

Méthode de test pour évaluer les récepteurs de TNT vis-à-vis du bruit impulsionnel

Auteurs : E. Nicolas (emmanuel.nicolas@tdf.fr), G. Fichaux (gerard.fichaux@tdf.fr), S. Miotto (sylvain.miotto@tdf.fr)

TDF
1 rue Marconi
57078 METZ Cedex 3
Tél. : + 33 (0)3.87.20.75.00
Fax : + 33 (0)3.87.76.33.63

1 INTRODUCTION

L'évolution de la radiodiffusion vers le numérique rencontre un type de perturbateur particulièrement gênant : le bruit impulsionnel (BI). Jusqu'à aujourd'hui, ce phénomène était toléré par les téléspectateurs, car en réception analogique hertzienne les effets parasites sont restreints (points blancs sur l'écran). Ces perturbateurs, appelés bruits impulsionnels, proviennent essentiellement des allumages de moteurs à explosion, des thermostats, des commutateurs, etc. Par contre pour un signal TV numérique, ils dégradent de par leur large occupation spectrale une quantité importante de porteuses du signal utile (donc d'informations) nécessaires à la reconstitution de l'image. Ainsi, dans le cas d'une réception TV numérique, des gênes de plusieurs secondes de type effet de blocs, gel d'images, écran noir, peuvent survenir de manière aléatoire et répétée en présence de BI. Il s'agit bien d'un problème de CEM d'un produit par rapport à son environnement.

Plusieurs types d'installations conduisent à un couplage plus ou moins important, suivant que l'antenne de réception se trouve sur le toit ou si celle-ci est une antenne d'intérieur. Dans le premier cas, les perturbateurs impulsionnels seront liés à l'environnement extérieur de l'habitation (voitures, motocyclettes,...), dans le second cas, les perturbateurs se trouvent à l'intérieur (appareils électrodomestiques) ou dans un voisinage très proche.

A travers ses études sur le bruit impulsionnel, TDF considère celui-ci comme un perturbateur extrêmement gênant et qu'il faut prendre en compte en CEM. Les normes sur les appareils électrodomestiques, étant ce qu'elles sont, avec des équipements souvent très bon marché, il est difficile (voire impossible) de limiter le rayonnement perturbateur de ces produits. Une alternative pourrait être de profiter de l'évolution de la télévision vers le numérique pour faire évoluer la norme "produit" des récepteurs de radiodiffusion (CISPR 20), afin qu'elle intègre des spécifications d'immunité vis-à-vis de ce type de perturbateur.

En l'absence d'une telle volonté aujourd'hui, il nous apparaît alors urgent de disposer de moyens de test permettant de caractériser les récepteurs pour la TNT et de comparer leurs performances respectives vis-à-vis du bruit impulsionnel. Grâce à la méthode présentée ici, les laboratoires de test (Fnac, 60 millions de consommateurs, Que Choisir,...) seront en mesure de caractériser les différents produits proposés sur le marché grand public et ainsi de guider le consommateur dans son choix de récepteur. Ce choix est d'autant plus important si le récepteur est utilisé avec une antenne d'intérieur qui recevra également les rayonnements parasites à proximité. Ce mode de réception de la TNT, appelé portabilité en visant une qualité d'image excellente quel que soit l'endroit du récepteur, pourrait alors amener plus de désagréments que d'avantage.

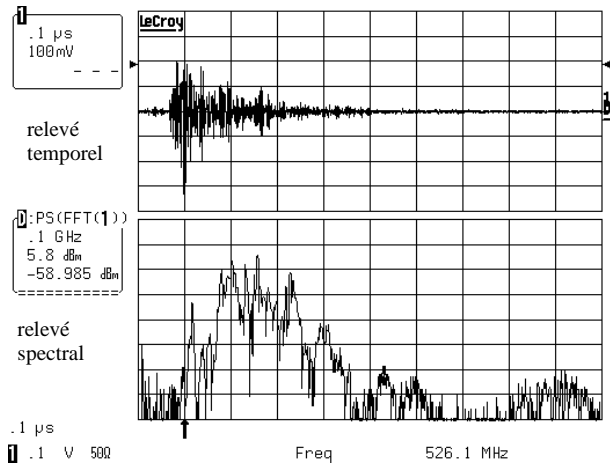
TNT : Télévision Numérique Terrestre

2 Dégradation subjective d'une réception TNT

2.1 Exemple de bruit impulsionnel - perturbateurs potentiels



L'allume-gaz piézo-électrique



Le bruit impulsif généré par des appareils électrodomestiques se caractérise par leurs relevés temporel et fréquentiel. Des impulsions très courtes et par conséquent une large occupation spectrale

2.2 Dégradation subjective d'un signal DVB-T par des perturbateurs domestiques

Les campagnes d'essais menées à Tdf ont permis de caractériser la dégradation de l'image engendrée par un perturbateur impulsionnel pour différentes configurations du récepteur et niveaux de réception de la TNT.

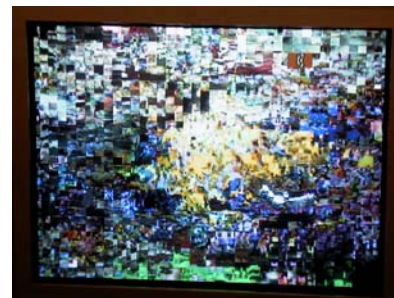
Types de défauts observés sur une image



1. Restitution correcte



2. Blocs erronés soutenus



3. Blocs erronés très soutenus.

Observation de la dégradation de l'image (réception du signal TNT avec une antenne d'intérieur)

Tableau 1 : réception d'un signal TNT en bande V.

Réception avec un niveau minimum (35 dBμV/75W)			Réception avec un niveau nominal (55 dBμV/75W)			Réception avec un niveau maximum (70 dBμV/75W)		
Allume gaz	Aspirateur	Sèche cheveux	Allume gaz	Aspirateur	Sèche cheveux	Allume gaz	Aspirateur	Sèche cheveux
Gel de l'image	Gel de l'image	Gel de l'image	Gel de l'image	Gel de l'image	Correcte	Correcte	Correcte	Correcte

Tableau 2 : réception d'un signal TNT en bande III.

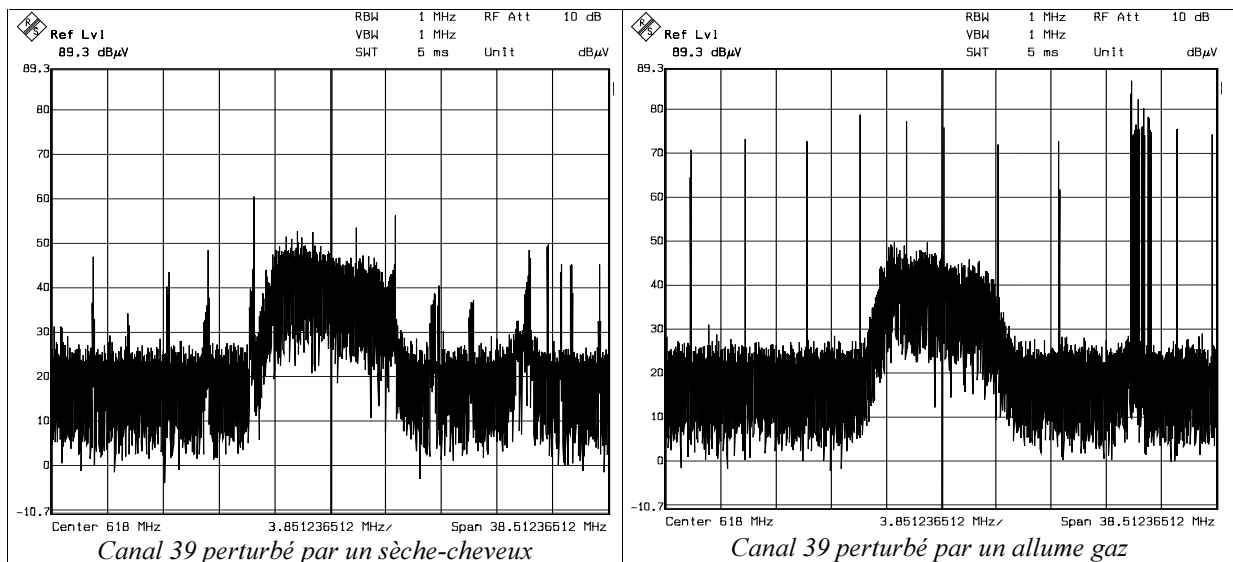
Réception avec un niveau minimum (35 dB μ V/75W)			Réception avec un niveau nominal (55 dB μ V/75W)			Réception avec un niveau maximum (70 dB μ V/75W)		
Allume gaz	Aspirateur	Sèche cheveux	Allume gaz	Aspirateur	Sèche cheveux	Allume gaz	Aspirateur	Sèche cheveux
Blocs très soutenus	Blocs très soutenus	Blocs très soutenus	Blocs soutenus	Correcte	Correcte	Correcte	Correcte	Correcte

Configuration TNT :

- Canal 39 (618 MHz en bande V) et canal 7 (194.75 MHz en bande III)
- Profil de modulation : OFDM, 64QAM
- Nombre de porteuses : 8k
- L'intervalle de garde : 1/32
- Le rendement du code convolutif : 2/3
- Le débit utile : 24,128 Mbit/s

2.3 Interprétation

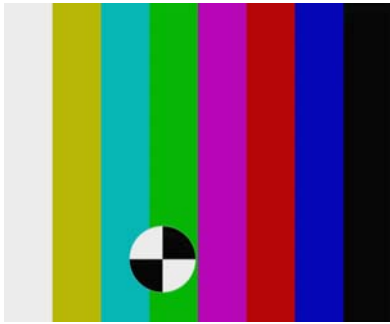
Le signal de réception TNT, déjà dégradé par les trajets multiples (échos et affaiblissement), est perturbé par des raies parasites qui viennent détruire des porteuses nécessaires au décodage de l'image numérique. Lorsqu'il y a apparition de blocs ou gel d'image, cela signifie que le récepteur n'est plus en mesure de décoder l'image et que par conséquent trop d'éléments binaires sont erronés. Le point de rupture s'appelle SFP (Subjective Failure Point).



3 Méthode de test

Afin de pouvoir qualifier la dégradation de l'image (et éventuellement le son) par le bruit impulsionnel, il est nécessaire de disposer d'une image de référence composée ici d'une mire numérique avec en objet circulaire en mouvement ainsi que d'un signal de test permettant de simuler le perturbateur.

3.1 Signal test pour une analyse subjective de l'image



Mire vidéo DVB : cette mire représente une mire de barres couleurs qui intègre un élément circulaire N&B se déplaçant horizontalement. Elle a été retenue dans le rapport technique de l'amendement A2 de la norme CISPR 20. Voir le rapport technique CISPR 29 disponible auprès de l'UTE.

UTE : Union Technique de l'Electricité

3.2 Signal test pour généré du bruit impulsionnel

Pour évaluer l'immunité du récepteur il est nécessaire de disposer d'un signal de test représentatif du bruit impulsionnel et qui soit reproductible d'un essai à l'autre.

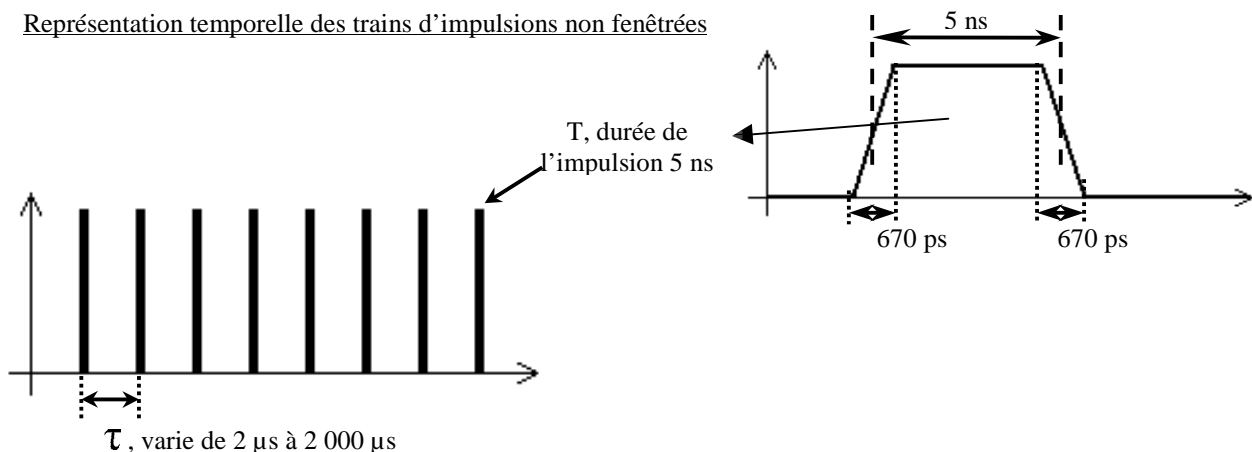
Le signal test retenu par Tdf a été élaboré à partir des formes d'ondes se rapportant à des thermostats ou des allumages de moteurs à explosion qui ont déjà fait l'objet d'études*.

Type de BI	thermostat	Allumage de voiture
durée de l'impulsion	5 ns	5 ns
durée entre 2 impulsions	2 μ s	2 μ s
durée des impulsions	50 μ s	150 μ s
période	10 ms	10 ms

*Ces signaux ont été proposés initialement par un groupe de travail du Digital TV Group (DTG).

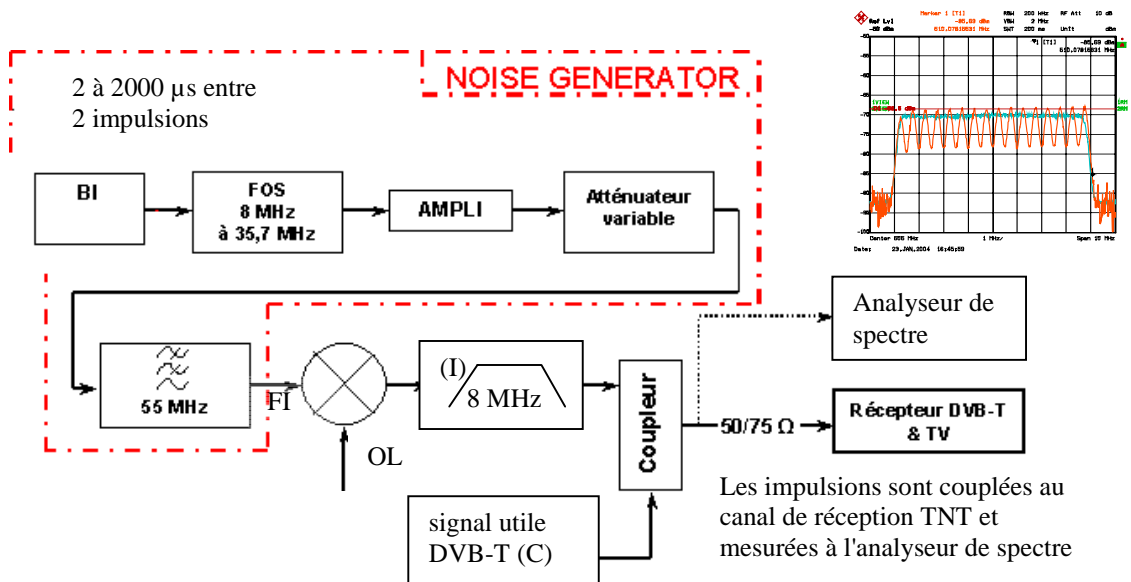
Les caractéristiques retenues par Tdf pour ce signal test sont obtenues en fixant la durée d'une impulsion à 5 ns et en rendant variable la durée (T) entre deux impulsions de 2 à 2000 μ s. Ainsi la brièveté des impulsions nous assure un spectre quasiment plat sur environ 80 MHz puis une décroissance en $\sin x / x$. La fréquence de répétition des impulsions varie alors de 500 kHz (T=2 μ s) à 500 Hz (T=2000 μ s) et permet de prendre en compte la plupart des perturbateurs de type impulsionnel.

Représentation temporelle des trains d'impulsions non fenêtrées



3.3 Banc de mesure

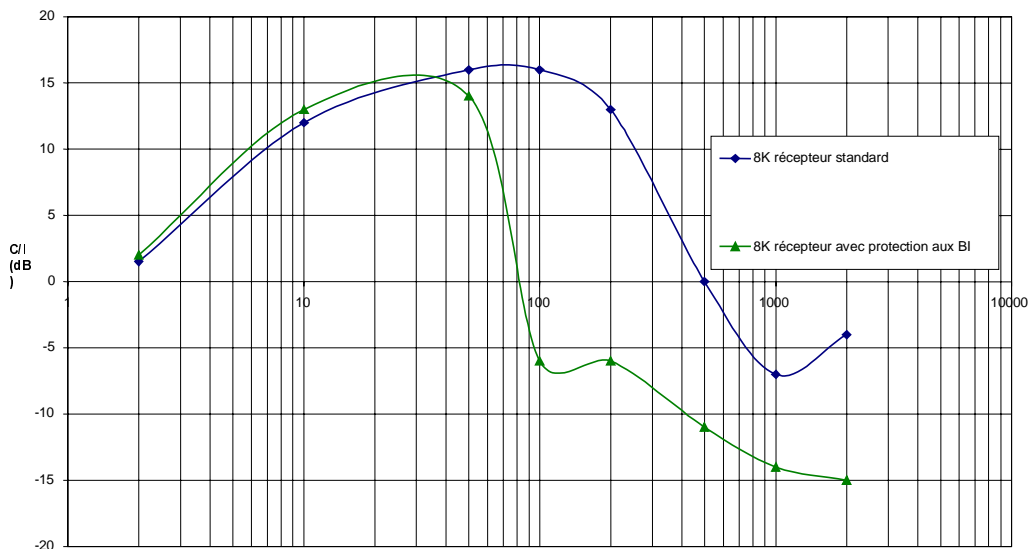
Afin de pouvoir tester différents canaux du récepteur DVB-T, il est nécessaire de transposer le spectre du BI en prélevant une bande de 8 MHz autour de 36 MHz. Le niveau de bruit impulsionnel ainsi transposé est ajusté par l'atténuateur variable jusqu'au seuil de dégradation (point SFP) de la mire numérique définie au paragraphe précédent. Le résultat est donné en terme de rapport de protection C/I entre le signal perturbateur (I) et le signal utile (C).



3.4 Exemple de relevé de mesures

Mesure du C/I dans un canal TNT en fonction de la durée entre deux impulsions							
Mode de réception 8K		Durée entre deux impulsions (2 à 2000 μ s)					
Récepteur TNT	Canal de réception	2	20	2000
modèle xxxxxx	B III, C 7						
	B IV, C 21						
	B V, C 45,						
	B V, C 69						

3.5 Graphes des mesures



Commentaires : Pour T=100 μ s le gain apporté par un récepteur avec un module de protection au BI est ici de 22 dB.

3.6 Interprétation

Contrairement à un signal utile analogique, le rapport C/I peut être négatif pour un signal DVB-T sans que l'on observe une altération du signal utile. En effet, un rapport de C/I négatif signifie que l'interférent (I) est supérieur au signal utile (C). Cela s'explique par le fait que lorsque l'interférent est un signal impulsionnel peu répétitif dans le domaine temporel ($\tau > 500 \mu\text{s}$) ou avec un spectre peu dense dans le domaine fréquentiel ($\tau < 2 \mu\text{s}$), le décodeur de Viterbi interne au récepteur peut corriger les erreurs introduites dans le flux TS (Transport Stream) du signal utile.

Au contraire, un rapport de C/I positif signifie que l'interférent (I) est perturbant pour le signal utile (C). Il y a destruction des symboles OFDM, le décodeur de Viterbi n'est plus en mesure de corriger les erreurs de transmission pour retrouver un flux TS exploitable. Il y a alors apparition de bloc ou gel d'image (point SFP).

4 Conclusion

Les mesures effectuées par Tdf montrent bien une différence entre les récepteurs TNT vis-à-vis du bruit impulsionnel. Cette méthode de test simple et rapide permet d'évaluer l'immunité des récepteurs TNT de manière fiable et reproductible.

Certains récepteurs intègrent une solution (module de protection aux BI) pour limiter les effets du BI. Cette méthode de test permet de mettre en évidence l'efficacité d'un tel module et donc de distinguer les récepteurs en fonction de leurs performances respectives (même si ceux-ci semblent optimisés pour une plage relativement restreinte de durées d'impulsions), ce qui devra être pris en compte lors du rendu des performances.

En conclusion, cette proposition de méthode de test permettrait aux laboratoires d'estimer la robustesse des récepteurs TNT mis sur le marché et de conseiller le consommateur notamment dans le cadre d'une réception "portable", c'est à dire avec une antenne d'intérieur, en privilégiant le récepteur présentant la meilleure robustesse vis-à-vis du bruit impulsionnel.

A travers les résultats de ces mesures et les plaintes éventuelles qui seraient rencontrés chez les téléspectateurs, il sera peut-être envisageable de "normaliser" un seuil d'immunité minimum face à ces perturbateurs de type impulsionnel.