

5G et Fibre : où en sommes-nous et où allons-nous ?

Depuis plusieurs années, le secteur des télécommunications parle de la 5G. Elle est entrée dans le vocabulaire courant avec les stratégies marketing des opérateurs envers les innovateurs et adopteurs précoces. Au-delà des publicités, que signifie réellement la 5G ?

Oui, la 5G est de la 4G plus rapide et plus encore. La 5G est synonyme d'une couverture plus large, de meilleure fiabilité, de temps de réponse plus rapide (latence plus faible) et de connexion potentielle de milliards d'équipements, dont la plupart ne seront pas des téléphones mobiles. Ce n'est que lorsque tous ces attributs seront réunis que nous pourrons vraiment réaliser toutes les promesses des objets connectés (IoT) et du monde futuriste des applications « smart ».

Les lancements commerciaux de la 5G représentent aujourd'hui les premières étapes d'un déploiement plus large et n'exploitent pas toutes les capacités de la technologie. Autrement dit : les services 5G actuels utilisent les bandes de fréquences inférieures de la 5G.

Ces fréquences inférieures sont plus résistantes ce qui a permis aux opérateurs de lancer ces services en grande partie grâce aux macro-cellules existantes construites pour les services 3G et 4G. Les aspects les plus révolutionnaires de la capacité 5G nécessiteront des fréquences plus élevées. Or, les lois de la physique nous montrent que ces signaux sont plus fragiles et nécessiteront donc beaucoup plus d'antennes que ce que les sites actuels de macro-cellules peuvent prendre en charge. Cette technologie aura donc besoin d'une capacité en bande passante que seule la fibre optique peut fournir.

Densification du réseau

Une des façons d'augmenter la couverture/la capacité de la bande passante d'un réseau mobile est de la « densifier » en ajoutant des secteurs, ce qui signifie déployer davantage de macro-cellules. De cette façon, le nombre d'abonnés se connectant à une cellule donnée et partageant la bande passante disponible est réduit, de sorte qu'une plus grande largeur de bande par cellule puisse être allouée à chaque abonné. Toutefois, la réduction de la distance entre les sites dans la couche macro est un défi car il est difficile de trouver de nouveaux sites de macro-cellules et cela peut être coûteux, en particulier dans les environnements urbains.

Les bandes de fréquences étant [vendues aux enchères aux opérateurs](#) par les régulateurs nationaux et le coût des licences pouvant se chiffrer en milliards, la réutilisation des fréquences est une nécessité. Cela peut être facilité par des cellules de faible puissance conçues pour couvrir de petites zones. Ces versions à faible puissance des microcellules sont appelées petites cellules (*small cells*) et, combinées, elles peuvent favoriser une utilisation plus efficace du spectre radioélectrique.

La densification des macro-cellules sera nécessaire dans les pays où les signaux 3G et la 4G sont faibles afin d'atteindre les objectifs de couverture et de bande passante de la 5G.

Dans les autres cas où la densité des cellules avant le déploiement de la 5G est déjà satisfaisante, les opérateurs de téléphonie mobile n'auront qu'à ajouter les nouvelles radios/signaux 5G aux sites

existants. Cela est particulièrement vrai si la 5G est mise en œuvre dans la bande Sub 6GHz où les technologies 3G et 4G fonctionnent également et où la couverture est donc assez similaire.

De plus, la technologie 5G fonctionnera à des fréquences plus élevées dans la bande des ondes millimétriques. Avec ces fréquences plus élevées, le spectre est entièrement disponible, ce qui permet plus de bande passante, des taux de pointe plus élevés et des antennes à facteur de forme beaucoup plus petites. La couverture à ces fréquences plus élevées est plus courte, mais on s'attend à ce que le MIMO massif et des antennes formant des faisceaux radios aident les opérateurs de téléphonie mobile à surmonter ce problème qui, autrement, obligerait à une densification accrue des cellules.

Ainsi, la densification est définie comme le déploiement de nouveaux sites cellulaires inter-distants plus petits afin de fournir la 5G qui sera nécessaire pour apporter une couverture au niveau escompté dans les pays ayant une faible couverture 3G et 4G, tandis que les pays ayant une bonne densité cellulaire pourront réutiliser une grande partie de l'infrastructure cellulaire existante.

Chaque nouveau site mobile nécessitant données et énergie, ce facteur de connectivité représente le coût le plus élevé dans la densification du réseau. Il est donc primordial que les opérateurs évitent cet investissement jusqu'à ce que la nature des services fournis sur le réseau 5G l'exige, c'est-à-dire la fiabilité de la couverture et la latence en plus de l'exigence première de bande passante.

Les défis de la connectivité optique

La seule façon de fournir la capacité du réseau d'accès radio (RAN) densifié nécessaire pour la 5G sera par fibre optique, vu la quantité de données qui devront être transportées sur le réseau. Le cliché de la « capacité illimitée » a été associé à la fibre optique depuis les premiers déploiements commerciaux dans les années 70, et il reste vrai qu'aucune autre technologie ne peut remettre en cause la fibre, et c'est pourquoi le rôle de la fibre dans la 5G sera crucial.

Mais comment le RAN 5G influence-t-il les câbles optiques et la connectique utilisés dans les réseaux par rapport à d'autres réseaux optiques, y compris le FTTH ?

Étonnamment, son influence n'est pas très grande sur la fonctionnalité des composants de bout en bout, par contre la recherche d'une meilleure fiabilité, flexibilité et rentabilité est plus prononcée.

▪ Câble optique

Les chemins de câbles pour les déploiements de RAN 5G seront très similaires à ceux utilisés pour les déploiements traditionnels de réseaux fixes de télécommunications, c'est-à-dire principalement des conduites traditionnelles et en chambres ou des chemins aériens sur des poteaux. Les progrès de la technologie du câble optique qui ont été exploités par les opérateurs de réseau fixe seront utiles aux opérateurs de téléphonie mobile – qui, dans de nombreux cas, deviennent de toute façon des opérateurs de réseau fixe, et vice versa.

Par exemple, si une nouvelle tranchée doit être creusée, il est fort probable que des micro-conduites seront installées. Des câbles miniaturisés optimisés pour le soufflage sont utilisés pour

maximiser l'utilisation de l'espace dans les conduites existantes. La création de la tranchée est l'étape la plus coûteuse, tout ce qui peut réduire cette part aura donc un impact positif. Cela peut paraître étonnant, mais cela commence par la fibre elle-même. Plus la fibre est petite, plus les câbles de fibre le sont aussi, ce qui permet d'obtenir des câbles de plus petits formats qui s'insèrent dans des micro-conduites moins grandes, donnant des conduites plus petites. La réduction du diamètre des fibres de 250 μ à 200 μ ainsi que d'autres innovations dans le traitement des câbles permettent par exemple de regrouper 144 fibres dans un câble de seulement 6,3 mm de diamètre extérieur pouvant être jusqu'à 60 % plus petit et 70 % plus léger que les câbles classiques.

▪ Composants de connectivité optique

Les défis du RAN 5G sont similaires à ceux de tout autre réseau optique externe en termes d'environnement et de méthodes de déploiement. Une grande partie des fonctionnalités des solutions de connectivité développées pour les réseaux d'accès optiques s'appliquent à la 5G. Il existe cependant quelques différences. Par exemple, la connectivité du Central Office sera davantage sollicitée pour gérer la gamme de plus en plus diversifiée d'équipements de transmission qui seront déployés. Cela sera exacerbé par l'avènement des réseaux convergents qui seront plus nombreux par la suite. Afin de relever ces défis, il est nécessaire d'augmenter la densité des ports et d'améliorer les capacités d'utilisation ainsi que l'extensibilité – et ce, afin d'accroître la capacité d'héberger notamment des composants optiques WDM.

Un autre aspect qui différencie les infrastructures RAN 5G est la nécessité de fournir de l'énergie aux appareils sans fil. C'est pourquoi les équipes de recherche et développement s'efforcent de développer des solutions hybrides capables d'intégrer la fibre optique et la connectivité électrique au sein d'un même ensemble.

Cependant, un objectif premier unit tous les réseaux optiques : réduire les coûts d'installation. Ce défi a été relevé avec succès dans les réseaux FTTH en déployant des solutions pré-connectorisées.

Enfin, la fiabilité des réseaux optiques est désormais quasiment considérée comme acquise, mais la barre sera de nouveau élevée en raison des applications critiques en matière de sécurité qui fonctionneront sur les réseaux 5G. Il est donc encore important de sélectionner des matériaux qui sont conformes aux normes les plus rigoureuses de l'UIT, de la CEI et de Telcordia.

En résumé, un bon nombre des défis déjà rencontrés dans les réseaux optiques extérieurs s'appliqueront aux réseaux convergents, avec une attention accrue sur la taille, la flexibilité et la fiabilité.

Convergence des réseaux

L'évolution des réseaux FTTH est aujourd'hui à un stade mature de son cycle de vie. Le panorama du marché du FTTH est devenu le point de référence accepté par l'industrie pour son déploiement. Les rapports montrent un taux de croissance annuel moyen s'élevant à 14 % pour les foyers raccordés. Le déploiement du FTTH s'est d'abord concentré sur les pays scandinaves, puis sur l'Espagne, la France, et ensuite le Royaume-Uni et l'Allemagne qui accélèrent à présent leur rythme. De nombreux petits pays ont apporté une contribution collective à différents stades et ont à présent pris la tête du classement des taux de pénétration.

Les déploiements de la 5G seront probablement moins fragmentés entre les différents pays, mais les deux technologies ne peuvent être considérées de manière isolée.

Par définition, un réseau FTTH signifie que la fibre doit être installée le long de chaque rue. Dans la plupart des architectures, la fibre doit être accessible pour se connecter facilement aux locaux lorsqu'un client demande un service. Nous avons évoqué précédemment le niveau de densification réseau nécessaire pour la 5G et la fibre afin de soutenir ce qui se circulera le long des mêmes rues que les réseaux FTTH. Il paraît donc logique que les deux réseaux convergent. Concrètement, connecter un site 5G revient à connecter une maison à laquelle on ne s'attendait pas sur un réseau FTTH. C'est pourquoi les opérateurs conçoivent une capacité supplémentaire dans leurs réseaux FTTH. L'art de la convergence des réseaux consiste en réalité à prévoir où cette capacité supplémentaire sera nécessaire. Le fait que différents pays se trouvent à des stades différents de leur déploiement FTTH et RAN ajoute un niveau de complexité supplémentaire.

Le moteur principal de la convergence est économique. Il est visiblement plus rentable de construire un seul réseau convergent plutôt que deux réseaux séparés. L'ampleur des économies réalisées a surpris beaucoup de monde lorsqu'elle a été analysée en détail. L'année dernière, le Conseil FTTH Europe a réalisé [une étude sur les économies réalisées](#), qui a révélé qu'entre 65 et 96 % des coûts de la fibre optique pour la construction du réseau d'accès radio 5G pourraient être éliminés en déployant un réseau de fibre optique convergent optimisé et évolutif.

Pour conclure, il est impossible de prédire à quel point la 5G nous sera bénéfique dans les années à venir. Les premiers déploiements ne font qu'effleurer les capacités de cette technologie, mais il semble évident qu'un énorme investissement est nécessaire dans l'infrastructure de fibre pour le soutenir et libérer son potentiel.

Des investissements importants dans des déploiements FTTH sont actuellement réalisés à grande échelle dans toute l'Europe. Un fort potentiel existe pour faire avancer ces investissements en prenant en compte la capacité de la convergence des réseaux FTTH / 5G. Il s'agit d'une période critique dans le cycle de vie du déploiement de la fibre optique et les bonnes décisions prises aujourd'hui nous récompenseront sur de nombreuses prochaines années.