des relais mobiles sont variables au gré des opérateurs, et du coup il n'y a que les opérateurs qui peuvent superviser les répéteurs. Ce qui est un peu dommage, car il y a une activité d'installation de répéteurs qui est plutôt malheureusement prospère. Il y a pas mal d'installateurs qui savent installer un répéteur ;

un installateur qui sait installer un répéteur, ce n'est pas non plus « rocket science » ça s'installe assez facilement, c'est d'ailleurs pour ça qu'on en trouve partout et à partir du moment où on sait installer un répéteur, on sait aussi a priori le paramétrer, il suffit de savoir sur quelle porteuse on le paramètre, ça peut aussi se faire par la logistique qui gère le répéteur dans le bâtiment. Le tout, c'est de savoir sur quelle fréquence on les règle. Ça c'est quelque chose qui peut être fait par n'importe qui, et je ne vois pas en quoi ça nécessite que ce soit forcément l'opérateur qui ait la main là-dessus, globalement, c'est quelque chose que l'on peut déléguer. Donc, si l'opérateur nous dit sur quelle fréquence il met ses relais puissants, ou ses relais déclarés, eh bien dans ce cas-là, après il peut y avoir une autonomie assez forte dans l'installateur du répéteur pour prendre ses responsabilités, car il sait très bien que s'il ne les prend pas, il va être convoqué au Tribunal pour une peine pénale. Donc, il faut aujourd'hui que l'on sorte d'un système qui n'est pas aujourd'hui complètement optimisé.

■ Frédéric GERBELOT

Effectivement, on ressent les attentes qui s'expriment dans les questions qui sont posées, pour pouvoir accéder à des solutions qui soient efficaces d'un point de vue technique et raisonnables en termes de coût. C'est pour cela que je posais la question du volume de répéteurs qui est autorisé, car c'est une solution qui est relativement accessible. Vous évoquez aussi la solution DAS comme étant une solution riche. Certaines mauvaises langues seraient tentées de préciser que c'est une solution de riches, vu les tarifs qui sont appliqués. Je vois des têtes qui opinent du chef, qui ont l'air de confirmer ce propos-là, ce sont effectivement des solutions qui ne sont pas accessibles au grand public. Et parmi les autres suggestions d'évolution de la réglementation, on demande « à quand une obligation aux opérateurs mobile de se raccorder à des offres de « BTS hôtel », qui pourraient aussi servir pour des EPHAD, des résidences universitaires, et autres solutions d'hébergement de ce type ?

■ Hervé de TOURNADRE

Question à poser au régulateur... On a déjà l'obligation de se raccorder à des DAS pré-installés. La réponse, on l'a déjà en fait... sous réserve effectivement, que l'installation de l'infrastructure réponde à un cahier des charges pour assurer la qualité. Il ne s'agit pas

non plus de se raccorder à n'importe quelle installation avec peu de qualité parce qu'après, ce sont nos clients et ils vont revenir nous voir pour nous expliquer que ça ne marche pas...

■ **Loïc BESNARD**

Peut-être pour compléter sur cette approche : effectivement, un système DAS ce n'est pas forcément « designé » pour couvrir un bâtiment qui va faire 1 000 m². Donc, il faut être sur des bâtiments un peu « premium » et la solution du « BTS hôtel » sur laquelle on travaille côté Cellnex, et on en a déjà discuté avec Bouygues Telecom. L'idée derrière c'est de remonter au maximum dans les couches d'équipements partageables pour pouvoir baisser le coût au final qui va être imputé au client final, qui sera le locataire. Encore une fois, l'idée c'est de remonter au maximum dans les couches de ce que l'on peut partager. Je voyais qu'il y avait aussi des questions sur du RAN-sharing sur un DAS. Ça c'est un sujet sur lequel on avait travaillé pour le Grand Paris qui, pour des raisons x ou y n'a pu être mis en œuvre, mais l'idée typiquement d'un RAN-sharing ça va être de diminuer (c'est exactement ce que l'on fait sur le parvis de la Défense) les consommations d'énergie, la dissipation énergétique dans des locaux qui sont contraints à fermer, pour une approche un peu « green » pour mettre à disposition un système de diffusion partagé au maximum multi-opérateurs. Donc, le « BTS hôtel », on commence à s'y réfléchir, on en a déjà eus qui ont été déployés en France, pas beaucoup mais un peu, on pense que ça peut être un scénario technico-financier intéressant.

■ **Frédéric GERBELOT**

Merci, je vais procéder à un petit tour d'horizon dans la salle. Y-a-t-il des demandes d'observation, de questions ?

■ **Marie-Christine SERVANT, Société du Grand Paris**

Quand vous disiez qu'il est fait obligation aux opérateurs licenciés de se raccorder sur un DAS, quand il y a un système de DAS qui est mis en place dans une entreprise, j'ai un vague souvenir que même après 2020, ces systèmes de raccordements des opérateurs

licenciés n'étaient pas gratuits. C'est-à-dire que les entreprises devaient payer. Je me trompe ?

■ Hervé de TOURNADRE

Vous ne vous trompez pas du tout. Ce sont des couvertures privatives qui sont assurées par le demandeur, parce que c'est une couverture qui ne concerne que ses besoins propres, ce n'est pas une couverture publique. Donc, effectivement, on a l'obligation de s'y raccorder mais moyennant finances, je suis d'accord. C'est uniquement dans les cas d'extension de couverture publique, des grands sites à fort trafic, des gares etc, où là, c'est financé par l'opérateur. Une entreprise c'est un site privé, donc le renforcement de la couverture est assuré par le propriétaire, par l'entreprise.

■ Frédéric CHAILLAN (Grand Paris Sud)

Je rebondis sur la question qui vient d'être posée : on a exactement ce problème de DAS actuellement et de RAN-sharing, qui n'existe pas, avec des tarifs qui sont excessivement chers pour respecter une égalité de traitement entre les opérateurs. Puisqu'on est une puissance publique, quand on fait un équipement public et qu'on fait un choix, on doit faire le choix des 4 opérateurs sinon on fait une discrimination, je crois que c'est comme cela qu'il faut l'interpréter. Donc, ça nous oblige finalement à payer 4 fois. Et c'est pour ça que j'entends qu'il y a des choses qui ont été faites sur certains métros. Qu'est-ce que vous considérez comme équipements publics ? J'ai entendu aéroport, gare, fort trafic, est ce qu'un équipement public qui reçoit du public et qui est financé par la puissance publique devrait pouvoir avoir ce financement des opérateurs pour venir délivrer un service à l'intérieur d'un équipement ?

■ Hervé de TOURNADRE

Ce que l'on entend par extension de couverture historiquement, c'est tous les stades, les métros, les gares, les centres commerciaux aussi, effectivement, là on vient installer. Partout en fait où il y a nos clients, et où nous on voit aussi un intérêt à être présent dans ces sites pour améliorer le service de nos clients. Au sein d'une entreprise, c'est différent, c'est une propriété privée, c'est un cercle fermé d'utilisateurs, donc là c'est de la responsabilité de l'entreprise. Dès lors que c'est un trafic avec du public, que l'opérateur

y voit un intérêt pour ses clients, effectivement il vient. Alors, aujourd'hui c'est sur des systèmes un petit peu lourds mais c'est la dimension des sites qui veut ça. Il faut tirer des fibres optiques, tirer les antennes partout. C'est quand même des travaux assez lourds avec un certain coût. Il faut des capacités, il y a beaucoup de trafic, de clients, donc nous opérateurs quand on vient se connecter sur ces sites, il faut que l'on installe des baies qui sont robustes, qui tiennent la charge, qui sont supervisables. Ça a un coût certes, mais en rapport avec le service qui est rendu.

Frédéric GERBELOT

Pour le coût des solutions auprès des utilisateurs finaux comme sur l'apparition de nouveaux marchés, la question du partage de la valeur émerge, et on y verra sans doute beaucoup plus clair dans les prochains mois.

Je vois qu'il est déjà 10h17, on va procéder à un ultime tour d'horizon en s'excusant auprès de celles et ceux qui auront posé des questions, mais je crois que pour l'essentiel, les réponses auront été fournies pendant les interventions des uns et des autres. Je vais remercier à nouveau nos 3 intervenants pour la clarté de leurs propos, je vous remercie également tous collectivement pour votre attention et je vais vous demander de rester dans la salle, étant donné que l'on va poursuivre avec une intervention d'un représentant de l'Institut géographique national (IGN) sur laquelle mon collègue Luc DERRIANO va vous en dire un peu plus.