



# Immunité des Adaptateurs TNT

Proposition de test face aux bruits impulsionnels

**Emmanuel NICOLAS**  
**TDF, 1 rue Marconi, 57070 Metz**  
**[emmanuel.nicolas@tdf.fr](mailto:emmanuel.nicolas@tdf.fr)**

# SCHÉMA de la TNT

## > Production TNT

- 6 multiplexes de 5 à 6 services de télévision soit 33 programmes TV

Editeurs de programmes    Opérateurs de multiplexes



Multiplexes

## > Transmission TNT

- Vers les émetteurs par :
  - satellite
  - faisceaux hertziens



Tour faisceaux hertziens

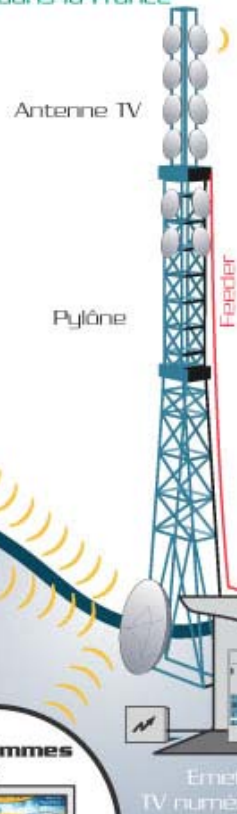


Programmes locaux



## > Diffusion TNT

- Emetteurs TV numériques répartis dans la France entière



Antenne TV

Pylône



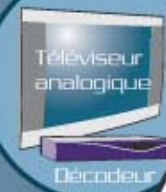
Emetteur TV numérique

## > Réception TNT

- Réception individuelle et collective avec la même antenne rateau que l'analogique

Réception individuelle et collective

- le décodeur permet :
- le démultiplexage
  - le décodage
  - le décryptage (chaînes à péage)



Téléviseur analogique

Décodeur



Téléviseur numérique



Images et son de qualité DVD



La portabilité permet la réception sans être relié à l'antenne du toit (l'antenne fouet intégrée suffit)

# Sommaire

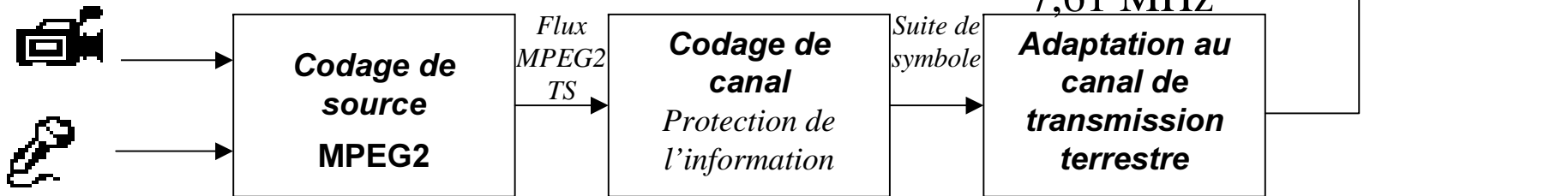
---

- rappel sur la modulation OFDM
- environnement & bruit impulsionnel
- exemples de sources impulsionnelles
- dégradation subjective d'un signal DVB-T
- comment simuler du bruit impulsionnel ?
- rapport de protection C/I
- résultats et conclusion
- préconisations

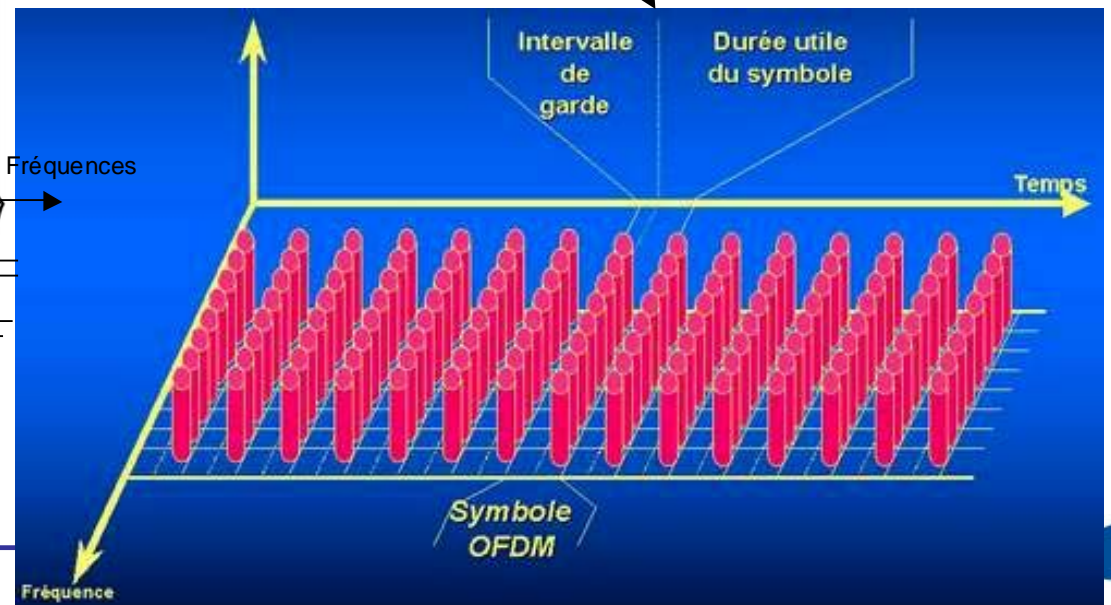
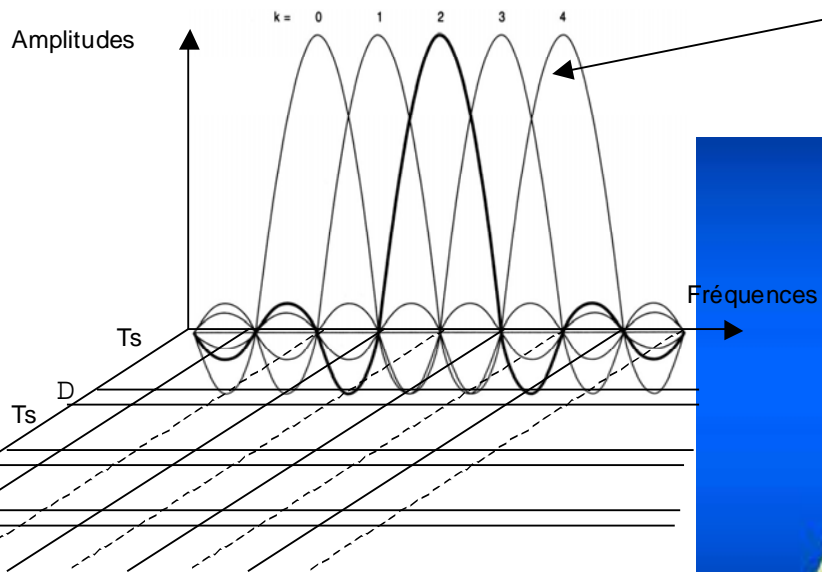
# La Modulation TNT

codage Reed-Solomon

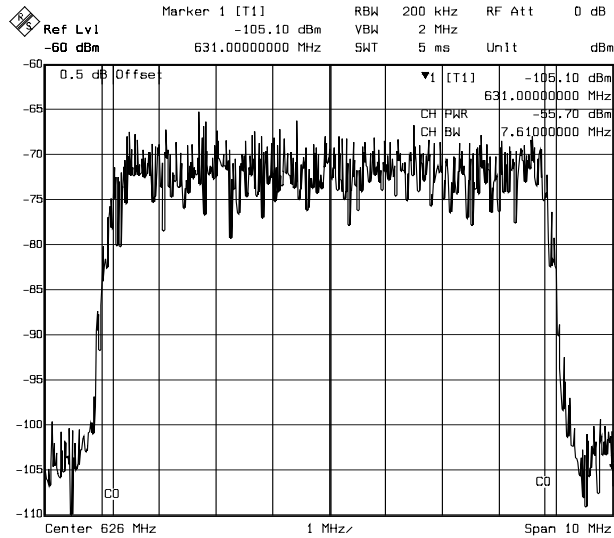
codage convolutif (débit Viterbi)



mode 8K:6817 porteuses



# La Modulation COFDM



signal utile DVB-T  
dans le canal 40

Calcul du débit d'information :

$$D = \frac{188}{204} \cdot R \cdot nbrport \cdot nbrbitport \cdot \frac{1}{T}$$

$R$  : rendement du code convolutif.

$nbrport$  : nombre de porteuses.

$nbrbitport$  : nombre de bits/porteuses

$T$  : durée totale de la trame ( $D + Tu$ ).



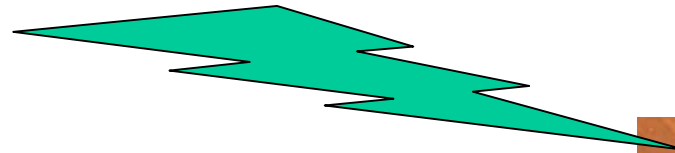
PARAMETRES		CANAL DE TRANSMISSION (7,61 MHz)								
Porteuses pour véhiculer le signal		Mode 2K 1705 porteuses				Mode 8K 6817 porteuses				
Nombre de porteuses utiles par symbole		1512				6048				
Durée symbole utile $T_u$		224µs				896µs				
Ecart entre 2 porteuses		4 464 Hz				1 116 Hz				
Intervalle de garde / $T_u$		1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32	
Durée intervalle de garde		56µs	28µs	14µs	7µs	224µs	112µs	56µs	28µs	
Débit net (Mbits/s)	QPSK	$R=1/2$	4.98	5.53	5.85	6.03	4.98	5.53	5.85	6.03
		$R=2/3$	6.64	7.37	7.81	8.04	6.64	7.37	7.81	8.04
		$R=3/4$	7.46	8.29	8.78	9.05	7.46	8.29	8.78	9.05
		$R=5/6$	8.29	9.22	9.76	10.05	8.29	9.22	9.76	10.05
		$R=7/8$	8.71	9.68	10.25	10.56	8.71	9.68	10.25	10.56
	16 QAM	$R=1/2$	9.95	11.06	11.71	12.06	9.95	11.06	11.71	12.06
		$R=2/3$	13.27	14.75	15.61	16.09	13.27	14.75	15.61	16.09
		$R=3/4$	14.93	16.59	17.56	18.10	14.93	16.59	17.56	18.10
		$R=5/6$	16.59	18.43	19.52	20.11	16.59	18.43	19.52	20.11
		$R=7/8$	17.42	19.35	20.49	21.11	17.42	19.35	20.49	21.11
	64 QAM	$R=1/2$	14.93	16.59	17.56	18.10	14.93	16.59	17.56	18.10
		$R=2/3$	19.91	22.12	23.42	24.13	19.91	22.12	23.42	24.13
		$R=3/4$	22.39	24.88	26.35	27.14	22.39	24.88	26.35	27.14
		$R=5/6$	24.88	27.65	29.27	30.16	24.88	27.65	29.27	30.16
		$R=7/8$	26.13	29.03	30.74	31.67	26.13	29.03	30.74	31.67



# Réception DVB-T & environnement perturbé

Perturbateurs de type impulsionnel à prendre en compte :

- véhicule
- moteurs électriques, jouets
- éclairages, enseignes lumineuses
- thermostats
- lampes à cathode froide, ...



Type de Réception : antenne de toit (réception en fixe)  
antenne d'intérieur (réception portable)

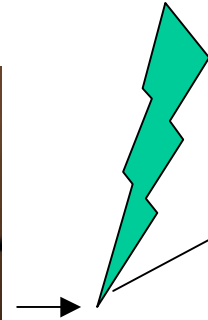
**Sujet** : immunité des récepteurs DVB-T aux bruits  
impulsionnels avec module de correction



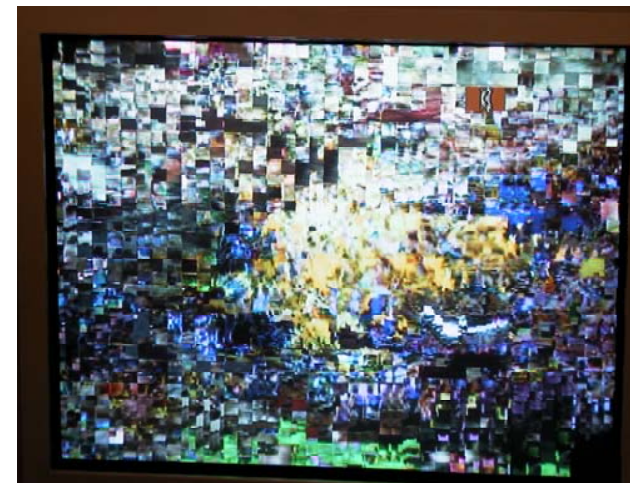
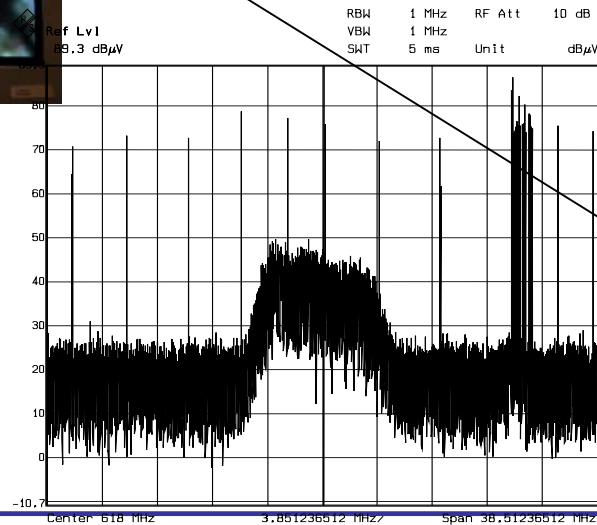
# Incidence sur une réception TV



bruit impulsif

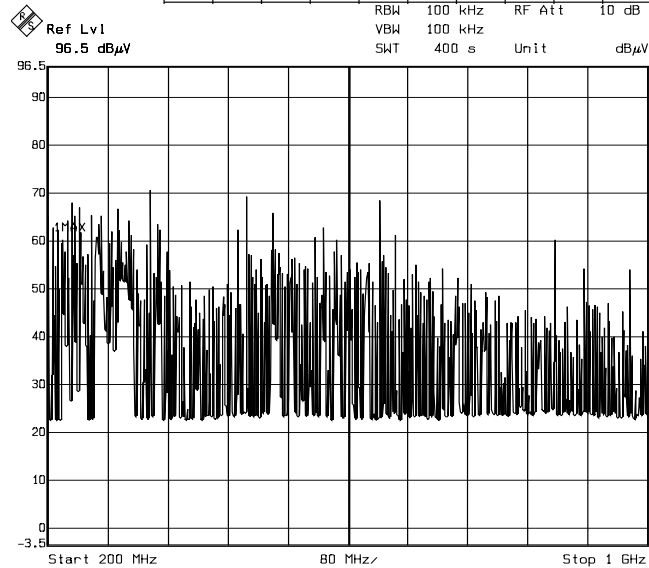
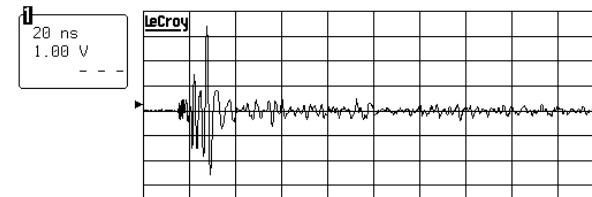
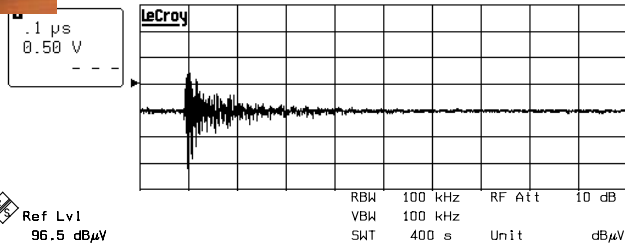


réception analogique

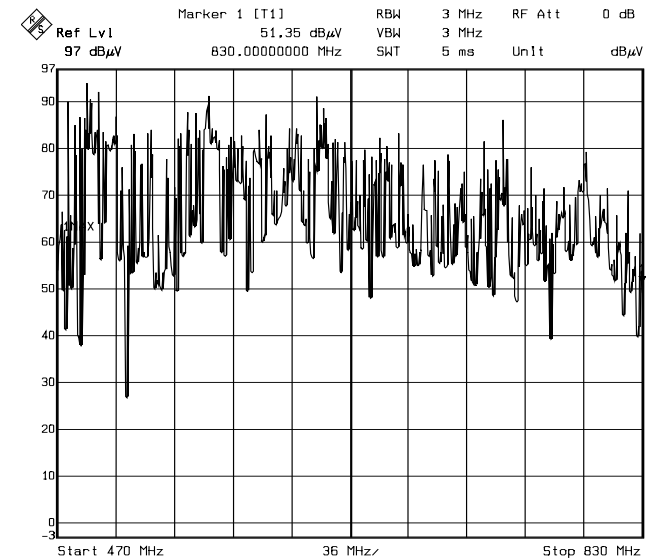


réception numérique

# Exemples de perturbateurs



spectre



Bande UHF (470 - 870 MHz)



Bande 200 - 1000 MHz



# Immunité d'une installation TNT (1)

- Adaptateur TNT

Mesure d'efficacité d'écran selon la norme NF EN 55020 (CISPR 20)

DVB-T	BIII	BIV	BV
STB 1	59	59.5	56
STB 2 (pro.)		82	78
STB 3	64	58.5	61
STB 4	64	69	61
STB 5	62	58	55
STB 6		70	68
STB 7		57	57
STB 8		66	64
STB 9		45	63
STB 10	62	70	63
STB 11	63	59	57
Average	62.33	63.09	62.09
Max	64.00	82.00	78.00
min	59.00	45.00	55.00

Generalities :

- RF level of wanted signal : 33 to 37 dB $\mu$ V
- RF level of unwanted signal in differential mode (after attenuator) :  $\gg$  49 dB $\mu$ V
- RF level of unwanted signal in common mode : 102 to 120 dB $\mu$ V



Efficacité d'écran > 50 dB : adaptateur TNT conforme CISPR 20

# Immunité d'une installation TNT (2)

---

- Installation
  - couplage de Mode Commun
    - câble coaxial d'antenne + prise :  
efficacité de blindage faible  
des coaxiaux d'antennes 75 W  
de la prise TV
  - couplage de Mode Différentiel (dans le canal de réception)
    - antenne de toit (avec ou sans ampli)
    - antenne d'intérieur (avec ou sans ampli) :

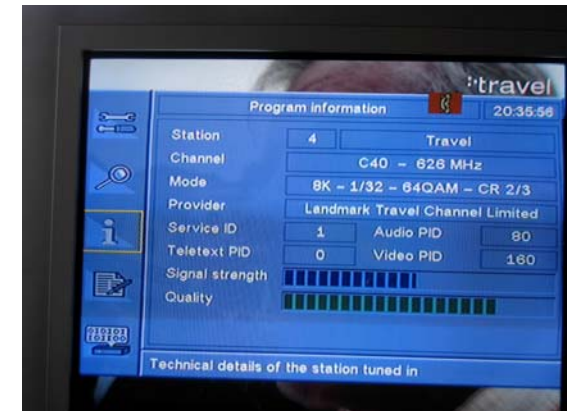
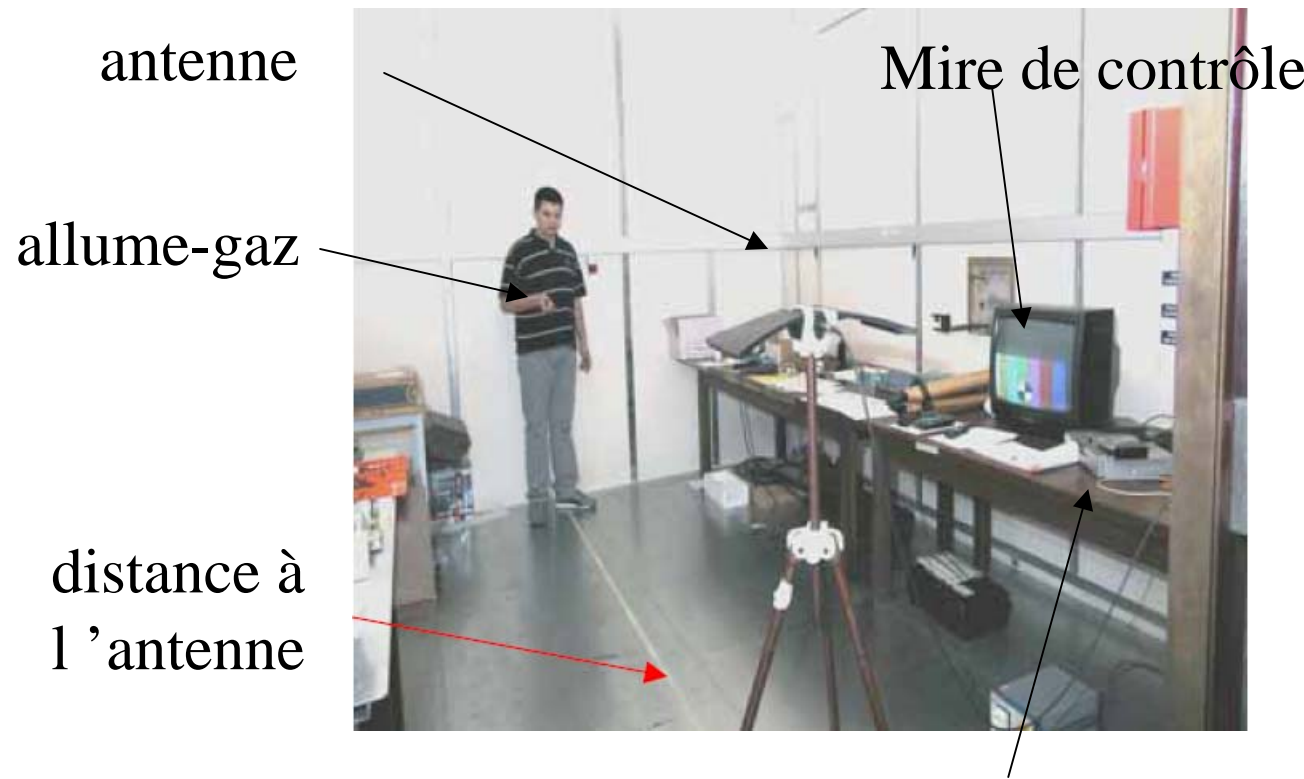


EXPERIMENTATION

# Dégradation subjective d'un signal DVB-T par des perturbateurs domestiques à proximité (1)

Configuration - Menus d'écran

Expérimentation labo



adaptateurs TNT

# Dégradation subjective d'un signal DVB-T par des perturbateurs domestiques à proximité (2)

**Tableau 1** : réception d'un signal DVB-T en bande V.

Réception avec un niveau minimum (35 dBμV)			Réception avec un niveau nominal (55 dBμV)			Réception avec un niveau maximum (70 dBμV)		
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 DVB-T en bande III.

Réception avec un niveau minimum (35 dBμV)			Réception avec un niveau nominal (55 dBμV)			Réception avec un niveau maximum (70 dBμV)		
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 DVB-T :

- Canal 39 (618 MHz en bande V) et canal 7 (191,5 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

SFP : Subjective Failure Point

BER =  $2 \cdot 10^{-4}$  after Viterbi Decoding

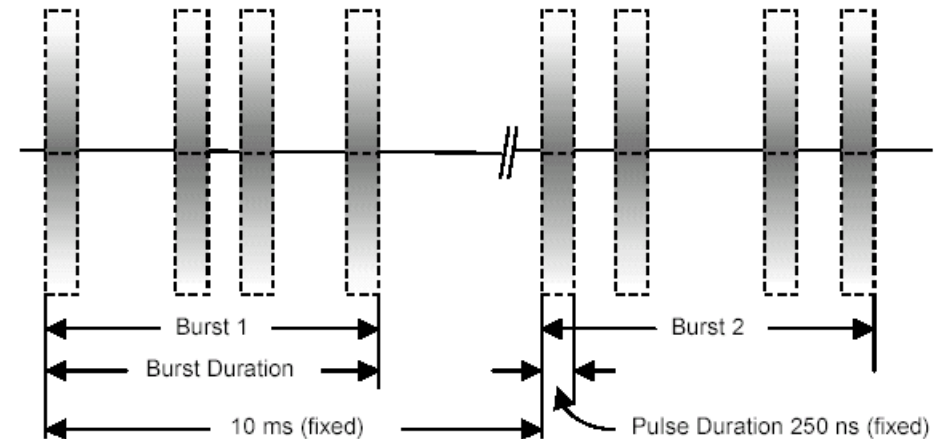


# Comment simuler une source de bruit impulsionnel?

## 1. Travaux réalisés par le Digital TV Group

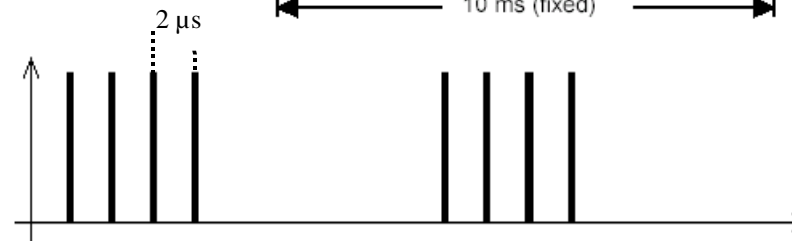
6 signaux tests

- 1 impulsion de 250 ns
- 1 à 40 impulsions / burst / période 10 ms
- espacement aléatoire entre les bursts
- bruit blanc gaussien fenêtré



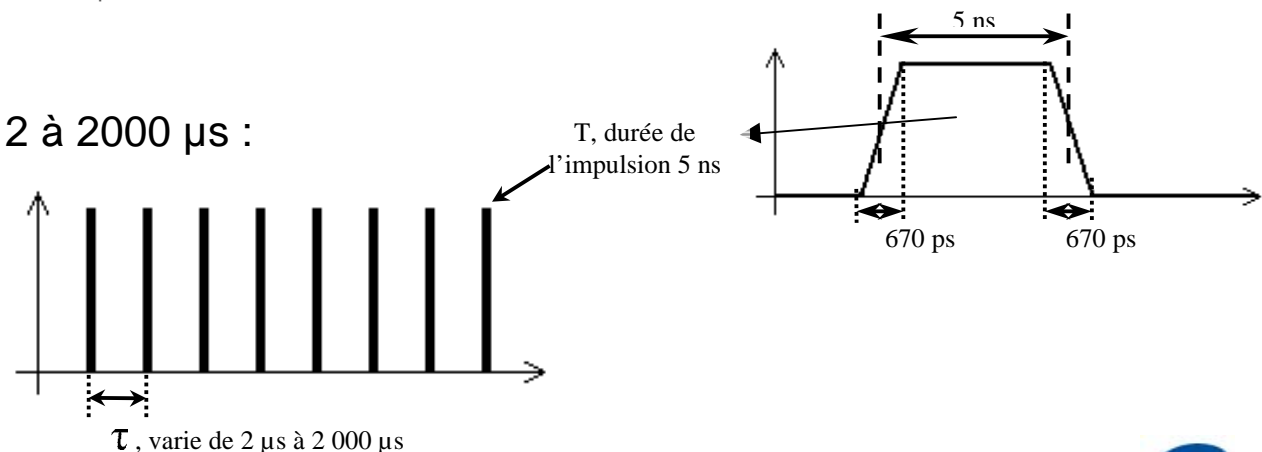
## 2. Travaux de Philips

- impulsions de 5 ns espacées de 2  $\mu$ s
- durées de 50 et 100  $\mu$ s, T=10 ms



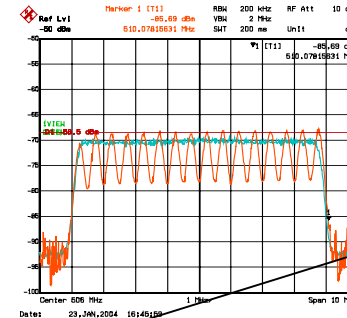
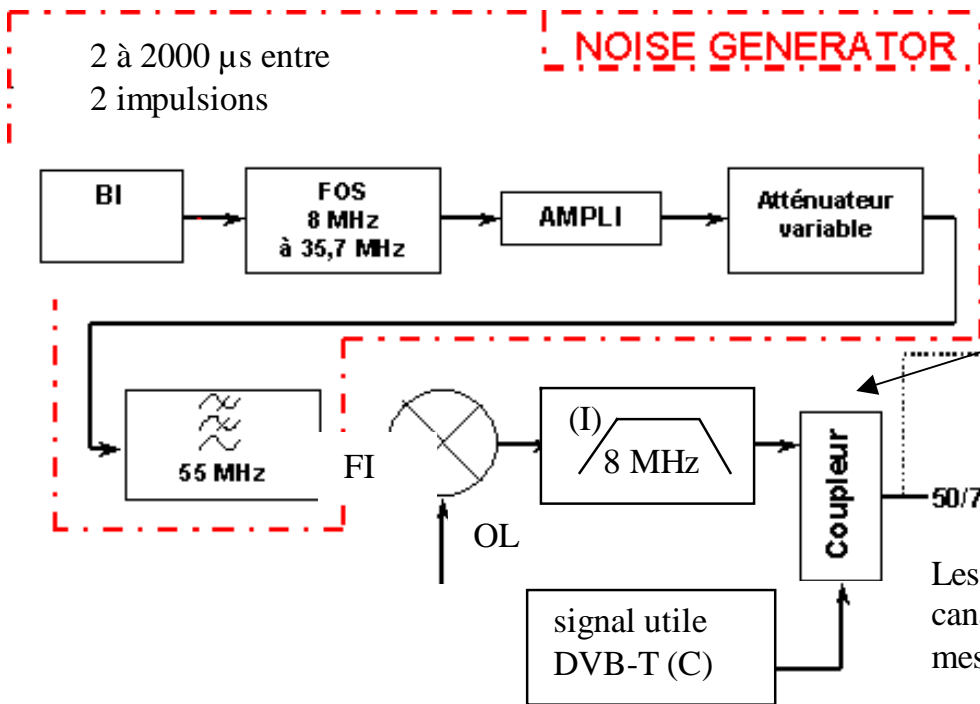
## 3. Travaux de Tdf

- impulsion à 5 ns
- durée (T) entre deux impulsions de 2 à 2000  $\mu$ s :  
500 kHz (T=2 $\mu$ s) à 500 Hz (T=2000 $\mu$ s)
- permet de prendre en compte la plupart des perturbateurs de type impulsionnel





# Banc de test impulsif



couplage sur  
le port d'antenne

Les impulsions sont couplées au canal de réception TNT et mesurées à l'analyseur de spectre

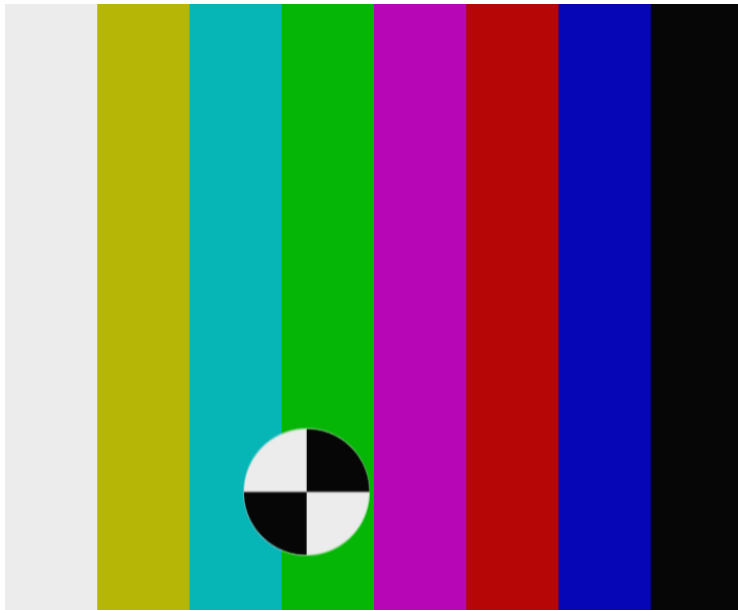
signal perturbateur (I)  
signal utile (C)



# Critère pour la mesure du C/I

---

le C/I est obtenu lors de l'apparition d'un bloc sur l'écran : méthode subjective (SFP)



Pour pouvoir détecter des blocs erronés, la norme CISPR 20 recommande d'utiliser une mire de barres couleurs avec un objet en mouvement.

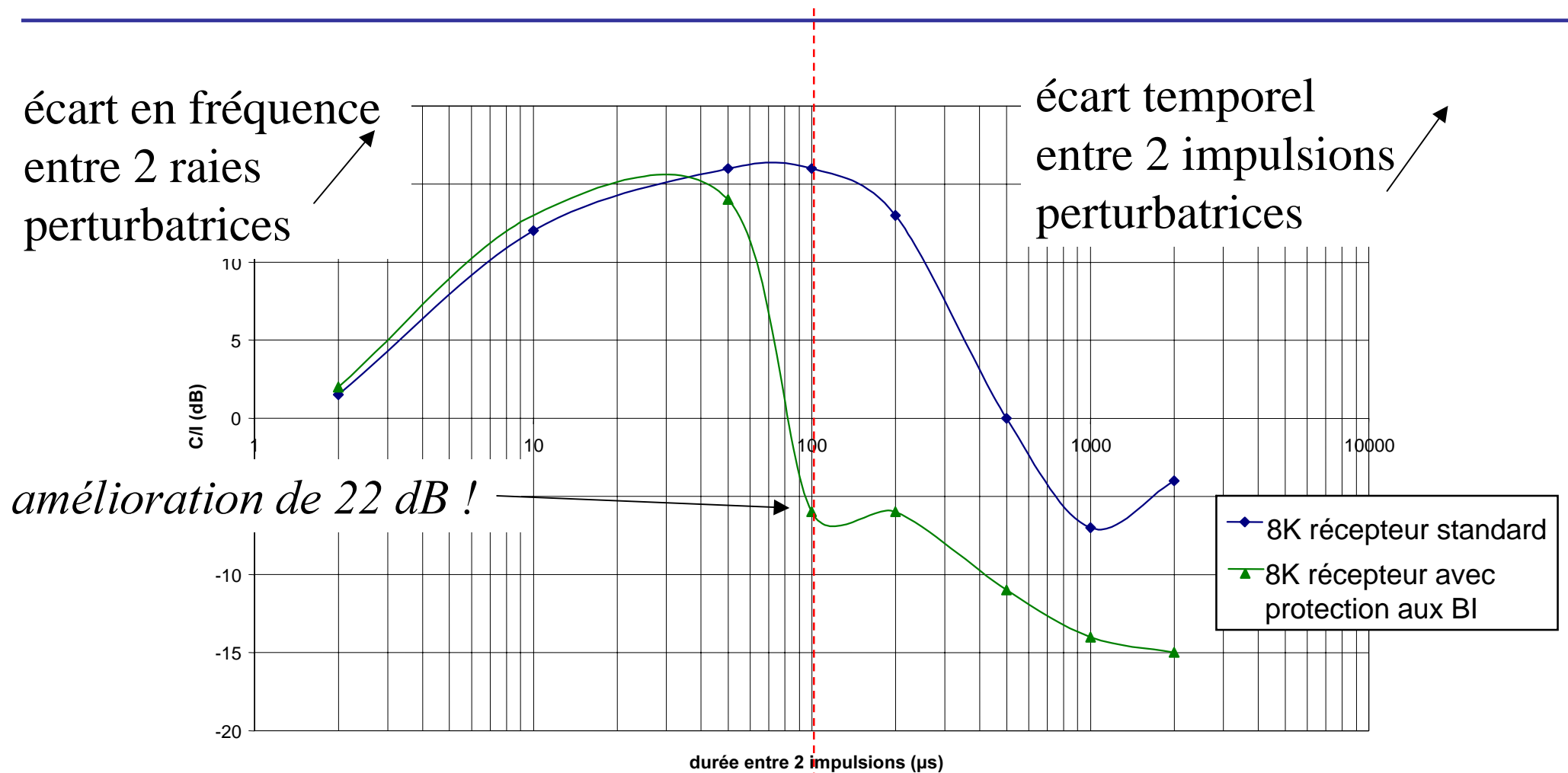
Technical Report CISPR 29

Television broadcast receivers and associated equipment –  
Immunity characteristics - Methods of objective picture assessment

# Exemple de relevés à réaliser sur le banc de test

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 $\mu$ 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						

# Mise en évidence d'un module de correction des bruits impulsif



le C/I dépend de la fréquence de répétition des impulsions

# Conclusions

---

## **Le bruit impulsionnel est un perturbateur important pour une installation TNT**

- un câble de bonne qualité est recommandé
- connectique peu performante : vers une prise « F » (voir fabricant) ?
- l'immunité d'un adaptateur TNT est correcte > 50 dB

## **Le couplage cocanal (Mode Différentiel) est gênant car il y a destruction du signal utile par le BI**

- veiller à la qualité du signal de réception (bargraph)
- optimiser l'orientation de l'antenne
- veiller à l'emplacement de l'antenne d'intérieur / sources de BI
- utiliser un adaptateur avec module de correction des BI



# Préconiser un adaptateur TNT avec module de correction du BI

---

- **Les mesures effectuées par TDF montrent bien une différence entre les adaptateurs TNT vis-à-vis du bruit impulsif.**
  - Certains récepteurs intègrent une solution (module de protection aux BI) pour limiter les effets du BI. La méthode de test proposée par Tdf 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).
  - Cette proposition de test permettrait aux laboratoires d'estimer la robustesse des adaptateurs 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 impulsif.

## Aspect normalisation CISPR :

*à travers les résultats de ces mesures et les plaintes éventuelles qui seraient rencontrées chez les téléspectateurs, il est certainement bienvenu de "normaliser" un seuil d'immunité minimum face à ces perturbateurs de type impulsif*



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**

## **Immunité des Adaptateurs TNT**

**Proposition de test face aux bruits impulsionnels**

**Emmanuel NICOLAS**  
**TDF, 1 rue Marconi, 57070 Metz**  
**[emmanuel.nicolas@tdf.fr](mailto:emmanuel.nicolas@tdf.fr)**