

Principes fondamentaux des outils de test de câbles et antennes, pour le déploiement, l'entretien et l'amélioration des stations de base

par Alain Mignot, Livingston FR

On sait bien que la plupart des problèmes affectant la performance globale d'un réseau de communication mobile moderne, proviennent des nombreuses stations de base, sur lesquelles le réseau s'appuie. Si ces stations de base n'ont pas été montées correctement, ou si elles n'ont pas fait l'objet d'une maintenance régulière, le niveau de service fourni par l'opérateur réseau à ses clients risque d'être dégradé, avec les risques de pertes de revenu que cela suppose. Pour éviter cela, une analyse en profondeur doit être réalisée régulièrement. Cet article passe en revue les différents paramètres à prendre en compte, pour l'approvisionnement d'un testeur de câbles et antennes; afin de sélectionner le modèle qui conviendra le mieux.

Les analyseurs de câbles et antennes sont des éléments essentiels pour les ingénieurs de test terrain d'aujourd'hui. Grâce à ces instruments de mesure, on peut obtenir des informations détaillées sur la façon dont les divers composants du système de transmission de la station de base s'intègrent ensemble, et aussi déterminer dans quelle mesure l'environnement extérieur dans lequel la station de base est installée peut avoir une influence nuisible. En compilant toutes les informations obtenues, on peut déterminer l'efficacité opérationnelle de chaque station de base. Les éventuels problèmes survenus peuvent ainsi être identifiés et traités rapidement.



Il existe aujourd'hui un large choix d'analyseurs sur le marché, proposés par différents constructeurs réputés d'équipements de test. Chacun de ces analyseurs possède des attributs susceptibles d'intéresser un ingénieur de test en fonction des circonstances. Aussi est-il important d'identifier ceux de ces attributs qui sont les plus intéressants pour le type de test à effectuer, afin de faire le meilleur choix.

Principaux critères de mesure

Indépendamment des attributs spécifiques recherchés, tout analyseur de câbles et antennes doit obligatoirement être capable d'effectuer certaines mesures. En pratique, un analyseur doit au moins disposer de modes fonctionnels permettant d'effectuer les mesures suivantes :

1. Rapport d'ondes stationnaires ou ROS (SWR ou VSWR pour Voltage Standing Wave Ratio en anglais) - Sert à exprimer la puissance réfléchie par l'antenne de la station de base. Il dépend directement du coefficient de réflexion "r", selon l'équation simple suivante :

$$VSWR = (1 + r)/(1 - r)$$

Le ROS permet d'évaluer la qualité d'appairage d'impédance de l'antenne, vis-à-vis du câble auquel elle est branchée. Si l'antenne n'est pas bien appariée, une onde stationnaire se forme sur la ligne de transmission et augmente les pertes. Si le rapport ROS est faible, le degré d'appairage est meilleur, et la puissance électrique fournie à l'antenne est plus élevée.

1. Perte de retour (RL pour Return Loss en anglais) - Mesurée en dB, c'est la perte de puissance du signal résultant de la réflexion en présence d'une discontinuité ou d'un défaut d'appairage d'impédance sur la ligne de transmission. Elle est directement fonction de l'énergie incidente (P_I) qui atteint un point spécifique, et de la puissance réfléchie (P_R) en retour de ce point. L'équation définissant ce rapport est :

$$RL = 10\text{Log}_{10}(P_I/P_R)$$

Typiquement, la valeur de RL traduit le bon appairage des lignes de transmission, et sert à identifier les interconnexions défectueuses (connexions lâches, par exemple) ou les replis dans le câblage. Plus l'appairage est bon, plus la valeur de RL est élevée. Plus RL est élevé, plus les pertes d'insertion sont faibles. L'importance de RL n'était pas si grande autrefois, et la plupart des professionnels du test s'y intéressaient moins. Avec l'émergence de débits plus élevés, et de protocoles de transmissions de nouvelle génération, comme LTE et HSDPA, tout cela commence à changer.

1. Pertes de câble - Il s'agit de la quantité d'énergie qui est absorbée à travers la ligne de transmission et tous ses composants (câblage, interconnexions et dispositifs de protection), au passage du signal. Causées par la résistance électrique de la ligne de transmission, ces pertes correspondent à l'ensemble des pertes par insertion (dans une bande de fréquence donnée). Plus la fréquence du signal est élevée, plus le diamètre de la ligne est faible, et plus la ligne est longue, plus les pertes de câble sont importantes. La valeur des

pertes est d'importance croissante pour les opérateurs réseau à l'heure où ils doivent faire face à des directives législatives rigoureuses en termes d'efficacité énergétique.

1.Distance DTF (Distance To Fault, ou distance au défaut) - Celle-ci est très utile pour localiser les discontinuités ou les courts-circuits dans le câblage ou l'antenne de la station de base, à l'origine de problèmes de ROS ou de pertes de retour. Des algorithmes complexes de type FFT (Fast Fourier Transform, ou transformée de Fourier rapide) sont utilisés par l'analyseur, pour traduire les données de fréquence en données dans le domaine temps, afin d'évaluer à quelle distance se trouvent les aberrations signal.

Autres facteurs importants

Au-delà du support des modes de mesure précédemment cités, il existe un certain nombre d'autres fonctionnalités et caractéristiques, disponibles sur certains modèles d'analyseurs de câbles et antennes actuellement sur le marché, qui peuvent s'avérer intéressantes. Voici les plus importantes.

Évidemment, étant donné que ces instruments sont utilisés sur le terrain et qu'ils sont susceptibles d'être transportés en haut de mâts d'antenne, etc. ils doivent avoir un format portable et un poids léger. En général, le poids total est inférieur à 3 kg, pour des dimensions de l'ordre de 200 x 280 x 150 mm. D'autres caractéristiques comme une bonne autonomie sur batterie et une construction robuste sont également requises.

Pour faciliter autant que possible l'examen des données saisies, l'appareil doit disposer d'un écran couleurs "relativement grand" (diagonale 7 pouces au moins). Sur la plupart des modèles, l'écran tactile est quasi-systématiquement de mise, ce qui permet une interface utilisateur plus intuitive, et plus facile à utiliser, même si l'écran tactile peut présenter des inconvénients dans certains cas d'utilisation, par exemple, si l'utilisateur se trouve en haut d'un mat et porte des gants, l'utilisation d'un écran tactile peut s'avérer problématique.

Une autre fonction, proposée par certains fabricants, est la possibilité offerte aux utilisateurs d'écrire leurs propres procédures de test pour contrôler l'appareil. Ceci permet à une entreprise de garantir que chacun de ses ingénieurs terrain utilise exactement la même procédure lors du test d'une certaine station de base. Ceci réduit le risque d'erreurs, comme le choix d'une mauvaise fréquence de test.

En général, les mesures effectuées sur deux ports de transmission s'avèrent plus intéressantes, car ce type de mesure fournit des résultats plus précis que celles effectuées sur un seul port. Les stations de base 3G/4G d'aujourd'hui utilisent des diplexeurs et des duplexeurs, pour augmenter la couverture des cellules. Grâce à des mesures sur deux ports de transmission, on peut effectuer des mesures de gain, d'isolement et de pertes d'insertion pour gérer cela. En outre, si l'analyseur dispose d'un affichage simultané sur deux moitiés d'écran, l'utilisateur peut visualiser deux mesures différentes (par exemple DTF et ROS) simultanément.



L'accès à des accessoires de qualité supérieure avec ces analyseurs est aussi très important. Par exemple, des sondes et des câbles à faibles pertes permettent d'obtenir des données de test plus précises. En outre, en utilisant des kits d'étalonnage de précision, qui doivent être maintenus en bonnes conditions et régulièrement ré-étalonnés eux-mêmes, on peut garantir la conformité de l'instrument à toutes les normes nécessaires, tout au long de sa vie opérationnelle. Il existe ainsi une corrélation directe entre la qualité des mesures prises et la qualité des kits d'étalonnage.

Il est ainsi possible d'en faire davantage avec un seul équipement, des fonctions supplémentaires peuvent être intégrées à l'appareil. La mesure de spectre, par exemple, peut être utile pour identifier des sources d'interférence. Par conséquent, des modèles plus évolués intègrent en général un analyseur de spectre. De plus en plus les opérateurs réseau attendent des inspecteurs de maintenance qu'ils enregistrent exactement la position où le test a été effectué, le GPS devient donc une fonction supplémentaire importante. En outre, l'intermodulation passive (PIM, pour Passive Inter Modulation) est désormais considérée comme l'un des problèmes majeurs lors du déploiement de stations de base. Certains analyseurs sont donc maintenant capables de fournir une indication de base sur la présence de PIM ; toutefois l'utilisation d'un appareil de contrôle de PIM dédié sera nécessaire pour une analyse détaillée. Enfin, le mappage détaillé du profil d'interférence, à l'aide d'une antenne directionnelle, pourra être très utile à l'ingénieur terrain. Des équipements offrant ce service sont donc susceptibles d'être intéressants dans certains cas.

Dans de nombreux cas, les analyseurs ne sont utiles que pendant de courtes périodes. Cela signifie qu'il peut ne pas être économiquement viable d'acheter de tels équipements. Au contraire, il est souvent plus intéressant, à la fois techniquement et financièrement, de travailler avec une société de location d'équipements. Parmi les produits proposés par Livingston, le spécialiste en approvisionnement de solutions de test couramment utilisés pour l'analyse de câbles et antennes, on trouve notamment le Site Master d'Anritsu, le CellAdvisor de JDSU, et le ZVH de Rohde & Schwarz. Ceux-ci sont proposés avec toute une gamme d'accessoires, ainsi qu'avec un service de gestion d'étalonnage complet. La souplesse que permet une telle approche permet d'avoir un contrôle complet sur la durée d'utilisation de l'analyseur (de sorte que l'investissement financier cadre bien avec les revenus générés), et aussi d'essayer plusieurs analyseurs différents. Si l'analyseur choisi s'avère moins adapté que prévu, il est facile de le remplacer par un autre à moindre coût.