

Système mobile de recherche d'interférences : cinq étapes clé pour une détection et une identification réussies

par Cyril Noger, Anritsu EMEA

Les bénéfices apportés par l'utilisation croissante de la technologie sans fil sont atténués dans une certaine mesure par le fait que certaines technologies interfèrent avec d'autres. Les interruptions potentielles des services de communications mobiles pouvant être causées par ces interférences ont conduit les organismes de réglementation et les opérateurs de téléphonie mobile à déployer des efforts significatifs pour identifier et localiser ces sources d'interférence. Le présent article passe en revue ce processus et met l'accent sur cinq étapes clé que les organismes de réglementation et les opérateurs devraient prendre en compte avant de partir en chasse aux interférences.

(1) Savoir ce que l'on recherche

Trouver des perturbateurs RF n'est pas une promenade de santé : les « chasseurs » doivent être prudents dans leurs agissements et ne doivent pas se précipiter pour essayer de deviner le type de signal perturbateur ou son origine. Cela serait en effet une perte de temps puisque, par nature, un signal perturbateur est complexe à isoler, à identifier et à localiser sur le terrain.

Certains opérateurs de téléphonie mobile (qui sont les plus susceptibles d'être affectés par des interférences impactant leurs bénéfices) emploient du personnel spécifique pour rechercher les signaux illégaux ou indésirables. Les organismes de réglementation nationaux jouent également un rôle sur ce plan, avec pour objectif de stopper ou éliminer les sources d'interférence.

Par définition, un perturbateur est en général considéré comme un problème au niveau du récepteur dans un système de communication. Cela ne signifie pas pour autant que rien ne se passe jamais dans la bande de transmission, mais en général ces problèmes sont traités par les opérateurs quand ils procèdent à la maintenance de leur infrastructure. La bande de réception est plus susceptible d'être affectée par les signaux externes ou par des niveaux de

bruit accrus, qui peuvent diminuer la sensibilité des récepteurs et rendre les téléphones portables « inaudibles » par les stations de base.

(2) **Caractériser l'interférence**

Une fois l'impact du perturbateur observé dans la bande du spectre, il est primordial de comprendre la nature du signal d'interférence. Ici, un analyseur de spectre est utilisé pour afficher la bande de fréquences impactée dans le temps : normalement au niveau du sol, associé à une antenne omnidirectionnelle. Le perturbateur peut ensuite être caractérisé en mesurant sa bande passante, sa forme, sa stabilité ou sa dérive en fréquence, sa périodicité sur plusieurs heures ou plusieurs jours, s'il est présent continuellement ou de manière intermittente, modulé ou non, ses changements d'amplitudes, etc...

Il existe quelques outils sur un analyseur de spectre qui facilitent la tâche de caractérisation pour les ingénieurs RF. Il est possible d'utiliser la fonction « Max Hold » pour obtenir un aperçu de la bande passante globale impactée par le perturbateur dans le temps, ou les masques « Save on Event » pour pouvoir sauvegarder tous les instants où le perturbateur dépasse le masque « d'enveloppe » de l'amplitude prédéfinie, en particulier quand l'interférence est intermittente ou aléatoire. Une fois que ces informations sont enregistrées, les ingénieurs peuvent regarder de plus près ces événements et éventuellement mettre en place une séance de réflexion commune pour discuter de leurs origines potentielles. Il s'agit d'un processus complexe dans lequel les connaissances et l'expérience de l'utilisateur a généralement plus de poids que celle de n'importe quel logiciel autonome.

La fonction de puissance dans le canal qui est utilisée pour quantifier l'amplitude du signal doit être correctement paramétrée sur l'analyseur de spectre. Dans des situations où le signal perturbateur dérive en fréquence, la largeur de bande de la puissance du canal doit être plus large que celle du signal lui-même.

Le spectrogramme ou la « chute d'eau » visible sur la figure 1 est un outil très utile pour enregistrer tous les balayages dans la bande de fréquence en utilisant un code de couleurs

pour les amplitudes des porteuses présentes, et fournir des informations sur la périodicité ou la dérive en fréquence, par exemple.

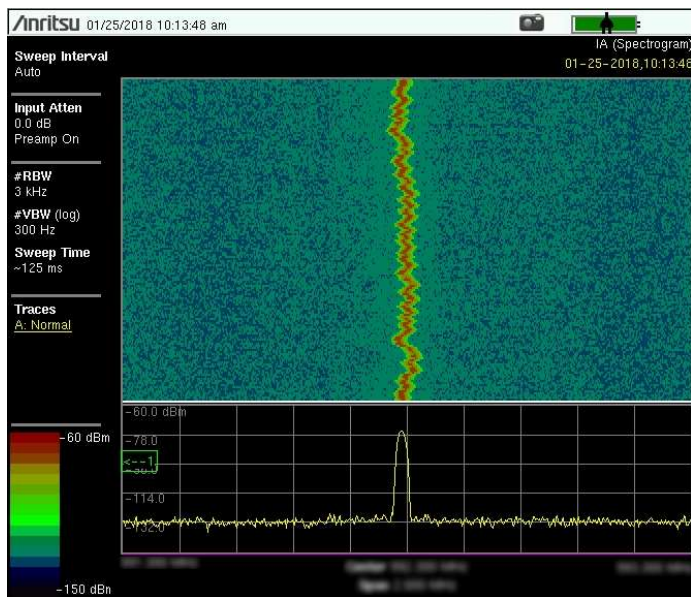


Figure 1. Affichage en « chute d'eau » (spectrogramme) montrant la dérive en fréquence d'une porteuse

(3) Préalables à l'utilisation du système mobile de recherche d'interférences

Pour une efficacité maximale, il est préférable d'utiliser des filtres pour isoler la fréquence d'interférence sur l'analyseur de spectre, afin d'éviter que trop de signaux n'entrent dans l'analyseur de spectre et de devoir effectuer un tri parmi les signaux avoisinants indésirables.

Si le signal perturbateur a été repéré au niveau du sol, des outils logiciels tels que le système mobile de recherche d'interférences, dénommé Mobile Interference Hunter™, dans lequel un véhicule équipé d'une antenne de détection sur le toit et des instruments de mesure associés parcourt la zone géographique concernée, peuvent aider l'utilisateur à localiser rapidement et efficacement le signal sur le terrain. Ce logiciel automatise le processus de recherche des interférences, mais requiert tout de même quelques étapes préparatoires que l'utilisateur doit effectuer.

Le principal avantage de l'utilisation d'un outil logiciel est qu'il permet à l'utilisateur de collecter un grand nombre de données pendant que le véhicule parcourt la zone, par rapport à la méthode de la triangulation utilisée pour isoler la fréquence d'interférence à différents

emplacements à l'aide d'une antenne directionnelle (par exemple : antenne Yagi ou antenne log-périodique) connectée à l'analyseur de spectre. Les informations collectées pendant que le véhicule parcourt la zone fourniront une meilleure compréhension de la couverture RF du signal perturbateur, accélérant ainsi la découverte de la localisation de son origine.

L'utilisateur doit tout d'abord préparer une carte de la zone géographique potentiellement affectée par le signal perturbateur. Cette carte sera téléchargée depuis le site Internet OpenStreetMap avant l'inspection de la zone. En installant simplement cette carte dans le logiciel Mobile Interference HunterTM sur un ordinateur portable sous Windows ou une tablette, les utilisateurs peuvent visualiser la zone que le véhicule devra couvrir pour trouver l'emplacement éventuel de la source de l'interférence.

Une fois la carte préparée, l'analyseur de spectre devient l'outil de mesure clé qui sera connecté via USB, Ethernet ou Wi-Fi, à l'ordinateur portable ou la tablette et qui affichera tous les niveaux d'amplitude du signal nécessaire à sa localisation. Le paramétrage de l'analyseur de spectre se révèle capital pour maximiser les chances de localiser le signal sur le terrain.

Autre aspect primordial : la nécessité d'utiliser une antenne omnidirectionnelle adaptée sur le toit du véhicule. Le logiciel Mobile Interference Hunter d'Anritsu possède l'avantage de pouvoir utiliser tout type d'antenne omnidirectionnelle prête à l'emploi, sans aucune limitation de fréquence.

Il existe d'autres outils ayant leur utilité, comme plusieurs sondes statiques déployées sur le terrain pour examiner la même bande de fréquence. Associées au logiciel adéquat, ces appareils (c'est-à-dire les analyseurs de fréquence comme ceux de la famille MS2710xA d'Anritsu) peuvent localiser avec précision une source de signal en utilisant la technique de triangulation TDOA (*Time Difference Of Arrival*) à l'aide de trois sondes synchronisées en temps (voir fig. 2) et envoyer les résultats vers le système Mobile Interference Hunter pour accélérer le processus de localisation sur le terrain.

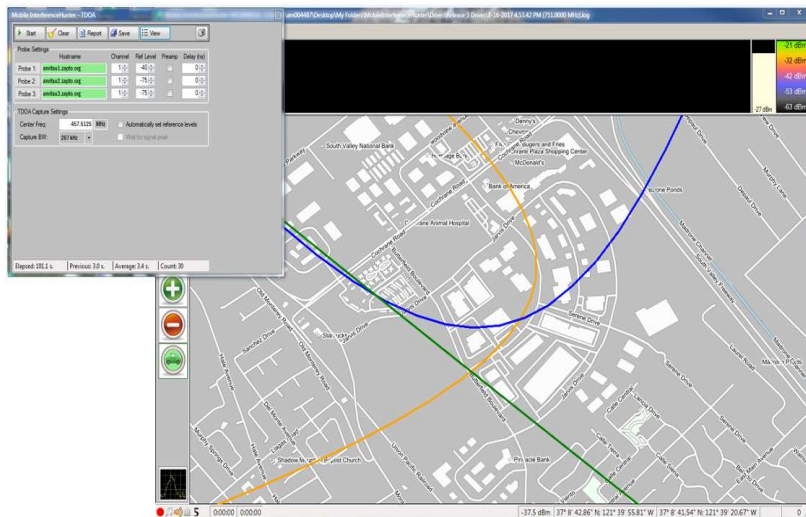


Figure 2. Courbes TDOA provenant de trois analyseurs de spectres distants localisant une source de signal

La dernière partie de cette étape du processus est la triangulation à pied. Elle suppose qu'une carte a été préparée et téléchargée au préalable sur un ordinateur portable connecté à Internet via un logiciel de cartographie tel que easyMap Tools™, qui sera utilisée par la suite dans l'analyseur de spectre pour isoler la source du signal.

(4) - Conduire le véhicule pour localiser la source d'interférence efficacement

Une fois ces préparatifs effectués, il est temps de localiser la source d'interférence sur le terrain. L'analyseur de spectre portable doit être connecté à l'ordinateur/la tablette via un mini routeur Wi-Fi ou un câble Ethernet. Le port RF de l'analyseur de spectre est connecté à l'antenne omnidirectionnelle sur le toit du véhicule, et le port de son récepteur GPS à l'antenne GPS sur le toit (voir fig. 3).

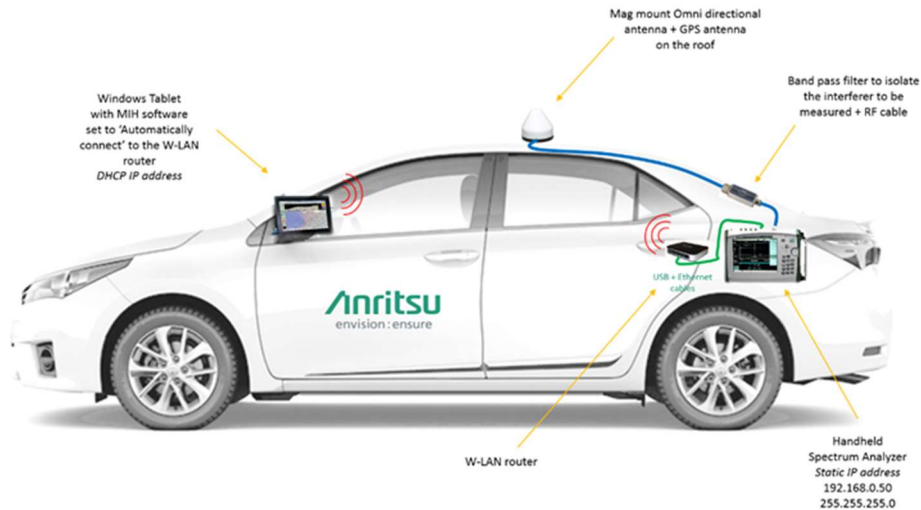


Figure 3. Schéma des connexions entre les antennes RF/GPS et l'analyseur de spectre et l'ordinateur/la tablette pour construire une solution complète de recherche d'interférence mobile

Selon l'environnement dans lequel la recherche est effectuée, le conducteur devra définir dans le logiciel s'il se trouve dans une zone de périphérie urbaine, rurale ou urbaine. L'algorithme de sensibilité prendra ainsi en compte les caractéristiques multi-trajets du signal, qui pourrait être réfléchi par les immeubles et les arbres.

En utilisant la solution Mobile Interference Hunter™, le conducteur suit les indications de conduite données par le logiciel (en écoutant les instructions vocales ou en suivant les flèches vertes sur l'écran) pour se rapprocher de la position estimée du signal perturbateur, qui est calculée en permanence. En mode de conduite « Scan Drive », le logiciel aide le conducteur en affichant une zone bleue sur la carte, dont les dimensions et l'angle varient en fonction de l'amplitude mesurée pour le signal d'interférence tout au long du parcours (voir fig. 4a).

Le logiciel bascule ensuite sur le mode « Spot Drive » (fig 4b) qui affiche une « carte de chaleur » à l'écran. Plus la carte de chaleur indique une section « chaude » (couleur claire) centrée sur une petite zone de la carte, plus l'utilisateur peut considérer qu'il est proche de la zone approximative de l'origine de l'interférence.

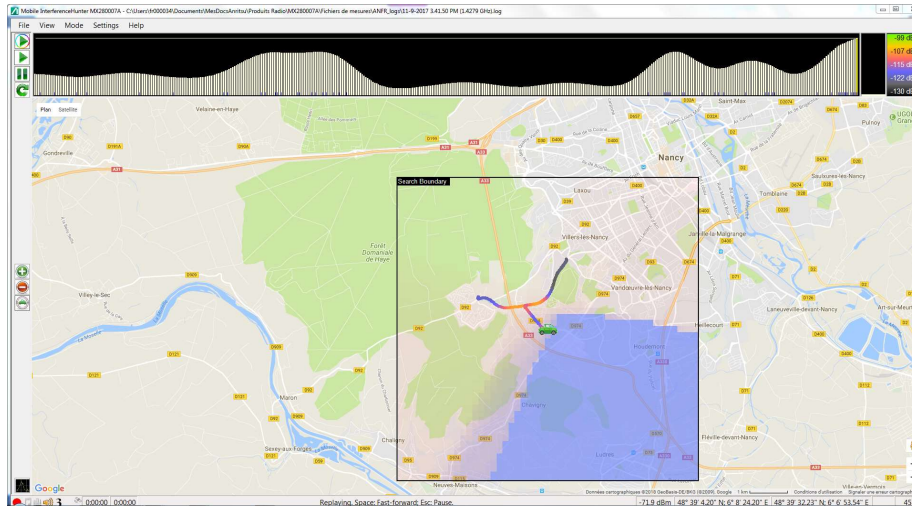


Figure 4. (a) Le mode « Scan Drive » montre la direction à faire prendre au véhicule pour effectuer d'autres acquisitions de données

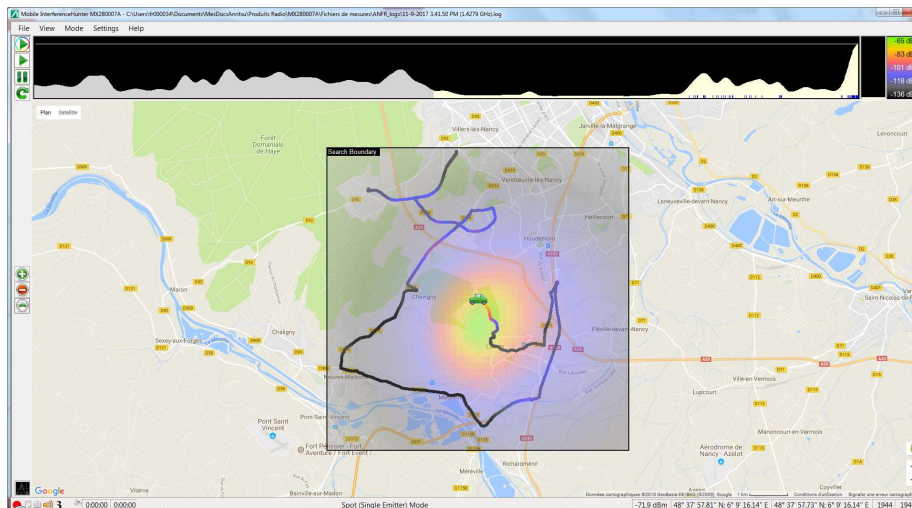


Figure 4. (b) Le mode « Spot Drive » du logiciel Mobile Interference Hunter montre la carte de chaleur indiquant où la source du signal est susceptible de se trouver

À ce stade, il est important de garder à l'esprit que toutes les mesures sont prises au niveau du sol, de sorte que le technicien devra toujours regarder autour et au-dessus de lui pour chercher des positions où la source de l'interférence pourrait se trouver au sommet d'une colline ou d'un bâtiment par exemple.

(5) - Isoler l'emplacement de la source de perturbation

Il y aura inévitablement quelques situations pour lesquelles le système mobile de recherche d'interférences ne pourra pas isoler avec exactitude l'emplacement du signal

perturbateur comme par exemple dans des zones inaccessibles à un véhicule. En dernier recours, dans ce type de situation, l'utilisateur devra utiliser une technique de mesure complémentaire appelée « Direction Finding (DF) », dans laquelle l'analyseur de spectre est connecté à une antenne directionnelle portable (voir fig. 5a) ainsi qu'à plusieurs accessoires complémentaires. La poignée de mesure portable de recherche d'interférences Handheld Interference Hunter™ MA2700A, par exemple, comprend un récepteur GPS, un compas électronique pour indiquer dans quelle direction elle pointe, un préamplificateur et un déclencheur pour enregistrer les vecteurs d'azimuts. Comme l'utilisateur aura paramétré l'analyseur de spectre pour mesurer la puissance de la porteuse de la fréquence d'interférence, il devra éventuellement arpenter l'emplacement estimé de la source et utiliser la méthode par triangulation pour situer la position exacte du signal. (voir fig 5b).



Figure 5. (a) Antenne directionnelle fixée à la poignée du système Interference Hunter, permettant de localiser la source d'un signal

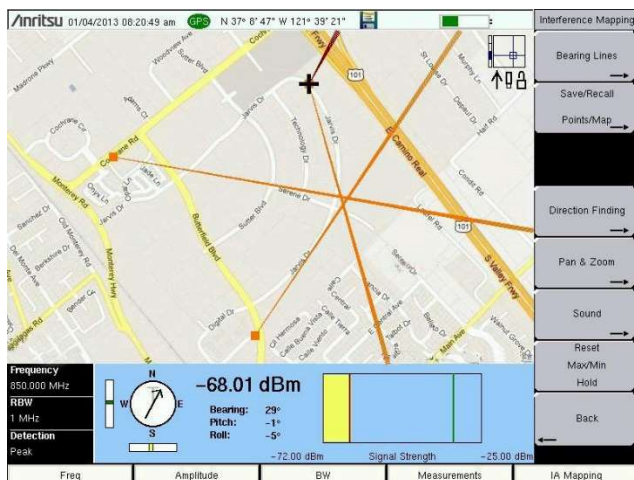


Figure 5. (b) Option de cartographie des interférences de l'analyseur de spectre MS2720T montrant trois azimuts différents se croisant à l'emplacement supposé du signal perturbateur

Conclusion

La localisation et la résolution des problèmes liés aux signaux d'interférence ne constituent une tâche triviale. C'est un processus qui requiert de la patience et de l'expérience. Les ingénieurs radio chargés d'effectuer cette tâche doivent suivre un processus strict pour éliminer la source d'un signal perturbateur. Selon la complexité du type de signal et ses occurrences, ce processus peut prendre plusieurs jours, voire plusieurs semaines. En utilisant les bons outils, il est possible de réduire considérablement le temps nécessaire pour trouver et éliminer une interférence. Cependant, dans certaines situations, l'expérience de l'ingénieur radio ne peut être remplacée lorsqu'il s'agit d'identifier et de localiser avec exactitude la source de tous les problèmes sur le réseau.

- fin -