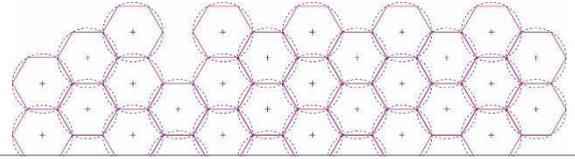


Optimiser l'efficacité du spectre grâce au LTE privé

Tim Miller, Tony Lavender



Malgré une couverture mobile en amélioration constante, de nombreux professionnels souffrent encore d'une connectivité inexistante ou insuffisante dans certaines régions. Les industriels, les agriculteurs et les transporteurs de ces zones plus reculées se voient aujourd'hui pénalisés par un accès restreint à l'industrie 4.0 (celle de l'automatisation par les machines connectées). Le présent article illustre comment les réseaux LTE privés peuvent contribuer à résoudre ces problèmes et quels cadres opérationnels et réglementaires permettront leur essor.

La nécessité du recours au LTE privé

Bien que les opérateurs, incités ou contraints par les autorités de réglementation et les gouvernements, aient déjà amélioré la couverture de leurs réseaux mobiles, ces efforts sont généralement restés centrés sur une approche démographique, avec des réseaux conçus pour assurer une couverture sur les zones les plus habitées. Même lorsque les réseaux mobiles publics desservent des régions rurales, ils utilisent habituellement une bande du spectre à basse fréquence et faible bande passante. Or, aujourd'hui, connecter les individus ne suffit plus : il s'agit de connecter les objets.

Il existe ainsi une demande croissante pour des connexions de qualité supérieure dans les zones plus reculées, notamment de la part des industries désireuses d'automatiser certains aspects de leur production. Jusqu'ici, ces dernières ont généralement eu recours à d'autres réseaux mobiles privés, à une connexion WiFi ou même à la fibre optique. Privés de couverture par les opérateurs mobiles, les exploitants industriels, agricoles et portuaires se sont vus contraints de payer davantage pour un service médiocre qui les empêche de profiter pleinement des dernières techniques d'automatisation. Même lorsqu'un réseau mobile est disponible, la qualité du service n'est souvent pas capable de répondre à ces besoins.

Du point de vue de l'opérateur mobile, la décision de ne pas couvrir ces sites se justifie entièrement : les régions à faible densité démographique génèrent peu de revenus alors qu'elles entraînent des coûts d'installation élevés. Du point de vue d'un propriétaire d'usine, cependant, les avantages d'une automatisation plus avancée qu'offrirait un réseau LTE sont indéniables, tandis que les coûts d'installation seraient probablement bien moindres, compte tenu de la faible portée nécessaire et du nombre modeste de sites à couvrir. Ainsi, contrairement à un réseau public, un réseau LTE privé pourrait s'avérer financièrement viable.

La capacité de ce type de réseau à répondre à des besoins spécifiques pour chaque site constitue un autre argument en sa faveur. En effet, les besoins en couverture d'une vaste exploitation agricole diffèrent de ceux d'un complexe sportif. Les opérateurs mobiles qui fournissent un réseau d'envergure nationale doivent prendre en considération la demande générale, l'emplacement des appareils et leurs déplacements,

ce qui les empêche de satisfaire à des besoins spécifiques tels qu'une très faible latence ou un usage intérieur défini.

On peut s'attendre à une amélioration en la matière avec la 5G, car cette technologie, qui utilise la bande millimétrique, pourrait permettre à de petits réseaux locaux de bénéficier de très larges bandes passantes et d'une faible latence. Aussi, si notre article porte sur le LTE privé, ses conclusions n'en seront pas moins pertinentes pour les futures technologies.

Exigences relatives au réseau

Toutes les applications ne requièrent pas spécifiquement un réseau LTE privé. Quatre types de solutions peuvent prendre en charge des applications industrielles :

- le réseau cellulaire public fourni par les opérateurs mobiles existants,
- un réseau LTE privé personnalisé pour permettre des applications spécifiques via réseau fermé utilisant un spectre dédié sous licence,
- des réseaux sans fil opérant dans une bande exempte de licence mais soumis à un seuil de qualité minimum, ou
- des réseaux sans fil opérant dans une bande exempte de licence, de classe « au mieux » (best effort), c'est-à-dire à priorité basse.

De nombreuses industries connectées utilisent actuellement la troisième option, mais celle-ci présente des inconvénients en termes de risques d'interférence et de sécurité. Certaines technologies peuvent offrir une meilleure performance que d'autres. Par exemple, des dispositifs LTE de type MuLTEfire pourraient proposer une qualité cellulaire par le biais d'un spectre exempt de licence. Cependant, le risque d'interférence limiterait peut-être la confiance des entreprises en leurs réseaux et systèmes, ce qui diminuerait les bénéfices potentiels du recours à la technologie.

Cas d'utilisation du LTE privé

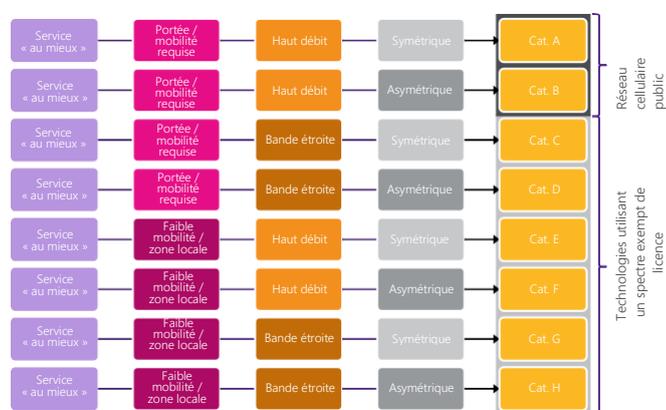
Nous avons étudié six principaux cas d'utilisation des réseaux LTE privés. Ils illustrent une gamme de scénarios qu'un opérateur mobile national ne pourrait pas proposer.

- Production en bâtiment industriel : cette configuration peut nécessiter un réseau dense (un grand nombre d'appareils connectés dans un environnement clos relativement restreint). Ce type de production implique certes une opération en intérieur (et donc un moindre risque d'interférence), mais peut néanmoins présenter un environnement radioélectrique complexe en raison des cloisons internes et des machines déployées.
- Site de traitement à ciel ouvert : nécessite potentiellement la couverture d'une vaste surface avec une répartition moins dense des appareils. Le risque d'interférence avec les autres utilisateurs du spectre est plus élevé, et les conditions météorologiques peuvent perturber la performance du réseau.
- Opérations logistiques : les environnements portuaires se caractérisent par de larges superficies et de nombreux flux de communication. Souvent encombrés, ces espaces sont aussi plus exposés aux interférences causées par d'autres utilisateurs du spectre. Un suivi des déplacements des appareils peut s'avérer nécessaire.
- Exploitation agricole : ce scénario implique généralement de larges parcelles de terrain dans des régions plus reculées. Ces conditions signifient typiquement une faible densité de communication et moins d'encombrement dû aux constructions que pour d'autres environnements. La topographie du terrain et la végétation peuvent cependant représenter des obstacles.
- Site d'entreposage : allant des solutions de stockage à petite échelle pour les particuliers en milieu urbain jusqu'aux vastes entrepôts dédiés au stockage de marchandises ou autres biens en zones rurales.
- Usage nomade : les applications de production vidéo et de radiodiffusion externe requièrent des connexions temporaires à large bande passante depuis un ou plusieurs site(s), possiblement lointains. Dans l'audiovisuel, des infrastructures de pilotage à distance de la production, du mixage et de la transmission peuvent aussi avoir besoin d'une connexion sans fil.

Si le passage à un réseau LTE privé via un spectre dédié et sous licence est essentiel pour de nombreux utilisateurs, il est possible que d'autres soient satisfaits de rester sur des bandes exemptes de licence avec un système « au mieux ». Afin de comprendre quelles applications sont les mieux prises en charge par les différents types de réseaux, il convient de caractériser ces usages en fonction des propriétés qu'elles requièrent. Contrairement à la majorité des questions de politique de gestion du spectre, ce problème devra être résolu au cas par cas et non en étudiant l'écosystème dans son ensemble. Voici les cinq éléments clés à prendre en compte :

1. Qualité de service
2. Niveau de couverture
3. Bande passante
4. Symétrie
5. Sécurité et confidentialité

Dans les cas où des solutions offrant un service « au mieux » sont suffisantes, le recours au réseau mobile public ou au spectre exempt de licence offre de clairs avantages.



Cependant, l'incapacité de ces types de réseaux à garantir la qualité de service pose problème. Les réseaux LTE privés jouent ainsi un rôle crucial pour encourager l'industrie à investir dans des réseaux fiables et diversifiés.

Exigences relatives au spectre

Si la grande variété de solutions offertes par le LTE privé représente un avantage clé, elle complique aussi la définition des besoins en spectre pour chaque réseau. Les réseaux qui couvrent une vaste superficie, tels que ceux d'une exploitation agricole, seront mieux desservis par un spectre de basses fréquences (la bande 800 MHz par exemple). Les installations qui occupent une surface plus modeste, telles que les usines, devraient quant à elles pouvoir bénéficier des larges bandes passantes proposées par les fréquences de 2 600 MHz ou au-delà.

L'écosystème d'équipements constitue aussi un paramètre important : un réseau LTE privé conçu pour utiliser un spectre disponible perd toute sa valeur s'il n'existe pas d'équipement capable de y accéder. L'analyse peut ainsi être restreinte à des bandes LTE précises, exemptes de licence ou non.

Accès au spectre

Un autre critère essentiel pour l'offre de systèmes LTE privés est celui de l'accès à un spectre mobile harmonisé approprié, capable de satisfaire aux prérequis techniques de chaque application. Comme

nous l'expliquions, il implique la disponibilité d'un écosystème d'équipements. Avec l'harmonisation mondiale croissante et des politiques de gestion du spectre mises en place par les autorités de réglementation et les gouvernements plus spécifiques qu'auparavant, une proportion grandissante des bandes utilisables par les réseaux LTE privés se voit attribuée aux opérateurs mobiles.

Les opérateurs du LTE privé ne peuvent pas participer aux ventes aux enchères traditionnelles de bandes de fréquence. Même lorsqu'il s'agit de licences régionales, comme au Mexique ou en Inde, elles concernent des étendues bien supérieures aux zones requises pour un réseau LTE privé. Les redevances et les conditions des licences souvent imposées empêchent toute acquisition de ces bandes par l'industrie.

Les réseaux LTE privés disposent par conséquent de trois modes d'obtention d'une portion de spectre.

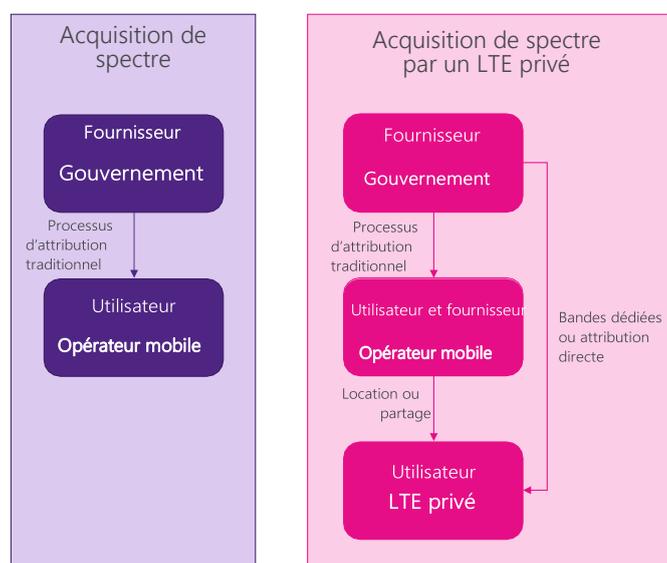
- Les autorités de réglementation peuvent choisir de réserver un spectre à l'usage des LTE privés, vraisemblablement parmi les bandes de fréquences plus élevées (3 500 MHz ou bandes millimétriques). L'attribution se réaliserait alors selon une approche « premier arrivé, premier servi ». Compte tenu des faibles superficies concernées, la demande pour ce spectre ne devrait pas être excessive pour de nombreux cas d'utilisation, mais les applications destinées aux usines situées dans des zones industrielles pourraient connaître des interférences entre les sites.
- Les opérateurs de LTE privé pourraient acheter des droits géographiques limités auprès des titulaires actuels, si les licences autorisent ce type de transactions. Cette méthode offrirait aux réseaux privés davantage de certitude dans leurs opérations, mais empêcherait toute utilisation du spectre concerné par les réseaux mobiles de la région. Cet inconvénient est peu susceptible de dissuader les opérateurs mobiles de céder leurs droits sur les bandes millimétriques, mais pourrait devenir important pour les bandes inférieures à 1 GHz ou même à la bande C.
- La location de bandes ou le partage géographique pourraient représenter des alternatives au plein transfert de droits. Ainsi, les opérateurs mobiles conserveraient la possibilité d'utiliser le spectre à l'avenir s'ils devaient avoir besoin de capacités supplémentaires. Les opérateurs du réseau privé verraient quant à eux leur accès au spectre sur le long terme devenir un peu plus incertain. Cet effet pourrait être en partie atténué par l'inclusion de périodes de préavis dans tous les contrats, ou d'une garantie de capacités pour l'opérateur privé sur le réseau de l'opérateur mobile, si le spectre alloué devait être repris.

Les récentes évolutions des solutions d'accès dynamique au spectre (DSA) et d'accès partagé sous licence (LSA) ont ouvert des possibilités plus innovantes de partage du spectre. Cette répartition peut s'effectuer en fonction d'heures ou de durées d'utilisation, ou encore de limitations géographiques, pour offrir davantage de flexibilité que le partage classique.

La méthode DSA repose sur des technologies telles que des bases de données de géolocalisation, des capteurs et des balises qui permettent de déterminer, avant que l'accès au spectre soit autorisé, si une fréquence précise est utilisée sur une zone spécifique, et si une transmission à cette fréquence causerait des interférences pour d'autres utilisateurs. L'utilisation des espaces blancs de télévision dans la bande UHF et la proposition d'un nouveau service radio citoyen à haut débit (CBRS) déployé dans la bande 3,5 GHz aux États-Unis constituent des exemples de cette approche.

La méthode LSA est conçue pour autoriser un nombre limité d'utilisateurs supplémentaires sur une bande par octroi de licence. Dans certains cas, il peut s'agir d'un seul utilisateur additionnel. Actuellement, cette solution vise principalement à permettre à des opérateurs de haut débit mobile d'accéder à un spectre qui a été harmonisé pour ce cas d'utilisation dans leur région, mais où les opérateurs historiques peuvent difficilement être déplacés. Elle s'avère donc particulièrement utile lorsque ces derniers sont des utilisateurs gouvernementaux tels que le secteur militaire ou aéronautique. Les bandes de fréquence potentiellement concernées incluent la bande 2,3 GHz, dans certains pays.

Le recours à différents mécanismes de partage dénote une divergence du processus d'acquisition de spectre pour les réseaux LTE, par rapport au marché traditionnel.



Cette caractéristique a des répercussions significatives sur l'évaluation et la facturation du spectre.

L'évaluation du spectre utilisé pour le LTE privé

Sans autre forme d'incitation, les nouvelles évolutions des techniques de partage du spectre décrites ci-dessus ne suffiront probablement pas à encourager les opérateurs mobiles à investir des ressources supplémentaires dans ce domaine.

En théorie, l'autorité de réglementation pourrait empêcher la conservation des bandes non utilisées et pousser à leur location par le biais d'injonctions de type « bande utilisée ou perdue », par exemple, mais l'efficacité et la possibilité d'application de telles mesures sont contestées. L'Ofcom a en effet pointé du doigt l'incapacité probable de ces clauses à favoriser un usage plus judicieux du spectre, non seulement par la difficulté à vérifier leur application mais aussi parce que l'identification d'une utilisation abusive ou inefficace des bandes serait en elle-même très complexe.

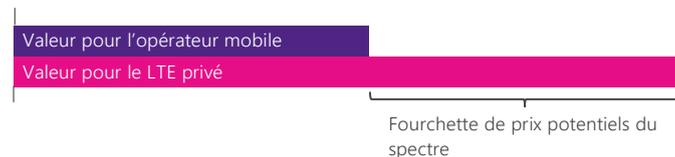
Étant donné que les réseaux LTE privés généreront des bénéfices pour leurs opérateurs, il paraît équitable d'exiger une forme de compensation financière pour leur utilisation du spectre.

La question consiste alors à déterminer une redevance appropriée : quelle valeur revêt le spectre aux yeux d'un opérateur de LTE privé ? Comme pour les autres exercices d'évaluation du spectre, cette question ne trouve pas de réponse unique car la valeur du spectre peut être estimée de plusieurs façons.

Au sens le plus simple, la valeur correspond aux bénéfices potentiels dérivés de l'utilisation du spectre. Toutefois, d'autres réseaux de communication pouvant générer le même type de bénéfices pour la plupart des applications industrielles, toute estimation de la valeur du spectre doit s'y intéresser. En effet, les études de cas révèlent que si le recours au LTE privé comporte des avantages pour l'industrie, l'existence de ces substituts pourrait maintenir le coût d'opportunité à un niveau modeste. Le prix que les opérateurs privés seraient prêts à payer pour le spectre s'en verrait donc immédiatement réduit.

Parallèlement à cette faible évaluation du point de vue des réseaux privés, la valeur du spectre concerné est quasiment nulle pour les opérateurs mobiles, particulièrement dans les zones à faible trafic. Dans la plupart des cas où un partage est possible, ces derniers ne font aucun usage du spectre, et toute valeur éventuelle provient uniquement de la possibilité d'une utilisation future. Comme nous l'avons expliqué précédemment, cette option peut être prise en compte dans les contrats. Le coût d'opportunité s'avère donc minime pour les réseaux mobiles.

Tant que l'évaluation du spectre pour le LTE privé est supérieure à cette valeur d'option, il devient possible de fixer un prix acceptable pour les deux parties.



S'ils cherchent à maximiser leurs profits, les opérateurs mobiles devraient facturer le spectre en fonction de la valeur qu'il revêt pour les opérateurs de LTE privé, ou juste en dessous de celle-ci. Cependant, les opérateurs de réseaux mobiles ne seront pas capables de comprendre la valeur actuelle du spectre pour les réseaux privés sans réaliser une modélisation commerciale détaillée et des études poussées.

Au contraire, les opérateurs mobiles devraient estimer leur valeur d'option et leurs coûts administratifs, puis facturer à un prix légèrement supérieur. Leur tarification est ainsi établie en fonction de leur propre coût d'opportunité et non de celui des opérateurs de LTE privé. Le réseau mobile ne s'en trouvera pas pénalisé, et le LTE privé y bénéficiera : il s'agit d'une véritable amélioration au sens de Pareto.



Les opérateurs mobiles devraient facturer en fonction de leur propre coût d'opportunité et non de celui des opérateurs de LTE privé.

Écueils réglementaires

Les faibles évaluations en présence peuvent devenir problématiques si la bureaucratie et les coûts administratifs se révèlent trop lourds. Pour faciliter l'utilisation du spectre au LTE privé, la charge administrative doit être allégée autant que possible. Ce principe s'applique bien sûr aux opérateurs mobiles, qui devraient définir des procédures standard pour le partage et la location de spectre. De leur côté, les autorités de réglementation devront s'assurer que les licences accordées aux opérateurs mobiles permettent un partage sans désavantages, et que les procédures d'enregistrement ou d'octroi de licence pour les réseaux LTE privés restent simples.

Sans soutien, le potentiel bénéfique de ces utilisations du spectre pourrait ne pas être exploité. Les gouvernements et autorités de réglementation doivent ainsi élargir leur vision de l'usage des systèmes mobiles pour y inclure les services de réseau privé. Il leur faudra également prendre en compte ces applications lors de la définition et l'attribution de licences, tout en encourageant les utilisateurs actuels à partager le spectre.

À propos de Plum

À la pointe du marché, Plum est une société de conseil indépendante spécialisée dans les télécommunications, les médias, les technologies et autres secteurs connexes. Nous nous appuyons sur notre maîtrise de l'industrie, notre expérience en conseil et nos analyses rigoureuses pour étudier les défis et les opportunités dans les domaines de la réglementation, du spectre radio, de l'économie, du commerce et de la technologie.

Pour plus d'informations, veuillez nous contacter sur

- info@plumconsulting.co.uk
- +44 20 7047 1919
- +33 (0)6 23 33 83 97

Nos rapports peuvent être téléchargés dans leur intégralité sur <http://www.plumconsulting.co.uk/spectrum-for-private-lte/>