

# Optimisation des réseaux monofréquence DVB-T/H avec l'analyseur TV R&S®ETL

L'exploitation maîtrisée des réseaux monofréquence DVB-T/H repose non seulement sur le bon fonctionnement de chaque émetteur TV mais également sur la parfaite observation des critères du réseau à l'intérieur de chaque zone de service. Doté de fonctions d'analyse étendues et conviviales, l'analyseur TV R&S®ETL contribue à assurer la haute qualité de transmission nécessaire tant au niveau de l'émetteur que dans la zone de service.

## Critères précis dans les réseaux monofréquence

Un des principaux atouts des standards de transmission TV numériques basés OFDM réside dans le fait qu'ils permettent à un ensemble d'émetteurs TV de fonctionner en réseau monofréquence (SFN – Single Frequency Network), lequel améliore la qualité de couverture, notamment dans les zones urbaines denses. Pour garantir le parfait fonctionnement d'un SFN, certains critères doivent être observés avec une très grande précision. Ainsi, tous les émetteurs DVB-T / DVB-H participants doivent émettre exactement sur la même fréquence, l'erreur maximum admise étant de 1 Hz (VHF/UHF). De plus grands écarts occasionneraient des canaux à variations temporelles dans la zone de service et par là même, une augmentation des erreurs binaires pour les récepteurs stationnaires et par conséquent, une diminution du rayon de couverture.

Des intervalles de protection temporels (intervalles de garde) – dont la durée dépend du mode de transmission choisi dans les normes DVB-T/H – sont en outre définis. Dans ces intervalles de garde, les récepteurs DVB-H et DVB-T sont à même de compenser les différences de temps de retard entre les signaux d'émission SFN reçus en direct et ceux reçus par réflexion. L'optimisation des réseaux SFN nécessite l'ajustement d'un certain temps de retard sur chaque émetteur pour que l'intervalle de garde puisse être respecté en tout lieu couvert par le réseau. Le non-respect de cet intervalle de garde, ne serait-ce que de quelques microsecondes, pourrait provoquer – pour de grandes zones de service notamment – des problèmes similaires à ceux rencontrés lors de dérives de la fréquence d'émission.



L'analyseur TV R&S®ETL démontre de nouveau qu'en sa qualité de solution « tout en un », il maîtrise toutes les mesures nécessaires à l'optimisation des réseaux monofréquence.

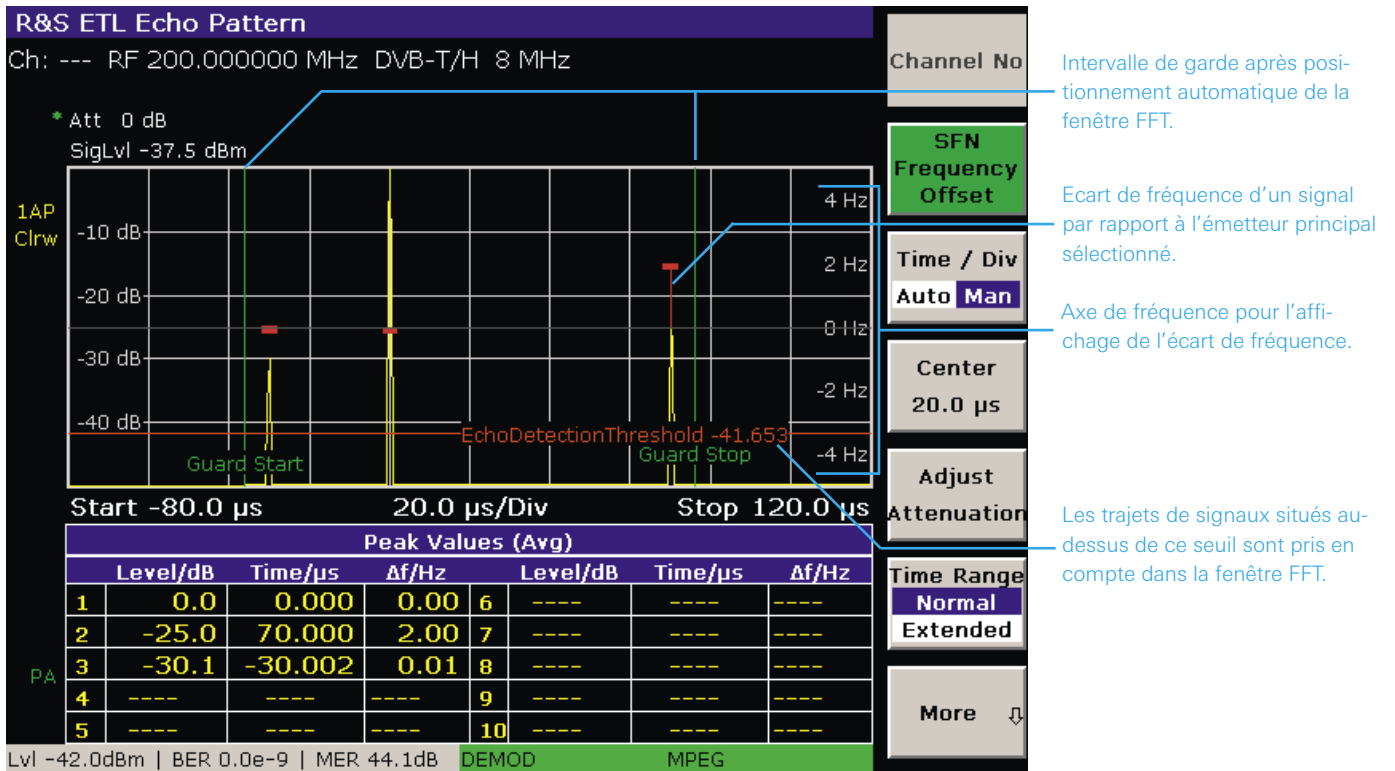


Fig. 1 L'option SFN Frequency Offset permet l'affichage précis des erreurs de la fréquence centrale ; cette option ajoute l'affichage de l'écart de fréquence à celle du « Echo-Pattern » (amplitude).

Un niveau de réception adéquat est en outre nécessaire pour garantir un rapport signal/bruit suffisamment élevé en vue d'assurer une réception parfaite. Le R&S®ETL offre des possibilités d'analyse précises pour chacun des trois critères – fréquence d'émission, temps de retard et niveau – et en présente les résultats dans une seule fenêtre de mesure.

### Analyse SFN d'un seul regard

Un seul regard sur la fenêtre de mesure « Echo Pattern » (fig. 1) du R&S®ETL permet de constater si les critères cités ci-dessus sont respectés dans un réseau SFN. Chaque émetteur SFN ainsi que les réflexions sont représentés clairement dans le domaine temporel. Deux lignes vertes indiquent distinctement le début et la fin de l'intervalle de garde choisi. Une fonction Zoom et Center facilite la navigation dans une trace pour pouvoir également analyser en détail les impulsions les plus petites et temporellement très proches les

unes des autres. De plus, jusqu'à quatre marqueurs peuvent être activés afin de déterminer les relations temporelles. Le tableau inséré sous le diagramme, lequel affiche une liste de jusqu'à dix impulsions triées au choix par niveau ou par retard, s'avère particulièrement utile. Les valeurs de niveau se rapportent alors à l'impulsion principale choisie comme référence. Pour les mesures de couverture notamment, les niveaux absolus des signaux d'écho représentant également un intérêt sur le site de réception, le R&S®ETL permet de choisir entre l'affichage relatif ou l'affichage absolu des niveaux.

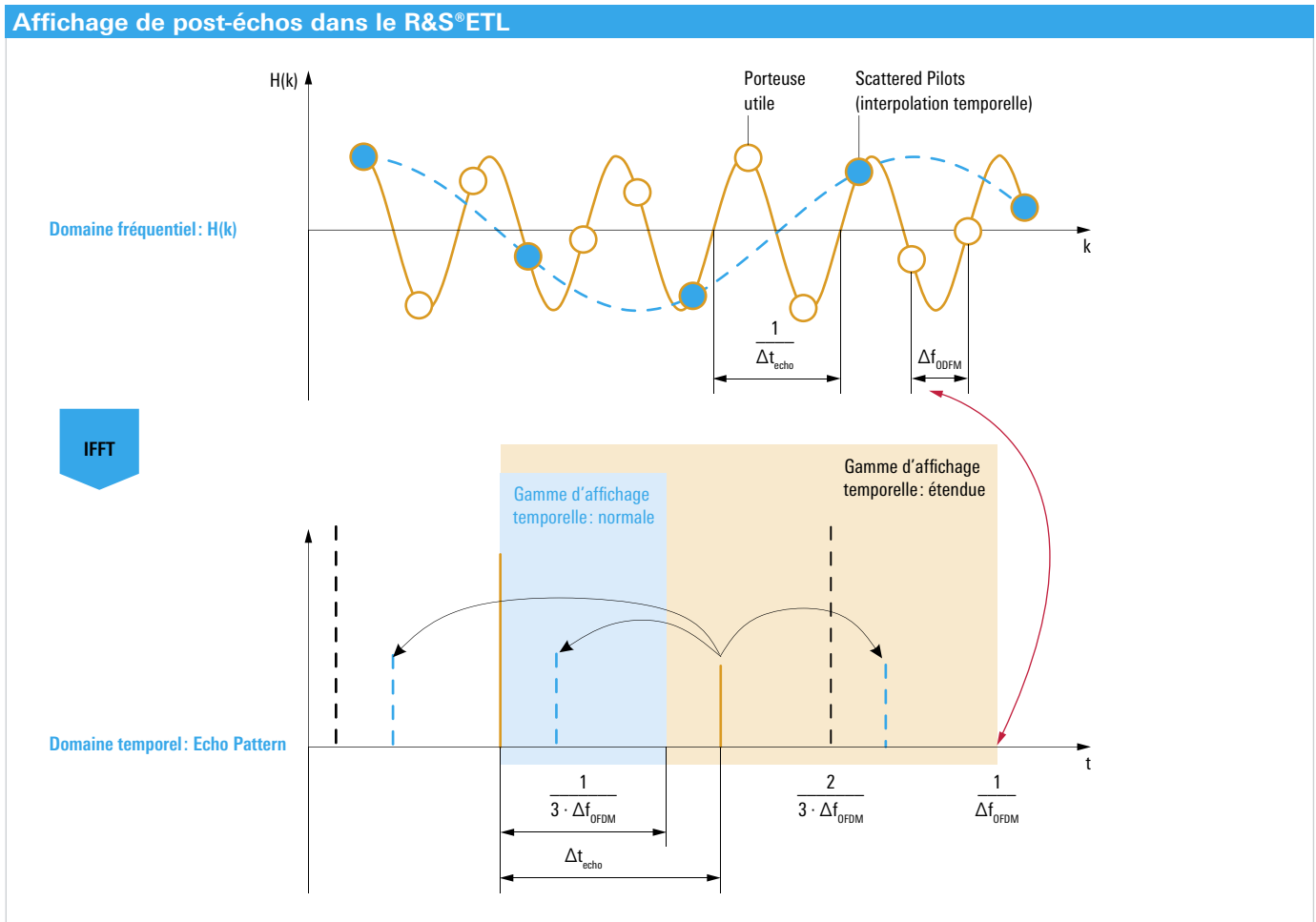
Les signaux DVB-T/DVB-H incluent des porteuses appelées pilotes dispersés (Scattered Pilots) utilisées pour l'estimation du canal dans le récepteur. Ces porteuses non modulées, après interpolation dans le domaine temporel, sont disponibles comme référence moyennée sur chaque troisième emplacement de porteuse OFDM de la plage de fréquence. L'évaluation du profil d'écho est réalisée par une transformée de Fourier rapide inverse (IFFT) de la réponse en fréquence

du canal dans le domaine temporel. Un point de référence n'étant disponible que sur chaque troisième emplacement de porteuse OFDM, le profil d'écho affiché dans le domaine temporel ne s'étend que sur un tiers de la durée symbole OFDM. Les impulsions à temps de retard situés en dehors de cette gamme d'affichage – cas pouvant se produire lors de conditions anormales de propagation – sont sous-échantillonnées dans le domaine fréquentiel par les porteuses pilotes (repliement du spectre), ce qui entraîne généralement une représentation erronée de l'impulsion dans l'affichage « Echo Pattern », à savoir avec un faible temps de retard (fig. 2). Une des particularités du R&S®ETL est sa gamme d'affichage temporelle étendue jusqu'à la durée symbole OFDM (brevet Rohde&Schwarz déposé), laquelle gamme affiche ces impulsions de faible niveau à juste titre comme des post-échos. Les problèmes provoqués par des propagations anormales sont ainsi clairement identifiés, permettant alors un classement correct des échos.

### Dérives de fréquence rapidement détectées

Pour que tous les émetteurs d'un SFN puissent émettre exactement sur la même fréquence, chacun d'entre eux est relié à un signal de référence GPS. Cette concordance fréquentielle de l'ensemble des émetteurs ne pouvait jusqu'ici être mise en évidence que par une mesure de fréquence fastidieuse sur chaque site émetteur : le récepteur de mesure lui-même devait être relié à un signal de fréquence de référence précis pour que la mesure puisse être réalisée avec une précision suffisante. Un procédé développé et breveté par Rohde&Schwarz apporte ici un remède efficace avec l'option « SFN Frequency Offset » R&S®ETL-K241 qui indique l'écart de fréquence de chaque signal par rapport à l'impulsion principale avec une précision de <0,3 Hz (fig. 1). Cet écart étant déterminé sous forme de valeur relative, un signal de fréquence de référence n'est pas nécessaire et la mesure

Fig. 2 Formation d'un sous-échantillonnage de la réponse en fréquence du canal par les porteuses pilotes dispersées (bleu) présentes dans le signal DVB-T / DVB-H en cas d'impulsion à temps de retard très important. Ce phénomène est généralement interprété à tort comme un écho proche. Un procédé implémenté dans le R&S®ETL complète l'information de fréquence du canal par des points de référence sur toutes les porteuses OFDM, ce qui étend la gamme d'affichage dans le domaine temporel du « Echo Pattern » jusqu'à la durée symbole OFDM (orange).



s'en trouve simplifiée. Le R&S®ETL peut de cette façon indiquer rapidement en tout lieu de la zone de couverture si un ou plusieurs émetteurs dérivent par rapport à la fréquence de l'émetteur principal.

### Synchronisation stable même dans des conditions de réception difficiles

L'analyse approfondie d'un signal DVB-T/DVB-H n'est possible que lorsque l'analyseur TV est synchronisé de façon fiable. Le R&S®ETL est doté d'un démodulateur pour DVB-T/DVB-H développé par Rohde&Schwarz et basé sur un concept novateur garantissant une synchronisation stable, même dans des conditions de réception difficiles. En général, pour l'extraction des porteuses OFDM, la fenêtre FFT est placée de telle sorte que le début de l'intervalle de protection coïncide avec le changement de symbole de l'impulsion principale ou du premier pré-écho, ce qui en cas de modification dynamique des conditions de réception peut rapidement conduire à une perte de la synchronisation.

Il n'en est rien avec le R&S®ETL : pour le positionnement de la fenêtre FFT, l'analyseur TV définit automatiquement et de façon continue un seuil de décision « EchoDetection-Threshold » en fonction de la qualité du signal et du mode de réception choisi « Fast/SFN » ou « Mobile ». Ce seuil est représenté par une ligne rouge (fig. 1). Tous les trajets d'écho ayant des niveaux de signal situés au-dessus du seuil sont intégrés dans la décision. Le R&S®ETL positionne alors la fenêtre FFT de telle façon que les distances soient égales entre le changement de symbole du tout premier trajet d'écho au début de l'intervalle de garde et celui du dernier trajet d'écho par rapport à la fin de l'intervalle de garde (fig. 3). L'assurance du maintien de la synchronisation lors d'un scénario « mouvementé » s'en trouve ainsi considérablement augmentée. Cette caractéristique permet également au R&S®ETL d'être parfaitement approprié pour les applications en mesures mobiles.

L'analyseur TV R&S®ETL démontre de nouveau qu'en sa qualité de solution « tout en un », il maîtrise toutes les mesures nécessaires à l'optimisation des réseaux monofréquence.

Werner Dürport; Martin Hofmeister

Fig. 3 Un nouveau procédé de positionnement de la fenêtre FFT dans le R&S®ETL assure que l'analyseur TV est toujours synchronisé, même en cas de conditions de réception difficiles.

