

Outils pour le DVB-T (TNT). Réponse impulsionnelle et réponse fréquentielle

Deux nouveaux outils de mesure ont été développés pour les mesureurs mediaMAX EVO (à partir de la version 5.6.1) et mediaMAX EVO S2 (à partir de la version 1.4.1).

Ces outils sont la ***réponse impulsionnelle*** et la ***réponse fréquentielle***. Ils permettent une meilleure vérification de la qualité des signaux reçus. Ces outils sont liés et permettent d'observer des phénomènes similaires avec deux approches légèrement différentes.

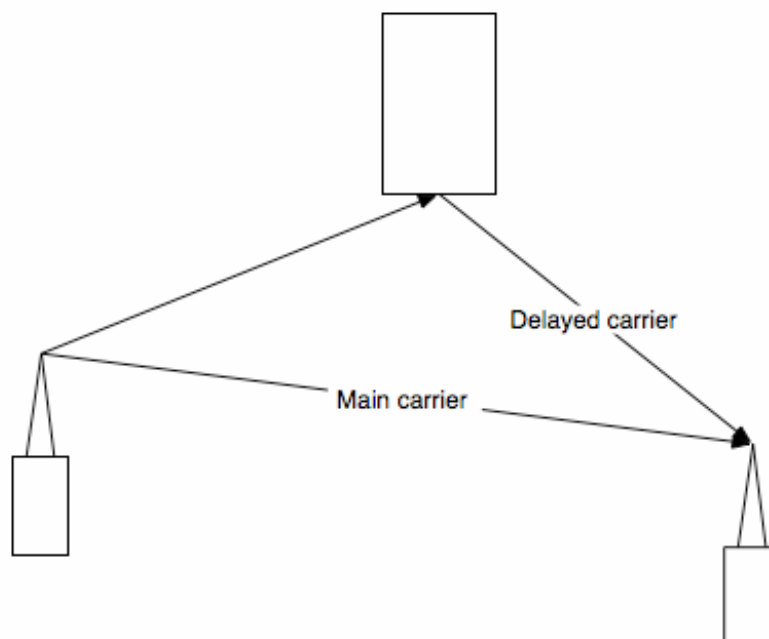
Ces outils se trouvent dans le menu ***DVB T*** : accès par ***Tools -> DVB-T***

La fonction de réponse impulsionnelle permet de surveiller la distribution de la puissance des porteuses dans le temps, tandis que la fonction de réponse fréquentielle permet de surveiller la C/N numérique de chacune des porteuses d'un signal DVB-T.

Réponse impulsionnelle :

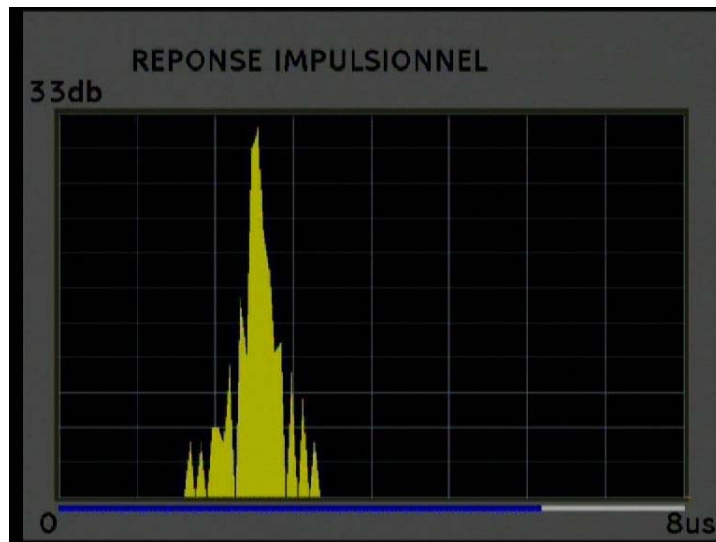
L'outil de réponse impulsionnelle affiche la distribution temporelle de puissance des porteuses reçues par le mesureur.

Dans le cas d'une transmission idéale, toute la puissance reçue arrive au récepteur (en l'occurrence votre mesureur) au même moment. Dans des conditions réelles, l'antenne reçoit le signal direct provenant de l'émetteur, mais elle reçoit aussi des échos ou des rebonds du même signal, à cause des réflexions sur des obstacles (bâtiments, montagnes...)

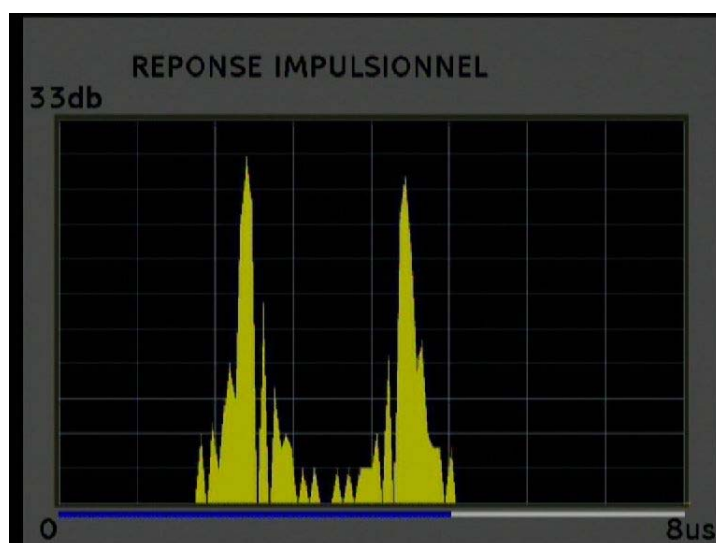


Le signal total est la somme de tous les signaux reçus : la porteuse principale plus les signaux reçus par "rebonds". Ces signaux reçus par "rebonds" arrivent avec du retard, étant donné qu'ils parcourent une plus grande distance avant d'atteindre l'antenne. Le standard de modulation DVB-T prévoit un **Intervalle de Garde** (IG) qui permet de protéger le signal principal de ces signaux reçus avec du retard (dans une certaine limite, limite fixée par les paramètres de transmission).

L'image suivante montre un signal DVB-T quasi parfait : on peut voir que la puissance est concentrée en un seul point, ce qui signifie que toute la puissance est reçue au même instant.



L'image suivante montre au contraire une porteuse avec un écho important reçu environ 2 µs après le signal principal.

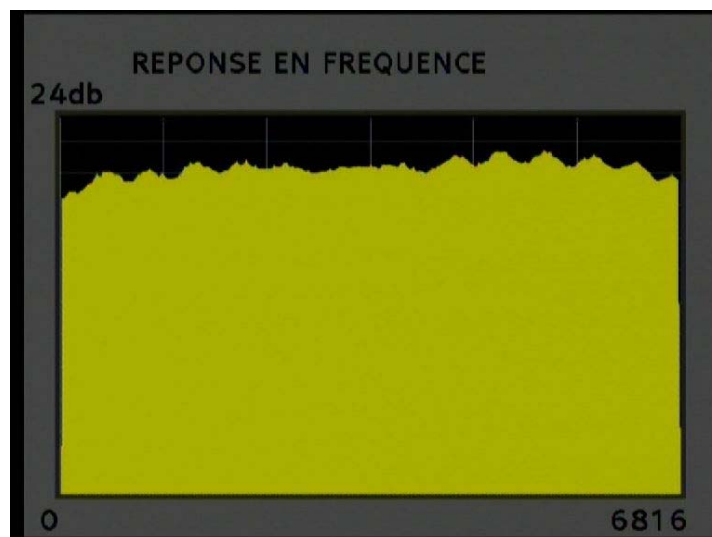


Dans ce cas, bien que le signal reçu en écho ait une puissance semblable à celle du signal direct, le récepteur arrivera à décoder le signal TV sans problème grâce à l'intervalle de garde.

Réponse fréquentielle :

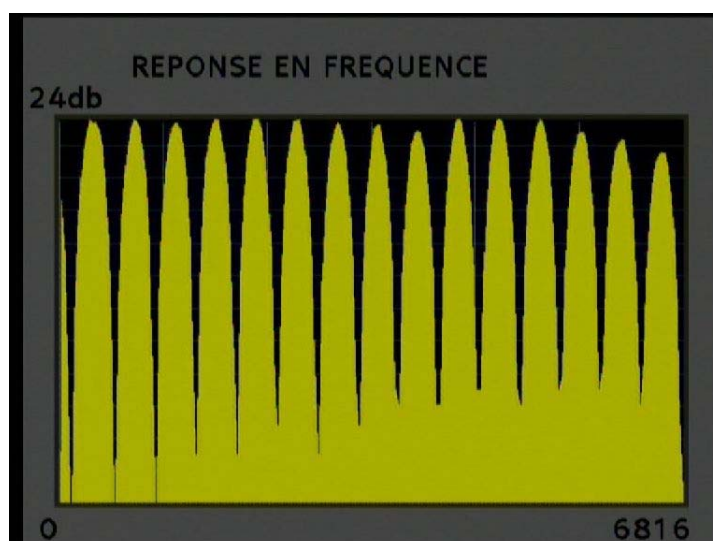
L'outil de réponse fréquentielle permet de surveiller le C/N (rapport signal/bruit) de chacune des porteuses qui composent un multiplex DVB-T. Les échos ou rebonds peuvent aussi être vus sur ce graphique, mais avec une interprétation différente.

L'image suivante montre un signal DVB-T quasi parfait : toutes les porteuses ont un niveau semblable, on ne peut quasiment pas les distinguer.



La réponse fréquentielle est pratiquement plane pour toutes les porteuses (6816 porteuses en mode 8K en DVB-T). Ceci signifie que toutes les porteuses disposent d'un très bon C/N.

L'image suivante montre au contraire la réponse fréquentielle d'un signal avec un écho arrivant avec 2 μ s de retard, l'écho ayant un niveau de puissance semblable à celui de la porteuse principale.

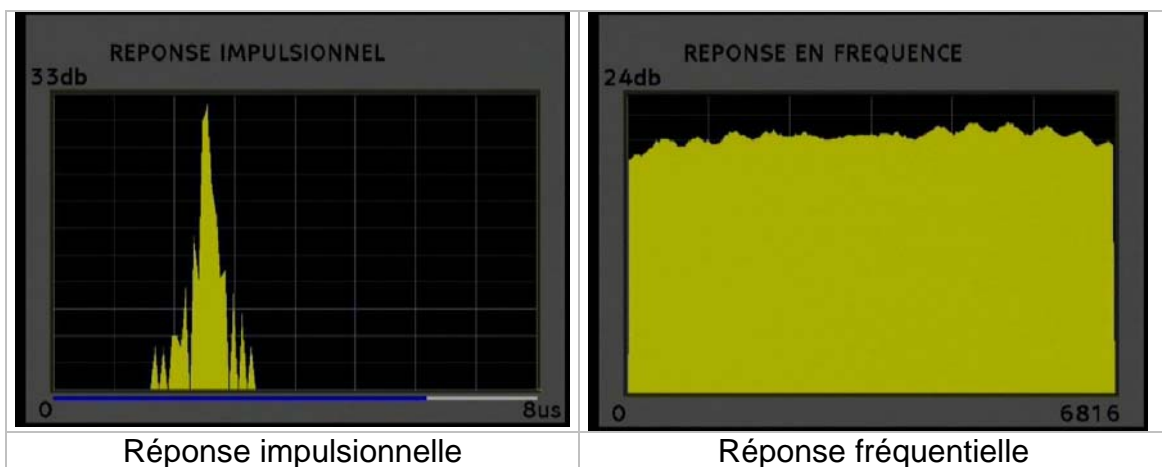


Cette image correspond à une réponse en fréquence typique lorsqu'il y a un écho ou un rebond très net en réception.

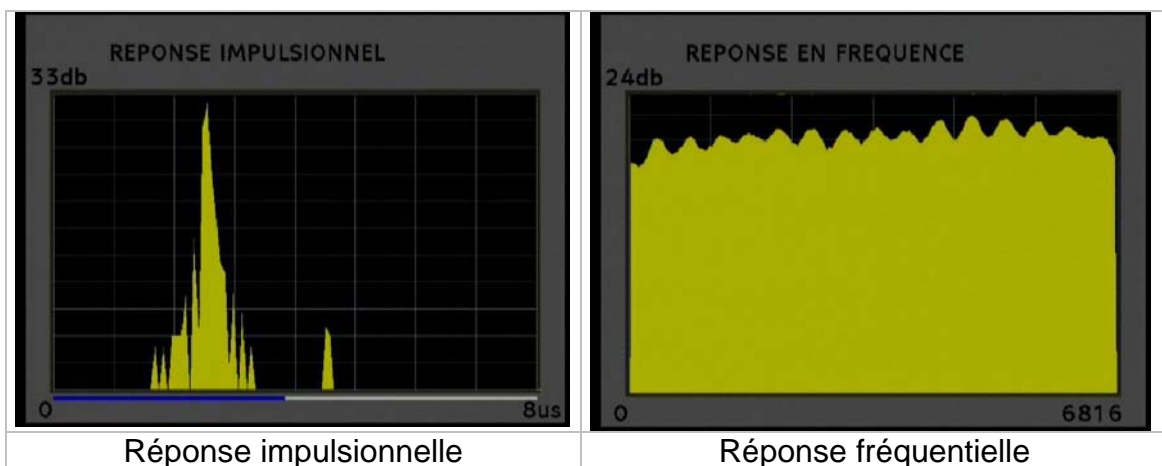
Rapport entre réponse fréquentielle et réponse impulsionnelle

Les exemples suivants illustrent la façon dont se présentent différents signaux avec les deux outils :

Signal DVB-T à la sortie d'un modulateur :

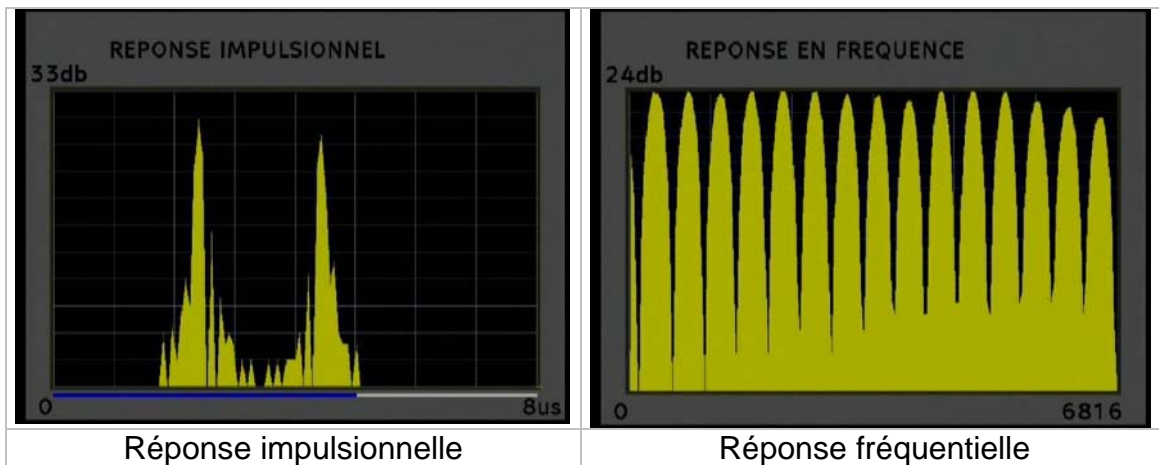


Signal DVB-T avec un écho retardé de 2 μ s. La puissance du signal d'écho est plus petite que celle du signal principal.



Ici la porteuse "de rebond" a un niveau inférieur de 24 dB par rapport au signal principal. La réponse fréquentielle est bonne, mais on peut déjà observer un début "d'ondulation".

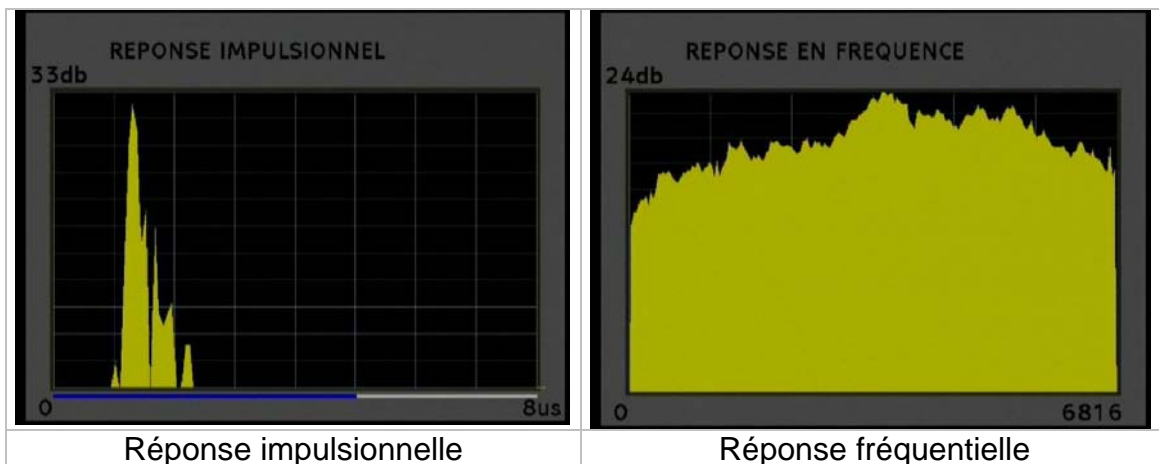
Signal DVB-T avec un écho retardé de 2 μ s. La puissance du signal d'écho est semblable à celle du signal principal.



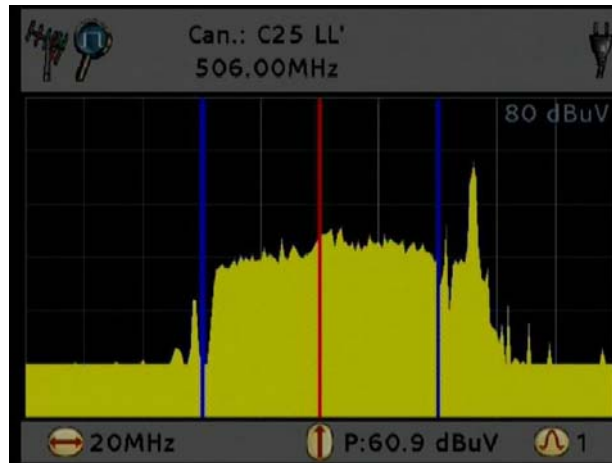
Ici la porteuse "de rebond" présente un niveau inférieur de seulement 2dB par rapport au signal principal. Dans la réponse fréquentielle on observe clairement l'ondulation due à l'écho, mais même ainsi le C/N reste suffisamment bon pour que le signal DVB-T puisse être décodé.

Les deux cas étudiés jusqu'à maintenant correspondent à des signaux générés par un modulateur COFDM professionnel, de sorte que ces signaux peuvent être considérés comme quasiment "idéaux". Dans des conditions réelles, les signaux sont différents, comme vous pouvez le voir ci-dessous.

Signal DVB-T réel de bonne qualité

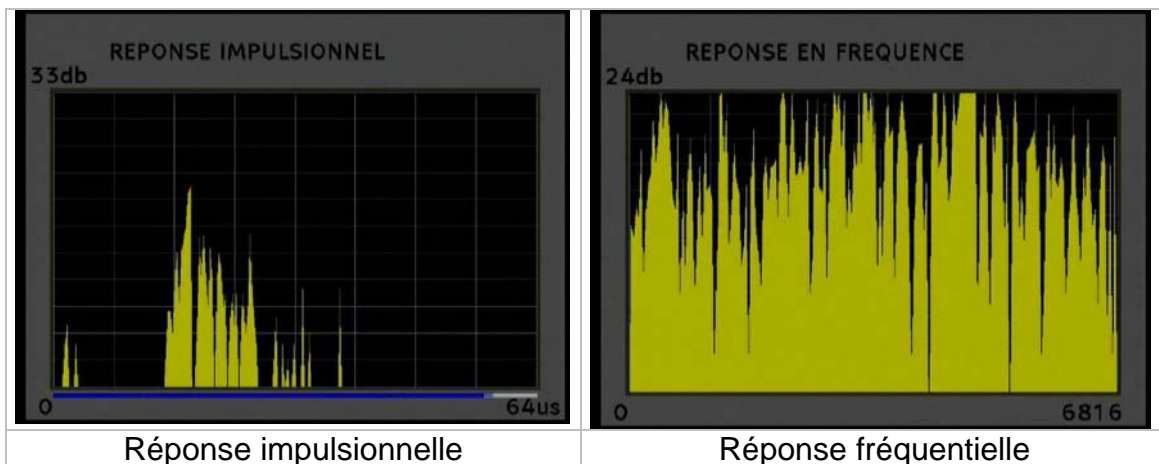


Les images ci-dessus nous montrent une porteuse légèrement plus distordue que celle générée à l'aide du modulateur. Ceci est dû à la transmission aérienne, qui crée ce type de réponse. La distorsion est plus visible avec la réponse fréquentielle qu'avec la réponse impulsionnelle.



L'image ci-dessus montre le même signal mais en mode spectre. On peut constater que la réponse fréquentielle et le spectre sont semblables, mais la réponse fréquentielle permet d'observer les porteuses DVB-T avec une meilleure résolution.

Signal DVB-T réel de mauvaise qualité



Dans l'exemple ci-dessus, le signal capté a parcouru une longue distance et arrive très déformé. On reçoit également des signaux de rebonds et des échos avec des retards importants (environ 40 μ s). Même avec une telle distorsion, le signal reste valide (qualité proche de 30%) grâce à un intervalle de garde très protecteur (1/4).

Quand utiliser ces outils?

La réponse impulsionnelle est un outil utile lors de pointage d'antennes dans des conditions de réception délicates : il permet de trouver les directions qui vont minimiser la puissance des échos et des rebonds.

La réponse fréquentielle facilite la surveillance de la qualité des signaux : il est plus facile d'observer le graphique généré par la réponse fréquentielle que de contrôler des valeurs numériques des mesures directes de C/N. La réponse fréquentielle peut aussi s'avérer très utile pour le réglage de filtres étroits.

Note : Si des échos ou des rebonds sont reçus en dehors de l'intervalle de garde, le signal sera quasiment impossible à décoder. Le tuner aura en effet beaucoup de mal à verrouiller la porteuse, par conséquent le mesureur ne sera pas capable d'analyser le signal.

Durée de l'intervalle de garde

La durée de l'intervalle de garde dépend du type de modulation utilisée, de la largeur de bande du signal (6, 7 ou 8 MHz) et finalement du paramètre d'intervalle de garde lui-même. Les tableaux suivants présentent la durée des intervalles de garde en μs pour chacune des combinaisons possibles.

Pour les signaux de 8 MHz

Mode	8K (6817 porteuses)				2K (1705 porteuses)			
IG	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Durée	224 μs	112 μs	56 μs	28 μs	56 μs	28 μs	14 μs	7 μs

Pour les signaux de 7 MHz

Mode	8K (6817 porteuses)				2K (1705 porteuses)			
IG	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Durée	256 μs	128 μs	64 μs	32 μs	64 μs	32 μs	16 μs	8 μs

Pour les signaux de 6 MHz

Mode	8K (6817 porteuses)				2K (1705 porteuses)			
IG	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Durée	298,7 μs	149,3 μs	74,7 μs	37,3 μs	74,7 μs	37,3 μs	18,7 μs	9,3 μs

Comment connaître l'IG d'un signal lorsque le mesureur est réglé en mode AUTO?

Vous pouvez obtenir cette information grâce à l'écran **Mode Moniteur** : accès à cet écran par **Tools -> DVB-T -> Mode Moniteur**. Tous les paramètres du signal y sont indiqués.

En connaissant l'intervalle de garde du signal reçu, son mode de transmission et sa largeur de bande, il est possible de vérifier si les échos ou les rebonds sont compris dans l'IG et s'il y a de la marge avant qu'ils n'affectent le signal principal.

Par exemple : pour une transmission en 8K avec un IG de $\frac{1}{4}$ et une largeur de bande de 8MHz, la durée de l'IG est de 224 μs . A l'intérieur de cette période de temps, le signal est "protégé" contre les échos reçus, bien que ces échos dégradent tout de même la qualité du signal.