

La connectivité mobile du bâtiment

LIVRE BLANC

The logo for ACOME, featuring a stylized white 'A' icon composed of horizontal lines to the left of the word 'ACOME' in a bold, white, sans-serif font.

ACOME

Sommaire

Avant-propos	2
Introduction	3
L'avènement de la téléphonie mobile	3
La démultiplication des usages	4
Besoin de couverture indoor	5
La connectivité mobile au sein des emprises spécifiques	5
La couverture indoor dernière « zone blanche »	6
Les solutions d'amélioration de la connectivité	9
1. La couverture "naturelle" résultant de relais extérieurs	9
2. Le répéteur hertzien	10
3. La FemtoCell	11
4. Solution passive : le relais couplé à une infrastructure antenne	12
5. Le relais couplé à une infrastructure antenne avec retransmission optique	13
6. Le déport RRH	14
7. Les solutions dites "toutes actives"	15
Récapitulatif des solutions	16
Le raccordement opérateur un frein ?	16
La sécurité sanitaire	17
En synthèse	18
Lexique	19

Avant-propos

*De la construction neuve à la rénovation, de la maquette numérique aux objets connectés, **le secteur du bâtiment est pleinement concerné par la transformation digitale.***

*Cette transformation s'est accélérée en raison de la crise sanitaire, engendrant de nouveaux usages et nécessitant **une parfaite connectivité dans les bâtiments tertiaires.** De plus, pour certaines emprises telles que les centres commerciaux, les établissements de santé ou encore les établissements pénitentiaires, répondre à ces enjeux est complexe en raison de leurs contraintes spécifiques.*

Si les différents systèmes de communication supportés par les infrastructures de câblage sont arrivés à maturité et sont intégrés aux projets immobiliers dès les phases de conception, il n'en est pas de même pour la couverture réseau mobile à l'intérieur des bâtiments. Malgré leur importance croissante, les réseaux mobiles extérieurs des opérateurs couvrent parfois difficilement les constructions tertiaires existantes. La 5G est d'autant plus sensible à ce phénomène. La pénétration des ondes radios est en effet fortement freinée par les matériaux et principes constructifs utilisés pour les constructions.

*Pour les professionnels de la filière – collectivités, propriétaires et bailleurs, exploitants – l'enjeu est fort, il faut **garantir la connectivité mobile nécessaire à la transformation digitale tout en réalisant la transition énergétique.***

C'est ce constat qui nous a conduit à réaliser ce livre blanc et à proposer un panorama des solutions disponibles sur le marché pour répondre à ces enjeux.

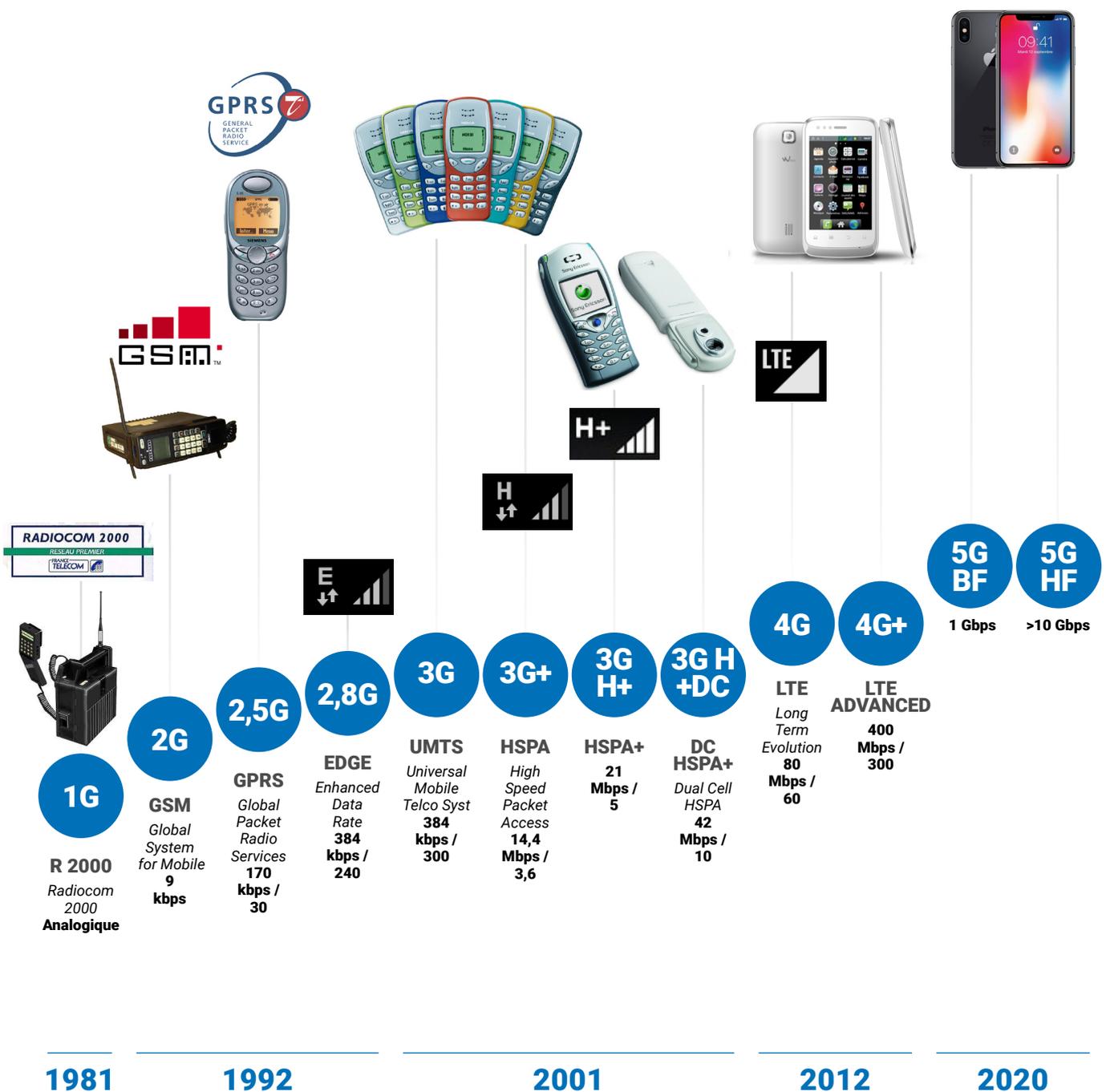
C'est aussi pour toutes ces raisons que les systèmes et réseaux de communication sont aujourd'hui considérés comme des infrastructures valorisables, notamment au travers des labels WiredScore et R2S.

*On parle alors de **Patrimoine Numérique du Bâtiment.***

Introduction

L'avènement de la téléphonie mobile

Depuis l'apparition de la téléphonie mobile dans les années 90, les différentes générations de technologies de radiocommunication 2G, 3G 4G et maintenant 5G portées par le 3GPP ont permis de faire progresser les capacités de ces réseaux notamment en terme de débit permettant ainsi de créer de nouveaux usages.

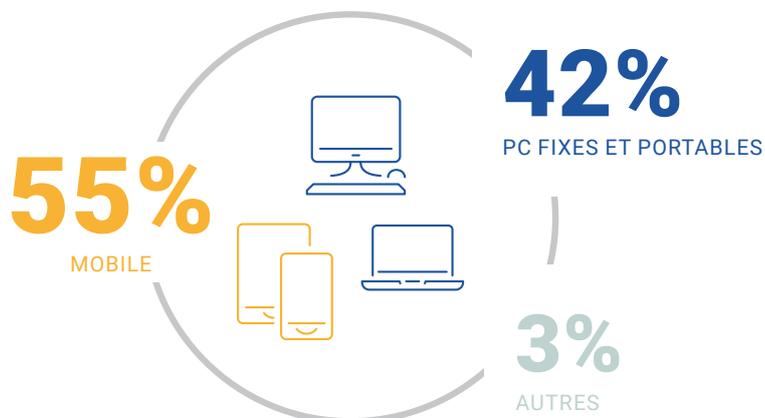


La démultiplication des usages

Aujourd'hui, le smart phone tient une place de plus en plus majeure dans nos vies. Il est même depuis quelque temps le moyen privilégié pour se connecter à internet par rapport aux ordinateurs et tablettes.



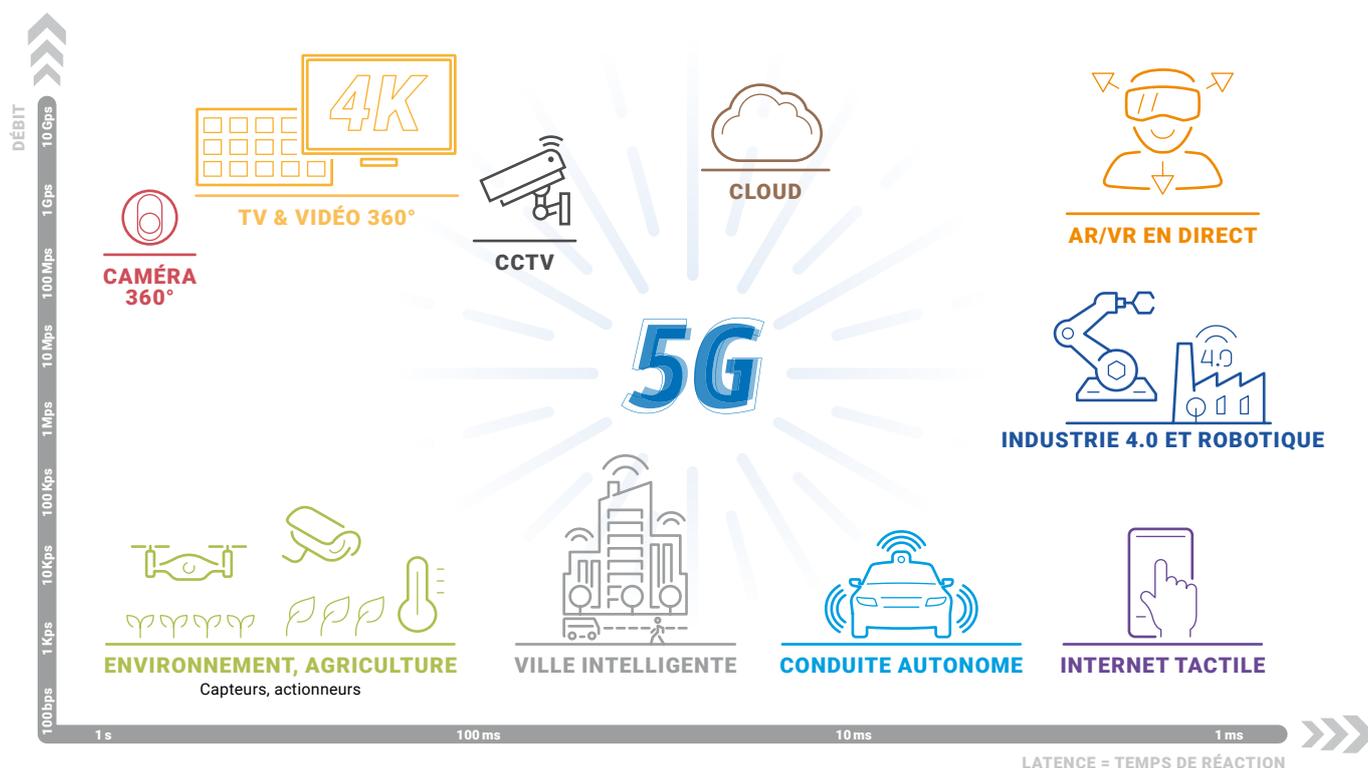
TRAFIC EN FONCTION DES TERMINAUX



Associé à différentes applications et objets connectés, il permet de surveiller ses paramètres de santé, de contrôler sa maison, voire un bâtiment ou une usine en entier. Cependant, le smartphone seul devient inutile s'il est dans une zone pour laquelle la couverture mobile est absente. C'est pour cela que les opérateurs de téléphonie mobile déploient beaucoup d'efforts pour mettre en place des relais extérieurs afin d'éradiquer les zones blanches.



PERSPECTIVE DES NOUVEAUX USAGES DANS LA 5G



Besoin de couverture indoor

La connectivité mobile au sein des emprises spécifiques

Comme il a été décrit précédemment, la connectivité sans fil présente un tel enjeu majeur de société que l'ensemble des acteurs de la filière œuvrent à supprimer les zones blanches sur le territoire.

Mais aujourd'hui une bonne partie de ces zones blanches concernent les bâtiments.

La couverture à l'intérieur des bâtiments est souvent dégradée par rapport à l'extérieur. Pourtant les besoins des utilisateurs de terminaux mobiles ne sont pas moins exigeants en intérieur qu'en extérieur. D'ailleurs, le temps passé sur son téléphone et la densité de population sont supérieurs en intérieur.

Or, les obligations de couverture des opérateurs de téléphonie mobile concernent uniquement les espaces extérieurs du territoire, les axes routiers prioritaires et les réseaux ferrés, par conséquent même pour les bâtiments classés Établissements Recevant du Public (ERP) la question du traitement de ces zones blanches est d'ordre privée.

L'initiative d'amélioration de la couverture mobile appartient donc aux différentes parties prenantes du bâtiment concerné (propriétaire bailleurs, preneurs, etc.).

Parmi les structures qui nécessitent classiquement un renforcement du réseau sans fil, arrivent en priorité :



LES BÂTIMENTS TERTIAIRES



LES SITES INDUSTRIELS



**LES TRANSPORTS,
GARES ET TERMINAUX,
LES TUNNELS**



LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ



LES ESPACES DE SPORTS ET LOISIRS



LES COMMERCES



**LES ÉTABLISSEMENTS
PÉNITENTIAIRES**



**LES RÉSIDENCES DE LOISIRS
OU DE VOYAGES**



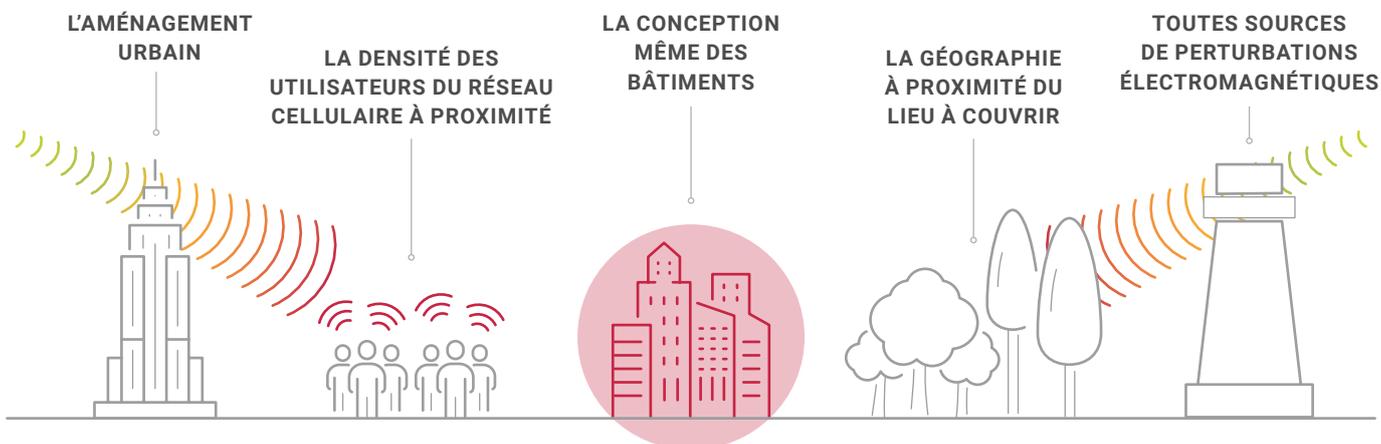
**LES LOCAUX DE L'ADMINISTRATION
PUBLIQUE, D'ENSEIGNEMENT**



La couverture indoor, dernière « zone blanche »

Pourquoi l'intérieur des emprises échappe à la couverture mobile offerte par les opérateurs télécom en extérieur ?

Ceci peut s'expliquer par un certain nombre de phénomènes exogènes qui entraînent la dégradation de la couverture radio à l'intérieur des emprises spécifiques :



Les ondes radioélectriques se propagent en extérieur de manière concentrique depuis le relais d'un opérateur de radiotéléphonie mobile. Plus le bâtiment sera éloigné de l'émetteur, moins fort sera le signal reçu auprès de celui-ci. En plus de la distance qui sépare l'emprise spécifique de l'antenne de l'opérateur, le signal radio sera également atténué par les obstacles qui se trouveront sur son trajet. C'est le cas des accidents de terrain (montagnes, collines, vallées) ou d'autres bâtiments dans les zones urbaines de forte densité. Selon la nature et la taille de l'obstacle, les ondes radio seront atténuées de manière plus ou moins importante, voire seront totalement arrêtées créant ainsi une zone blanche derrière cet obstacle.

En plus de ces obstacles physiques, la couverture mobile peut être impactée par les limites technologiques. Chaque opérateur dispose d'une bande passante limitée, selon les fréquences utilisées. Dans les fréquences les plus basses (700 MHz à 900 MHz), propres à la 2G, les opérateurs ne disposent que de 5 à 10 MHz de bande passante, contre 70 MHz à 90 MHz pour les licences 5G récemment délivrées par l'ARCEP (Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes).

Aux heures de pointe, il arrive que les réseaux cellulaires sursollicités saturent.





Les IGH situés à proximité des grands axes de communication ou de quartiers urbains densément fréquentés connaissent alors une baisse drastique de la qualité de service des réseaux extérieurs des opérateurs.

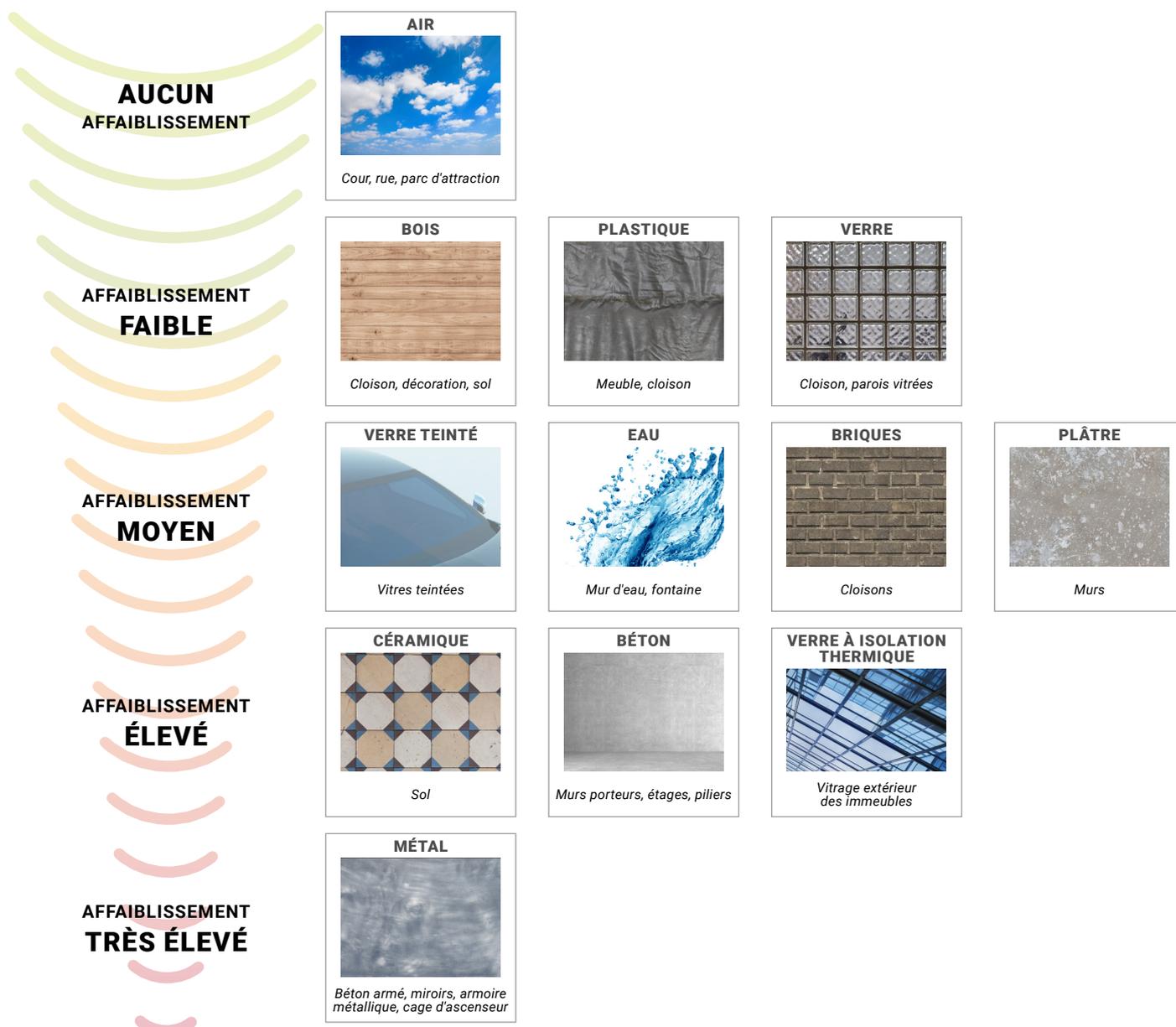
Enfin lorsque ce signal issu de l'extérieur pénètre à l'intérieur des emprises spécifiques, il doit traverser l'enveloppe extérieure du bâtiment et subira un nouvel affaiblissement.

Suite à l'analyse de ces phénomènes, on comprend aisément que la qualité du signal à l'intérieur des emprises spécifiques sera limitée voire inexistante.

RÉSEAU MOBILE PRIVÉ

Le besoin de couverture est d'autant plus important que de plus en plus d'entreprises déploient un réseau mobile privé pour leurs besoins métiers. Longtemps réservé à des acteurs disposant d'emprises importantes (avionneur, chantier de construction naval, aéroport...), ces réseaux privés se démocratisent. Administré par les Directions Informatique, le déploiement de ce type d'infrastructure permet de mieux maîtriser ses coûts et ses données mais aussi d'être plus autonome pour le déploiement de nouvelles applications métiers.

LA PÉNÉTRATION DES ONDES ET LES MATÉRIAUX



Cet état de fait est d'autant plus aggravé que la performance thermique des bâtiments s'améliore. Depuis 2004, la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) qui vise à améliorer l'impact des bâtiments sur l'environnement a des impacts forts sur la qualité de la couverture mobile intérieure. Ceci concerne aussi bien les immeubles neufs que les immeubles en rénovation.

En effet les solutions mises en œuvre pour renforcer l'isolation au rayonnement solaire et l'étanchéité à l'air du bâti divisent par 1000 le niveau du signal radio (perte de 30dB) entre l'extérieur et l'intérieur d'une construction.

Les nouvelles constructions ont pour la plupart une enveloppe extérieure constituée de vitrages. Ces derniers incluent des films métalliques pour améliorer leur performance thermique. Or ces films agissent comme des barrières difficilement franchissables pour les ondes électromagnétiques telle une **"cage de Faraday"**.

L'atténuation sera d'autant plus importante que les fréquences seront élevées. Notamment celles par lesquelles transitent la 3G et la 4G et maintenant la 5G. C'est pourquoi dans les emprises spécifiques, les services de base de la téléphonie mobile tels que la voix et les SMS, qui utilisent des bandes de fréquences plus basses (900 MHz ou 1800 MHz), offrent une meilleure couverture que les services données qui eux utilisent plutôt les bandes hautes (2100MHz-2600MHz, 3500MHz).

Une étude menée par HubOne sur la captation mobile de 61 tours de bureaux de plus 100 mètres de hauteur en France illustre très bien l'impact de la qualité thermique des bâtiments sur la captation en fonction des services.

Outre les désagréments causés aux utilisateurs, ces défauts de connectivité pénalisent le patrimoine numérique du bâtiment (voir définition ci-dessous).

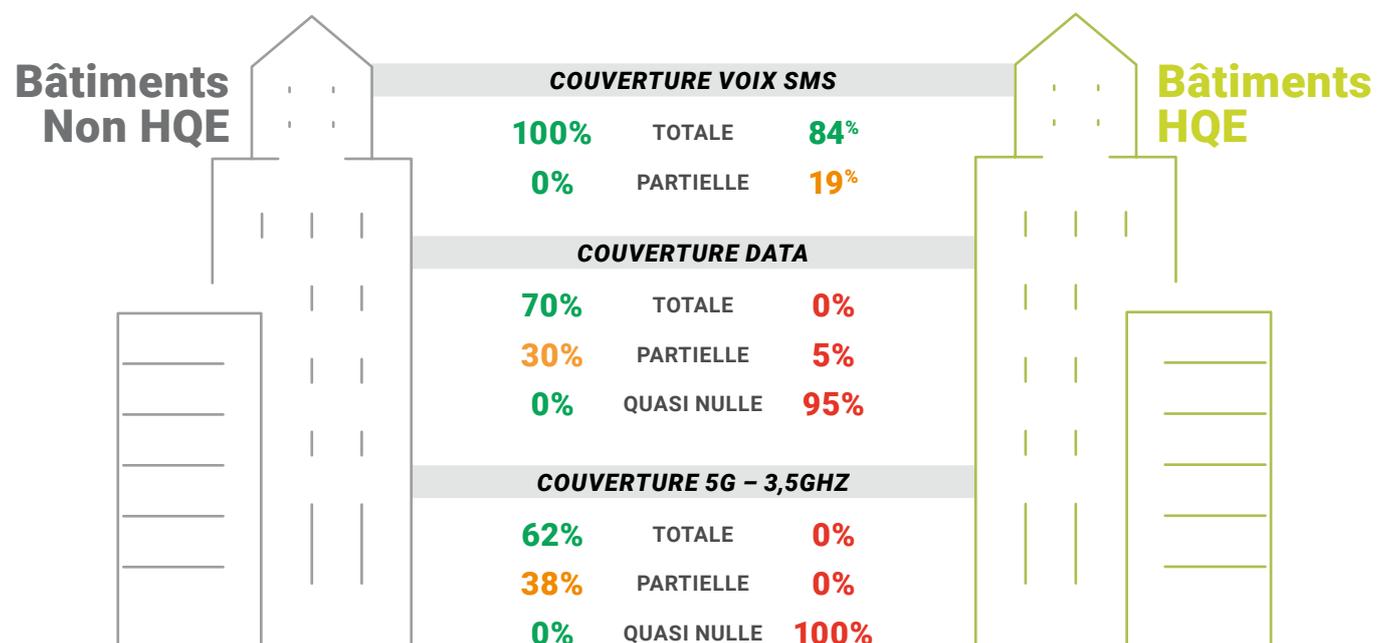
Qu'il soit un bâtiment tertiaire, industriel ou classé Établissement Recevant du Public, une emprise spécifique ne garantissant pas une parfaite connectivité à ses usagers verra diminuer son attractivité tant sur le plan professionnel que particulier et cela se traduira par une dévalorisation financière du patrimoine.



DÉFINITION

Le patrimoine numérique d'un actif immobilier est l'ensemble des systèmes et réseaux de communications mis en œuvre au sein de ce bâtiment. Il participe de façon non négligeable à la valorisation financière du bien.

COUVERTURE MOBILE DANS LES TOURS DE BUREAU DE PLUS DE 100 MÈTRES DE HAUTEUR



Source : Livre Blanc HubOne : Les tours sont-elles les dernières zones blanches ?

Les solutions d'amélioration de la connectivité

Différentes solutions existent pour pallier ce déficit de couverture.

Leurs avantages et leurs limites sont passés en revue dans ce livre blanc.

Au delà du choix technique, nous attirons l'attention sur l'importance des études de couvertures et des mesures terrains à effectuer en amont des projets ainsi que sur l'habilitation des installateurs en charge des déploiements.

1. La couverture "naturelle" résultant de relais extérieurs

Comme décrit précédemment, à l'intérieur d'un bâtiment, la couverture dite "naturelle", issue de l'émission des ondes radioélectriques en provenance des relais extérieurs ne peut être garantie. En effet, l'atténuation du signal dépend de nombreux facteurs peu maîtrisables :

- distance du relais par rapport au bâtiment en question,
- topographie des lieux,
- sursol,
- bâtis dans les zones urbaines denses,
- nature même de la construction.

Cette mauvaise qualité de couverture s'est aggravée avec la mise en œuvre des nouvelles réglementations thermiques et environnementales qui limitent encore plus la pénétration à l'intérieur des immeubles.

De plus, il faut bien distinguer le niveau du champ radioélectrique, la couverture et la qualité de service du réseau (qui se caractérise par différents critères : disponibilité, débit, délais de transmission, taux de perte de paquets). On peut souvent observer une qualité de service dégradée à l'intérieur des bâtiments bien que la couverture soit acceptable, et ceci en particulier dans les zones urbaines très denses où le trafic mobile est élevé à l'extérieur de la construction.

Par conséquent, les relais extérieurs déployés en surface ne peuvent garantir une bonne qualité de service pour des applications mobiles à l'intérieur même des bâtiments, et plus spécifiquement dans les zones urbaines denses.

CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	☹️
Surface (m ²)	n.a.
Raccordement opérateur	❌
Multi-opérateur	✅
Coût	–
Évolutivité	–
Facilité d'installation	–
Non propriétaire	✅



2. Le répéteur hertzien

Le répéteur hertzien est un dispositif qui permet de capter les signaux des réseaux extérieurs, grâce à une antenne généralement installée sur un point haut de l'immeuble et de les retransmettre amplifiés grâce au répéteur à l'intérieur même du bâtiment via un réseau antennaire.

Le choix du répéteur sera adapté en fonction de la surface à couvrir et des usages attendus.

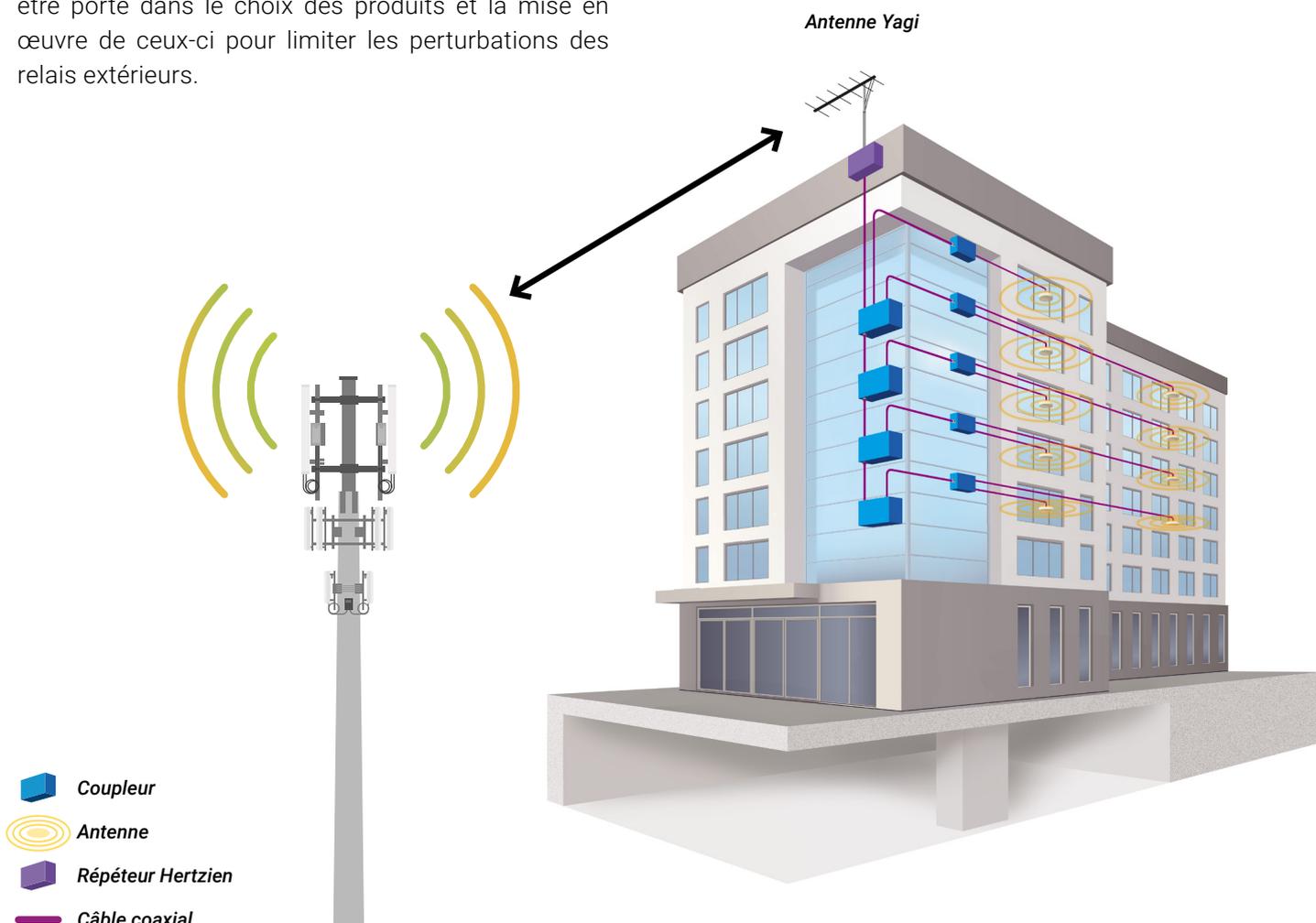
Les caractéristiques principales de ces derniers portent sur le nombre de bande de fréquences à répéter, de la puissance du signal ré-émis, des niveaux de filtrage...

Le répéteur est totalement autonome et ne nécessite pas, pour fonctionner, de raccordement filaire au cœur du réseau des opérateurs.

Un répéteur ne va pas ajouter de capacité supplémentaire au relais pour lequel il va reprendre le signal, il ne fait qu'ajouter de la couverture à l'espace confiné. Il ne pourra donc pallier à des problématiques de saturation du réseau.

Ce type de solution est soumis à l'autorisation des opérateurs afin qu'ils valident les études d'ingénierie et l'infrastructure déployée. Un soin particulier doit être porté dans le choix des produits et la mise en œuvre de ceux-ci pour limiter les perturbations des relais extérieurs.

CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	☹️
Surface (m²)	10 000
Raccordement opérateur	❌
Multi-opérateur	✅
Coût	€€€€
Évolutivité	+++
Facilité d'installation	+++
Non propriétaire	✅



3. La FemtoCell

La Femto ou FemtoCell sont équivalentes dans leur concept à un relai extérieur miniaturisé avec une puissance limitée à 100mW. Elles ont été développées justement pour répondre à des problématiques de déficit de couverture dans des espaces de taille modeste et généralement confinés, comme des salles de réunion, un plateau de travail ou encore un auditorium.

Même si les Femtocell disposent des fonctionnalités standards communes à celles d'un relais classique, leur puissance d'émission réduite limite fortement le trafic et le nombre maximum de communications simultanées possibles.

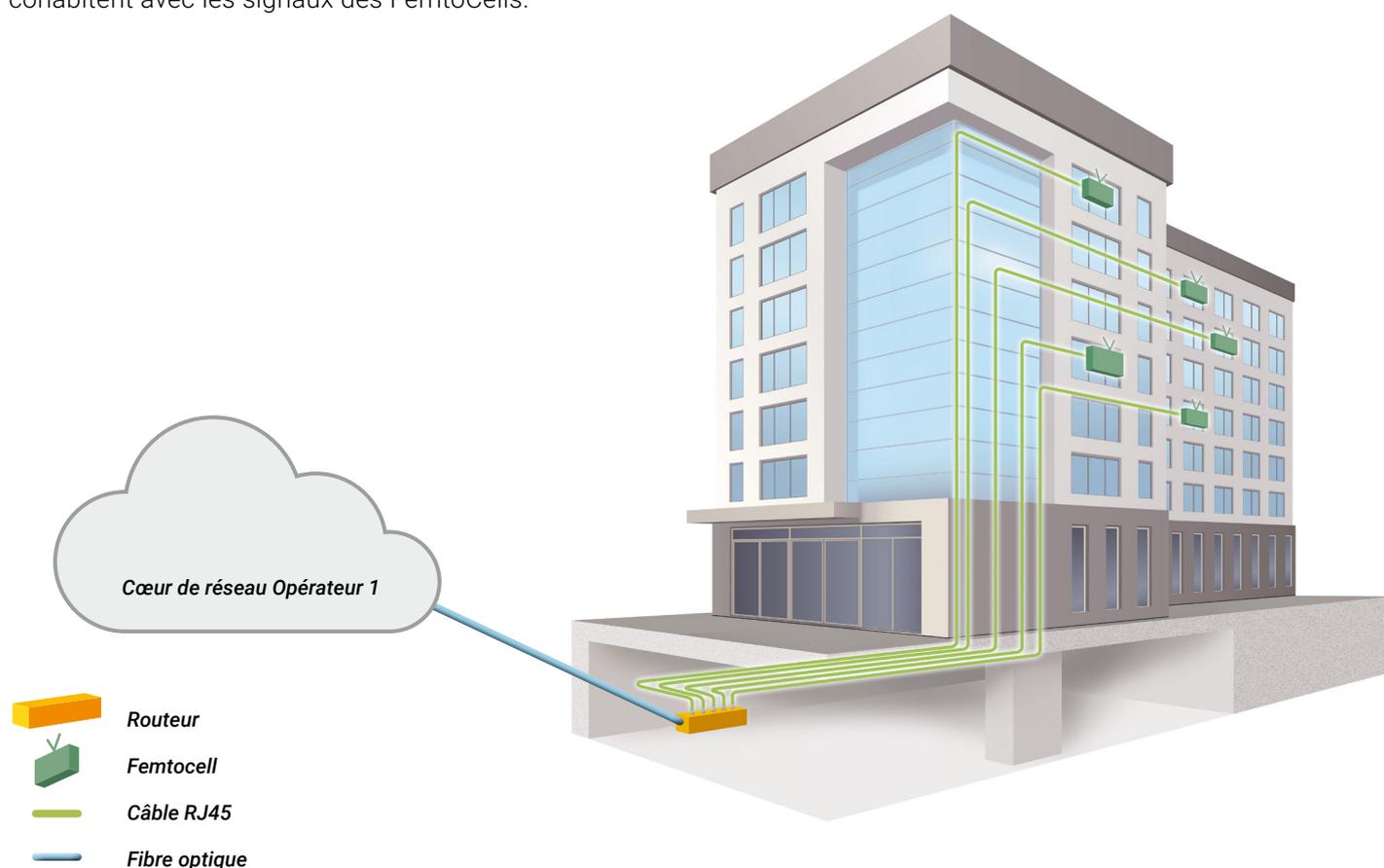
La Femto est raccordée directement au cœur du réseau de l'opérateur par une liaison filaire légère de type SDSL. Il est possible mettre en réseau plusieurs FemtoCells grâce à un routeur et ainsi couvrir différents espaces.

Il est important de noter que les FemtoCells sont exploitées par les opérateurs sur un réseau indépendant de celui gérant les relais extérieurs. En conséquence, le passage d'un opérateur à l'autre n'est généralement pas assuré, ce qui explique les coupures de communication fréquentes, voire systématiques, en particulier dans les endroits de l'immeuble où les signaux des cellules extérieures cohabitent avec les signaux des FemtoCells.

CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	☹️
Surface (m²)	<1 000 / cellule
Raccordement opérateur	✅
Multi-opérateur	❌
Coût	€€€€
Évolutivité	++++
Facilité d'installation	++++
Non propriétaire	❌

En conclusion, ces dispositifs sont utiles pour résoudre un déficit de couverture pour des surfaces restreintes et bien isolées du réseau extérieur.

Cette technologie est en perte de vitesse car les opérateurs ont maintenant tendance à proposer des solutions basées sur les appels sur WiFi.



4. Solution passive : le relais couplé à une infrastructure antenne

Lorsque la taille du bâtiment est conséquente (> 10 000 m²), la mise en œuvre d'un relais couplé à une infrastructure antenne s'impose.

Dans cette architecture le ou les opérateurs installent leurs BTS dans un espace technique de l'immeuble. Ces BTS connectés via une liaison fibre optique au cœur de réseau de l'opérateur permettent de générer le signal radio fréquence qui sera diffusé ensuite dans l'infrastructure antenne.

Cette infrastructure se réfère à une bande de fréquence plus ou moins large (par exemple de 700MHz à 4GHz), elle n'est pas liée à une technologie en particulier.

De ce fait cette technologie est évolutive dans le temps car si une nouvelle technologie apparaît basée sur la plage de fréquences couverte, l'infrastructure reste capable.

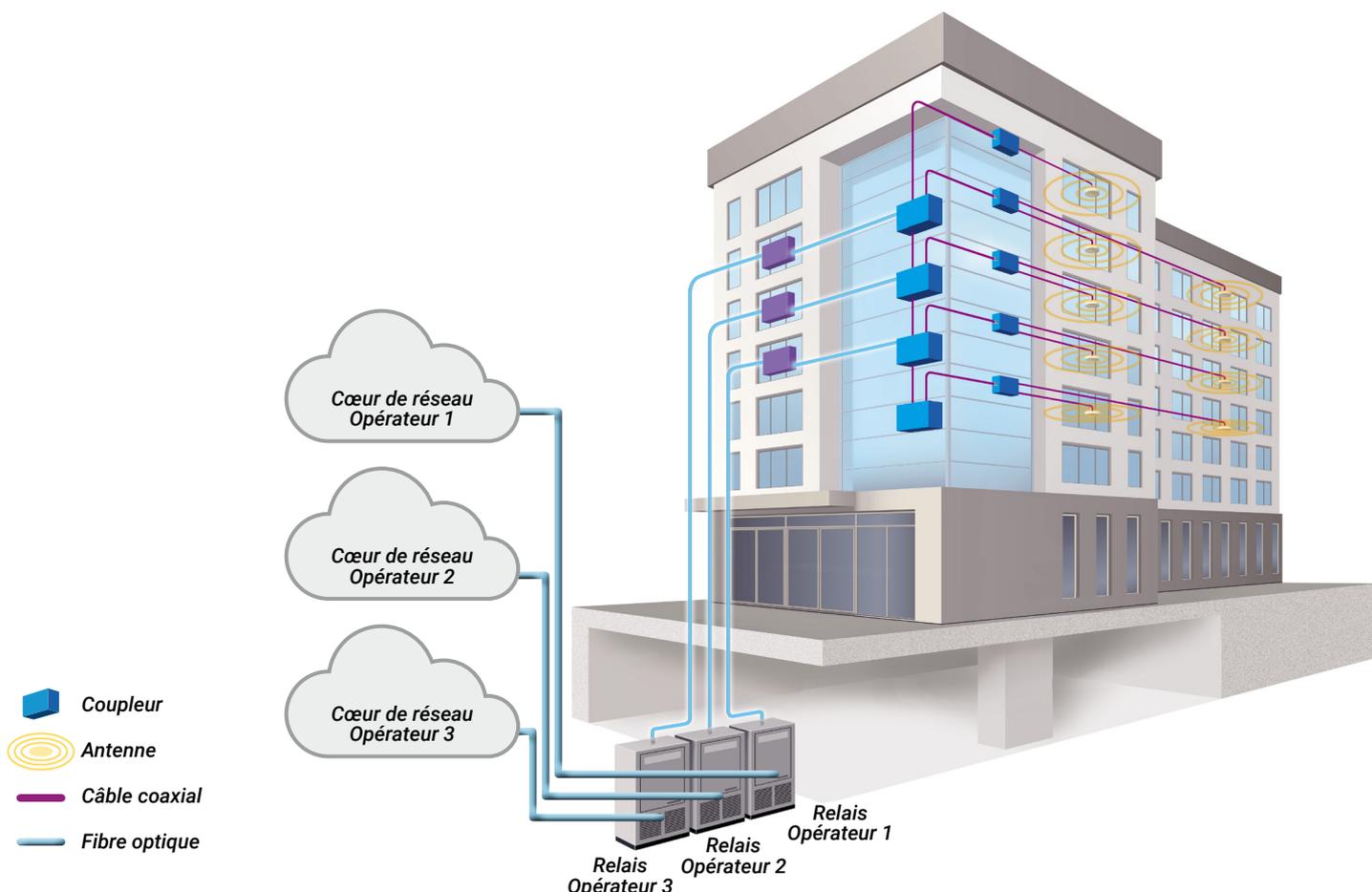
L'infrastructure antenne étant purement passive et non alimentée électriquement, elle a donc l'avantage de ne demander aucune maintenance et a en outre une durée de vie quasi illimitée (vingt à trente ans).

CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	😊
Surface (m ²)	< 30 000
Raccordement opérateur	✓
Multi-opérateur	✓
Coût	€€€€
Évolutivité	+++
Facilité d'installation	+++
Non propriétaire	✓



DÉFINITION

L'infrastructure antenne désigne les éléments qui assurent le transport et le rayonnement des signaux radioélectriques dans l'ensemble de l'ouvrage. Elle regroupe les antennes, les sections de câbles coaxiaux ainsi que les coupleurs.



5. Le relais couplé à une infrastructure antennaire avec retransmission optique

Lorsque la taille du bâtiment est plus importante (> 20 000 m²), l'affaiblissement du réseau antennaire devient trop important pour assurer la couverture totale du bâtiment. Il convient alors de mettre en œuvre un système de retransmission optique. Les équipements de retransmission optique permettent une conversion du signal radio fréquence (RF) en un signal optique et inversement et ainsi de transporter les signaux sur de longues distances grâce aux très faibles pertes des fibres optiques.

Ils constituent une interface entre les BTS des opérateurs, positionnés dans un local technique principal, et différents systèmes de distribution antennaire ou DAS déployés dans l'ouvrage via un réseau de fibres optiques.

Un système de retransmission optique est constitué :

- d'un master optique qui agit comme concentrateur des signaux RF émis par l'ensemble des relais opérateurs et qui assure leur conversion en signal optique ; il est situé au niveau du local technique principal ;
- d'un réseau de fibres optiques permettant de raccorder ce master aux différents répéteurs optiques répartis dans le bâtiment ;
- de répéteurs optiques distants permettant d'assurer la conversion du signal optique en signal RF et d'injecter ce signal dans le réseau antennaire du bâtiment.

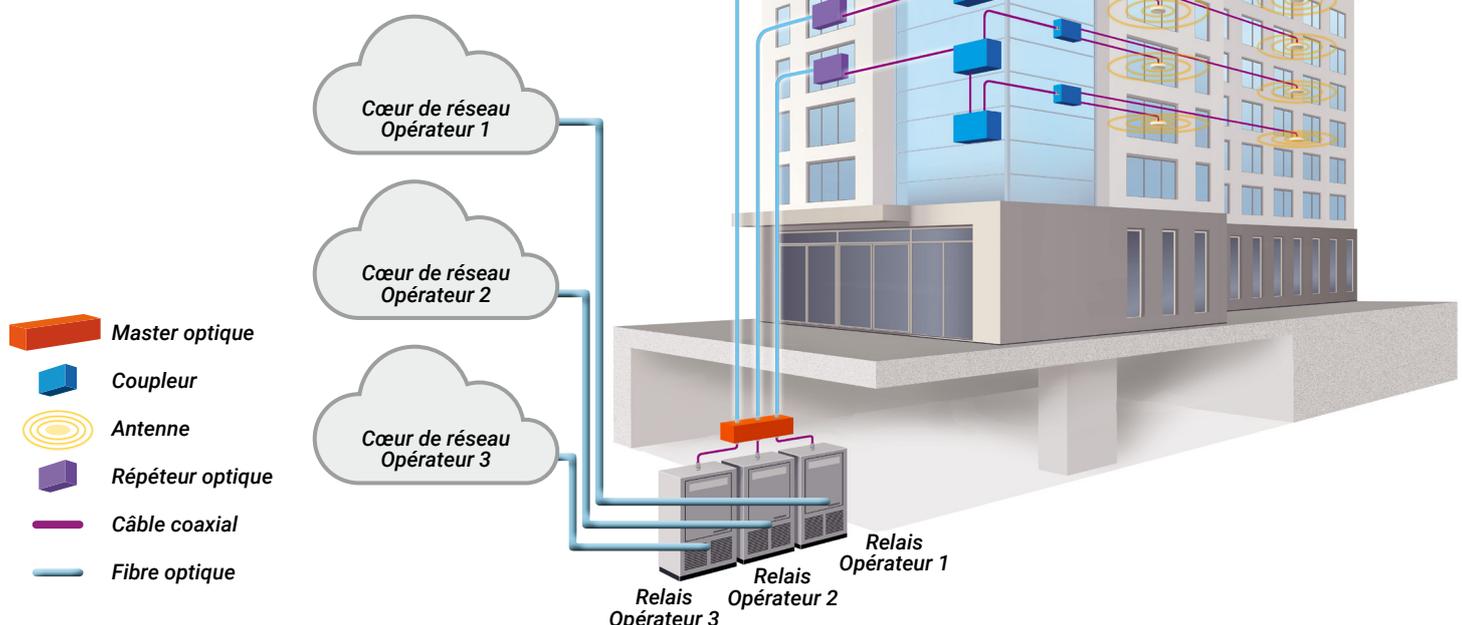
Suivant les constructeurs, un même master peut alimenter en moyenne jusqu'à huit répéteurs optiques.

CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	😊
Surface (m ²)	< 30 000
Raccordement opérateur	✓
Multi-opérateur	✓
Coût	€€€€
Évolutivité	+ + +
Facilité d'installation	+ + +
Non propriétaire	✗

Cette retransmission optique peut atteindre des distances relativement longues et permet d'envisager de sortir du cadre d'un immeuble unique et d'envisager des retransmissions à l'échelle d'un campus et ainsi de couvrir un ensemble de bâtiments.

Les constructeurs proposent également des modèles de répéteurs qui intègrent directement l'antenne.

Plus compacts et économiques, ces systèmes sont malgré tout moins évolutifs. Ils peuvent se justifier lorsque le nombre de points d'injection augmente grâce à leur facilité de mise en œuvre. Ces emprises de tailles conséquentes attirent les opérateurs mobiles. Une unique infrastructure est suffisante pour que les différents opérateurs fournissent le service.



6. Le déport RRH

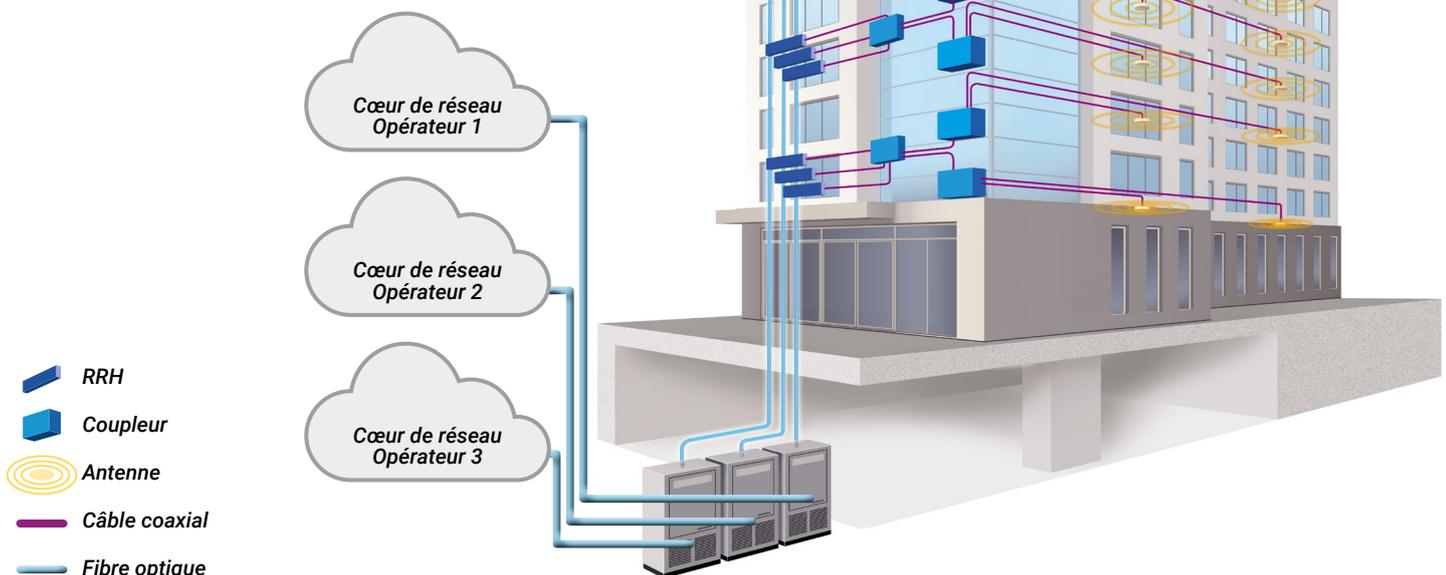
L'architecture à base de modules RRH déportés est un concept relativement récent, développé dans le but de faciliter les opérations de déploiement des relais extérieurs lorsque les conditions environnementales présentent de fortes contraintes. Cette technologie sépare physiquement l'intelligence du relai (BBU) de l'émetteur radio (RRH). Même si les modules RRH font partie intégrante du relais de l'opérateur, ils assurent le déport de la partie émission/réception des signaux RF au plus près du système de distribution antennaire. On les trouve ainsi très souvent positionnés au sommet des pylônes, au plus près des antennes tandis que les BBU elles restent au pied du pylône, voire peuvent être éloignées de plusieurs kilomètres.

Dans le cadre de la couverture indoor d'un bâtiment, les modules BBU sont situés dans le local technique principal et les RRH sont, elles, situées dans les étages et ensuite raccordées au réseau antennaire afin que le signal puisse être émis auprès des utilisateurs.

La mise en œuvre d'une architecture à base de modules déportés RRH, est une alternative particulièrement intéressante pour les cas où le bailleur/preneur prend en charge lui-même la mise en œuvre de la solution d'extension de couverture. En effet, cela lui évite de financer un système de retransmission RF/optique tel que décrit précédemment, pour lequel il lui faudrait assurer en outre l'exploitation et la maintenance. En effet les RRH restent la propriété de l'opérateur. Ce dernier prend en charge leurs déploiements et leur maintenance.

CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	😊
Surface (m ²)	< 30 000
Raccordement opérateur	✓
Multi-opérateur	✓
Coût	€€€€
Évolutivité	+++
Facilité d'installation	+++
Non propriétaire	✓

L'inconvénient de cette solution est qu'il est nécessaire de déporter un module par opérateur et bandes de fréquence à chaque départ de distribution antennaire, ce qui implique de laisser un espace suffisant dans les locaux techniques d'étage. Elle reste intéressante pour des bâtiments de très grande taille comme les stades, les gares ou les aéroports, toutefois la surface ne doit pas dépasser les 30 000 m².



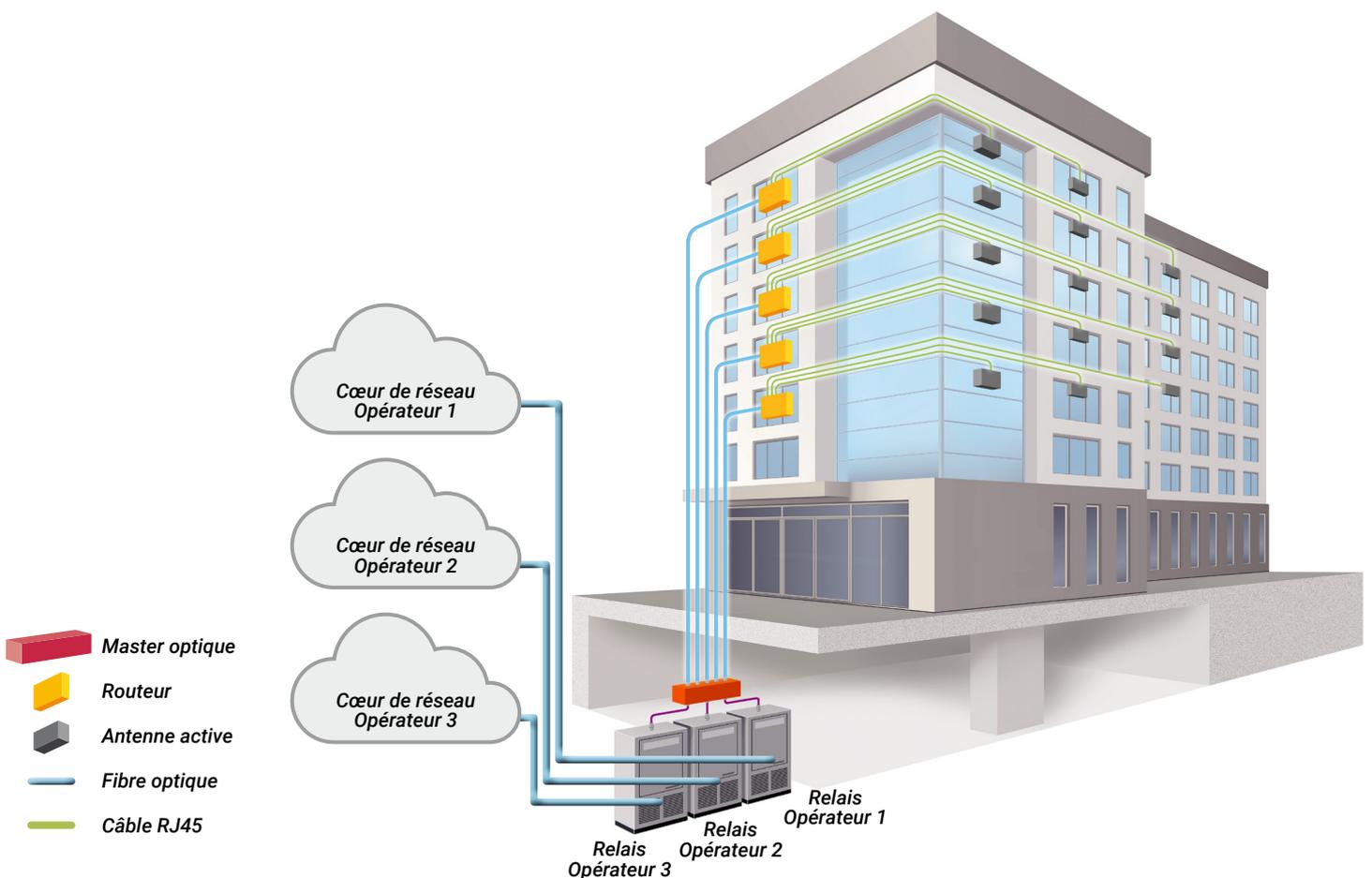
7. Les solutions dites “toutes actives”

Les solutions dites “toutes actives”, encore dénommées DAS Actif, se dispensent du réseau antenne des solutions précédentes. En effet ce sont les antennes qui assurent la conversion du signal numérique en un signal RF. C’est pour cette raison qu’elles doivent être alimentées électriquement et donc qu’elles sont considérées comme actives. Dans leur aspect elles ressemblent à des points d’accès WiFi.

En amont de ces antennes nous retrouvons également une architecture similaire à une infrastructure WiFi où les antennes sont connectées à un réseau de type informatique avec câbles à paires cuivre ou à fibres optiques et des routeurs dédiés. Grâce à cela le déploiement est facilité.

Du fait de sa similitude avec les réseaux informatiques classiques, cette architecture séduit les DSI exploitant des bâtiments tertiaires.

Cette typologie de DAS ne vise pas à se substituer de manière systématique aux solutions classiques basées sur le schéma master-répéteurs ou déport RRH, mais plutôt à répondre à un besoin sur des ouvrages de taille intermédiaire.



CARTE IDENTITÉ SOLUTION	
Qualité de service	😊
Surface (m ²)	> 30 000
Raccordement opérateur	✓
Multi-opérateur	✓
Coût	€€€€
Évolutivité	–
Facilité d’installation	+++
Non propriétaire	✗

Cette solution innovante peut sembler séduisante de prime abord, mais présente toutefois des inconvénients majeurs comme son coût (deux fois supérieur ou plus à celui d’une installation équivalente basée sur le déploiement d’une infrastructure antenne passive) ou la nécessité pour le bailleur d’assurer l’exploitation et la maintenance des équipements actifs propriétaire, ainsi qu’une évolutivité limitée.

Récapitulatif des solutions

CARTE IDENTITÉ SOLUTION

	Couverture naturelle	Répéteur hertzien	Femto	Solution passive	Déport optique	Déport RRH	Solution active
Qualité de service	☹️	☹️	☹️	😊	😊	😊	😊
Surface (m ²)	n.a.	< 10 000	< 1000 / cellule	< 30 000	> 30 000	< 30 000	> 30 000
Raccordement opérateur	❌	❌	✅	✅	✅	✅	✅
Multi-opérateur	✅	✅	❌	✅	✅	✅	✅
Coût	-	€€€€	€€€€	€€€€	€€€€	€€€€	€€€€
Évolutivité	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Facilité d'installation	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Non propriétaire	✅	✅	❌	✅	❌	✅	❌

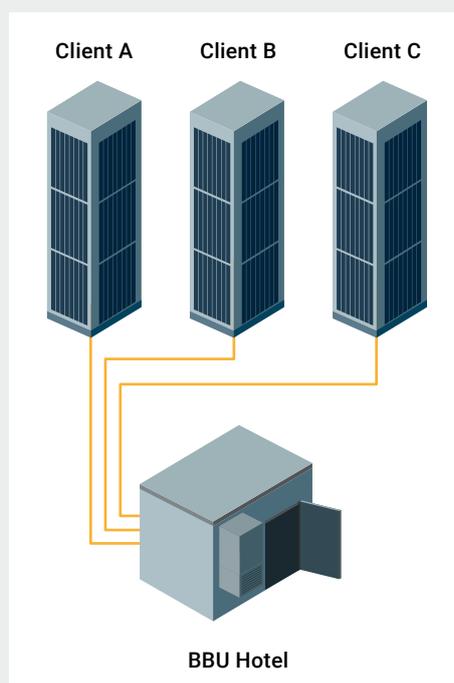
Le raccordement opérateur, un frein ?

Pour les solutions où le raccordement de l'opérateur est nécessaire, le coût de ce dernier représente une part très significative du coût de la couverture interne des bâtiments et peut ainsi présenter un frein au projet.

Afin de réduire ces coûts, commencent à apparaître sur le territoire français des hébergements mutualisés des relais opérateurs. Nous parlons alors de BBU hôtels.

Depuis cet hôtel un déport optique du signal est réalisé vers divers sites pour lesquels une couverture indoor sera opérée. Le déport optique permet de connecter des emprises distantes de plusieurs kilomètres les unes des autres.

Ainsi les coûts de raccordement se trouvent mutualisés et deviennent plus abordables, notamment pour les entités de taille modeste.



La sécurité sanitaire

Aujourd'hui, lorsqu'est évoquée la téléphonie mobile, vient en parallèle le sujet de l'exposition aux ondes électromagnétiques et les risques associés.

Nous rappelons donc quelques seuils d'exposition recommandés par l'OMS, seuils qui ont été établis par l'ICNIRP. Ces valeurs sont également recommandées par le conseil de l'union européenne (recommandation n°1999/519/CE) et sont en vigueur en France (décret n°2002-775).

Ils s'appliquent à tous les émetteurs d'ondes radio en fonction de la fréquence utilisée et indépendamment du service (radio, télévision, téléphonie mobile...) :

- Fréquences Seuils OMS (ICNIRP) Services
- 100 MHz 28 Volts par mètre (V/m) Radio FM
- 400 MHz 31 V/m Télévision
- 800 MHz 41 V/m Télévision
- 900 MHz 41 V/m Téléphonie mobile
- 1800 MHz 58 V/m Téléphonie mobile
- 2100 MHz 61 V/m Téléphonie mobile
- 2400 MHz 61 V/m Wi-Fi

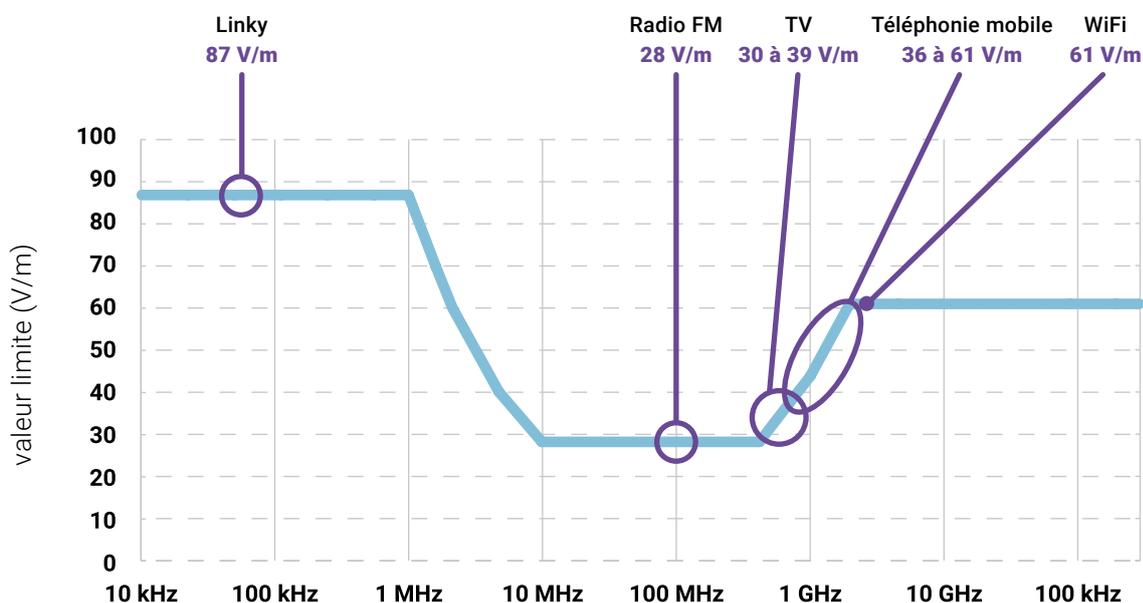
Cependant lors de campagnes de mesure sur le terrain – réalisées par l'ANFR – les valeurs relevées restent bien inférieures à ces seuils :

- Pour 900 MHz par exemple, 50% des mesures sont inférieures à 0,28 V/m, 90% sont inférieures à 3,1 V et le maximum mesuré est à 6,6 V.

La ville de Paris a mis en place une convention avec les opérateurs mobiles afin de limiter les expositions à 5 V/m pour tous les lieux de vie fermés sur son territoire.

Les solutions DAS permettent de réduire encore ces expositions en permettant aux téléphones de bénéficier d'une bonne couverture et ainsi de limiter leur puissance d'émission et de même la puissance des antennes au plus près des utilisateurs sera fortement limitée.

VALEURS LIMITES RÉGLEMENTAIRES POUR LE PUBLIC FIXÉES EN FRANCE PAR LE DÉCRET DU 3 MAI 2002 N°2002-775



Source : ANFR : L'ANFR publie les premiers résultats des mesures d'exposition du public aux ondes, réalisées avant et après mise en service de la 5g sur 1500 sites implantés en France

En synthèse

Programmation et phasage d'un projet d'amélioration de la connectivité

La mise en œuvre de solutions permettant d'améliorer la connectivité des emprises spécifiques nécessite de faire appel à un écosystème d'acteurs spécialisés. Or, force est de constater que ce marché est peu structuré et peu développé.

Les étapes d'un projet d'amélioration de la connectivité

Une fois le constat fait d'un déficit de couverture réseau à l'intérieur d'une infrastructure spécifique au stade de projet ou déjà construite, il peut être décidé d'y remédier. Une fois la décision prise de lancer un chantier d'amélioration de la connectivité sans fil, plusieurs étapes sont incontournables.

- **Financement** : le projet doit être financé.
- **Ingénierie** : en fonction des contraintes liées à l'emprise spécifique, une ingénierie doit être définie.
- **Réalisation des travaux** : si elles ne préexistent pas, des infrastructures d'accueil doivent être créées.
- **Équipement** : une couverture radio nécessite des équipements spécifiques pour fonctionner correctement.
- **Intégration** : une intégration du matériel dans les infrastructures d'accueil est ensuite nécessaire.
- **Réception** : une réception comprenant une recette des équipements, des mesures des niveaux de champ et des essais en phase opérationnelle.
- **Exploitation** : les infrastructures installées doivent enfin être exploitées afin de fournir une couverture radio.

Lexique

3GPP ou 3rd Generation Partnership Project (3GPP) : un organisme de standardisation en télécommunications chargé de définir les standards des réseaux mobiles.

BBU ("Base Band Unit") : partie du relai ou de la BTS permettant de gérer la communication avec le cœur de réseau de l'opérateur.

BTS ("Base Transceiver Station") : (en français, station de transmission de base ou station émettrice réceptrice de base) ; un des éléments de base du système cellulaire de téléphonie mobile, aussi appelé relai. Il est composé d'une BBU et d'une RRU ou RRH.

Certification HQE : datant de 2004, il s'agit d'un concept environnemental français visant à la réduction des impacts environnementaux de la construction ou rénovation de bâtiments. La certification "NF Ouvrage Démarche HQE®" est délivrée par l'AFNOR (Association française de normalisation) aux bâtiments remplissant les critères. La certification cible les économies d'énergie et incite les bailleurs à mettre en œuvre des vitrages à forte isolation thermique. Ces vitrages dégradent la pénétration des signaux radioélectriques à l'intérieur des bâtiments.

Connectivité : désigne la capacité d'un objet/personne à offrir des connexions avec d'autres objet/personne.

Couverture radio/réseaux sans fil : zone à l'intérieur de laquelle des objets/personnes peuvent communiquer.

Distribution antennaire ou DAS (Distributed Antenna System) : ensemble des composants passifs et actifs permettant la diffusion à partir de plusieurs points d'émissions du signal mobile à l'intérieur des emprises spécifiques.

Emprises spécifiques : on regroupe sous ce terme l'ensemble des surfaces à couvrir des bâtiments, campus ou zone confinée qui sont concernées.

ERP (Établissement Recevant du Public) : ce sont des bâtiments dans lesquels des personnes extérieures sont admises.

IGH (Immeuble Grande Hauteur) : l'appartenance d'un immeuble à la catégorie IGH dépend de sa hauteur. Celle-ci est mesurée du niveau du sol au plancher du dernier étage. Concernant les immeubles d'habitation, est IGH tout bâtiment de plus de 50 mètres de haut. Pour tous les autres immeubles la hauteur référentielle sera de 28 mètres.

Internet : réseau informatique mondial, accessible à tous.

IoT : internet des objets (Internet of Things). L'Union Internationale des Télécommunications (UIT) donne une définition assez large de l'Internet des objets : *"une infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution"*.

Label BBC : label pour Bâtiment à Basse Consommation. Ce label est décrit par la réglementation thermique 2020 (RT2020) et correspond à bâtiment dont la consommation énergétique est inférieure à 50 kWh-1 par mètre carré.

Marché de la couverture radio/réseau sans fil spécifique : ensemble des acteurs et des chantiers de réalisation de projet de couverture réseau sans fil spécifique.

Objets connectés : d'après l'UIT (Union international des Télécommunications), tout objet qui peut se connecter à un réseau ouvert sur Internet est potentiellement un objet connecté.

Ondes millimétriques : ondes radioélectriques couvrant les fréquences de 30 à 300 GHz.

Ondes radios ou ondes radioélectriques : l'UIT en donne la définition suivante "ondes électromagnétiques dont la fréquence est par convention inférieure à 300 GHz, se propageant dans l'espace sans guide artificiel".

RE2020 (Réglementation Environnementale 2020) : cette réglementation vise à réduire les impacts environnementaux des bâtiments pour la France pour l'ensemble de son cycle de vie.

RRH "remote radio head" ou RRU (RRH) "remote radio unit" : partie de la station de base permettant de générer les signaux radiofréquences des trames issues de l'autre partie de la station, la BBU "Base Band Unit".

Spectre de fréquences mobiles : une onde radio est identifiée par sa fréquence exprimée en Hertz (Hz). L'ensemble des fréquences constitue le spectre radiofréquence. L'attribution de bandes de ce spectre aux opérateurs mobiles est gérée en France par l'ARCEP.

Terminal numérique mobile : appellation regroupant les objets nomades permettant de se connecter aux réseaux sans fil. À titre d'exemple, sont inclus dans cette catégorie les téléphones portables, les ordinateurs portables, les tablettes.

Réseaux 2G : réseaux mobiles dits de deuxième génération répondant à la norme GSM (3GPP).

Réseaux 3G : réseaux mobiles dits de troisième génération répondant à la norme UMTS (3GPP).

Réseaux 4G : réseaux mobiles dits de quatrième génération répondant à la norme LTE (3GPP).

Réseaux 5G : réseaux mobiles dits de cinquième génération (3GPP).

Réseaux IoT : réseaux de communication pour les objets connectés.

Réseaux PMR : réseaux radio professionnels, réseaux mobiles privés dédiés aux usages d'une entreprise spécifique telle qu'un aéroport, un site industriel...

Zone blanche : zone du territoire peu ou pas desservie par un réseau de téléphonie mobile ou par l'Internet filaire, selon le contexte d'emploi.

*Ce livre blanc vous propose un état
des lieux général et non exhaustif des
solutions de couverture mobile intérieure.
Afin d'intégrer les spécificités de votre
projet de couverture mobile,
ACOME vous recommande de vous faire
accompagner par un bureau d'études
qualifié et compétent. ACOME ne pourra
pas être tenu responsable pour toute
action entreprise uniquement sur la base
de ce document.*



52 rue du Montparnasse
75014 Paris - France
T. +33 1 42 79 14 00

www.acome.com