



COMITÉ NATIONAL  
FRANÇAIS DE  
RADIOÉLECTRICITÉ  
SCIENTIFIQUE

# Environnement EM&Télécommunications: Vers une CEM cognitive

Ahmed ZEDDAM  
Orange Labs

*JOURNÉE SCIENTIFIQUE SUR LE NOUVEL ENVIRONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE  
20 MAI 2008*



research & development



# Plan de l'exposé

- Introduction
- Analogie avec la radio cognitive
- Application du concept "*CEM cognitive*" au domaine des transmissions haut débit sur cuivre :
  - ☞ *Emission électromagnétique des systèmes CPL*
  - ☞ *Immunité électromagnétique des systèmes xDSL & CPL*
- Conclusion

## *Technologies de transmission:*

- **xDSL** (Digital Subscriber Line)
- **CPL** (Courants Porteurs en Ligne)

## *Prise en compte de la CEM pour :*

- **Assurer une QoS satisfaisante (Immunité EM)**
- **Eviter les brouillages radioélectriques (Emission EM)**

## *Approche CEM classique :*

- ➔ **Réseaux de masse**
- ➔ **Blindage**
- ➔ **Paires torsadées**
- ➔ **Filtrage**
- ➔ **Parafoudres**

## Communications numériques :

- Augmentation de la puissance de traitement des DSP
- Augmentation des fréquences
- Faibles niveaux des signaux utiles
- Perturbations EM de mode différentiel se superposant au signal utile
- Sensibles aux bruits impulsifs (services temps réels)

## 👉 En complément des méthodes de la CEM classique

⇒ *Traitement des perturbations EM de manière logicielle*

➔ "CEM cognitive"

## 👉 Analogie avec la Radio Cognitive

⇒ Percevoir l'environnement EM, l'analyser et prendre les mesures correctives nécessaires

*La "CEM cognitive" fait appel aux méthodes de traitement du signal*

# Rappel du concept de la Radio Cognitive

☞ **La Radio Cognitive est un système radio capable de percevoir son environnement, de l'interpréter, de prendre des décisions appropriées pour réagir en fonction du contexte :**

- **Analyser l'utilisation du spectre dans son environnement**
- **Détecter les types de réseaux (technologies) présents, la position, la vitesse du terminal, etc**
- **Etablir une communication de façon appropriée** : Par exemple, en évitant de brouiller les utilisations environnantes
- **Elargir les possibilités de communications à partir d'un terminal** : Par exemple définir les paramètres radio de façon logicielle, adapter la modulation, télécharger un logiciel pour communiquer via une nouvelle technologie

☞ **La Radio Cognitive est aussi capable d'apprentissage :**

- **Réagir aux fluctuations de l'environnement à court terme** (variations de la demande en trafic, variation des interférences...)
- **Tirer parti de son expérience passée pour améliorer ses décisions à long terme**

# CEM Cognitive et Télécommunications

👉 Application du concept de "*CEM cognitive*" au domaine des transmissions haut débit sur cuivre :

## 1. TRAITEMENT DE L'EMISSION EM DES SYSTEMES CPL

**Problématique** ⇒ *Le respect des limites d'émission EM ne peut se faire qu'au détriment d'une réduction de la puissance d'émission des modems et donc d'une limitation du débit et de la portée.*

## 2. TRAITEMENT DE L'IMMUNITE EM AUX BRUITS IMPULSIFS

❑ *Systemes xDSL*

❑ *Systemes CPL*

👉 *Le bruit impulsif impacte fortement la qualité des services temps réels*

## ■ Réglementation : Marquage CE

### Respect des limites d'émission EM

☞ Réduire les risques de perturbation du spectre radioélectrique

#### ■ **La solution implémentée aujourd'hui dans les systèmes CPL:**

*ne pas utiliser de fréquences porteuses dans certaines bandes de manière permanente → " Static notching "*

#### ■ **Une nouvelle technique actuellement en cours de développement:**

*de façon autonome, les modems CPL sondent le spectre radioélectrique et détectent en temps réel les stations radio qui sont reçues au niveau du domicile → "Adaptative notchning"*

**(Dynamic ou Smart notching)**

# CEM Cognitive : Emission EM des CPL (2/5)

- Tests de validation du concept menés en laboratoire et sur sites conjointement avec l'EBU (European Broadcasting Union)

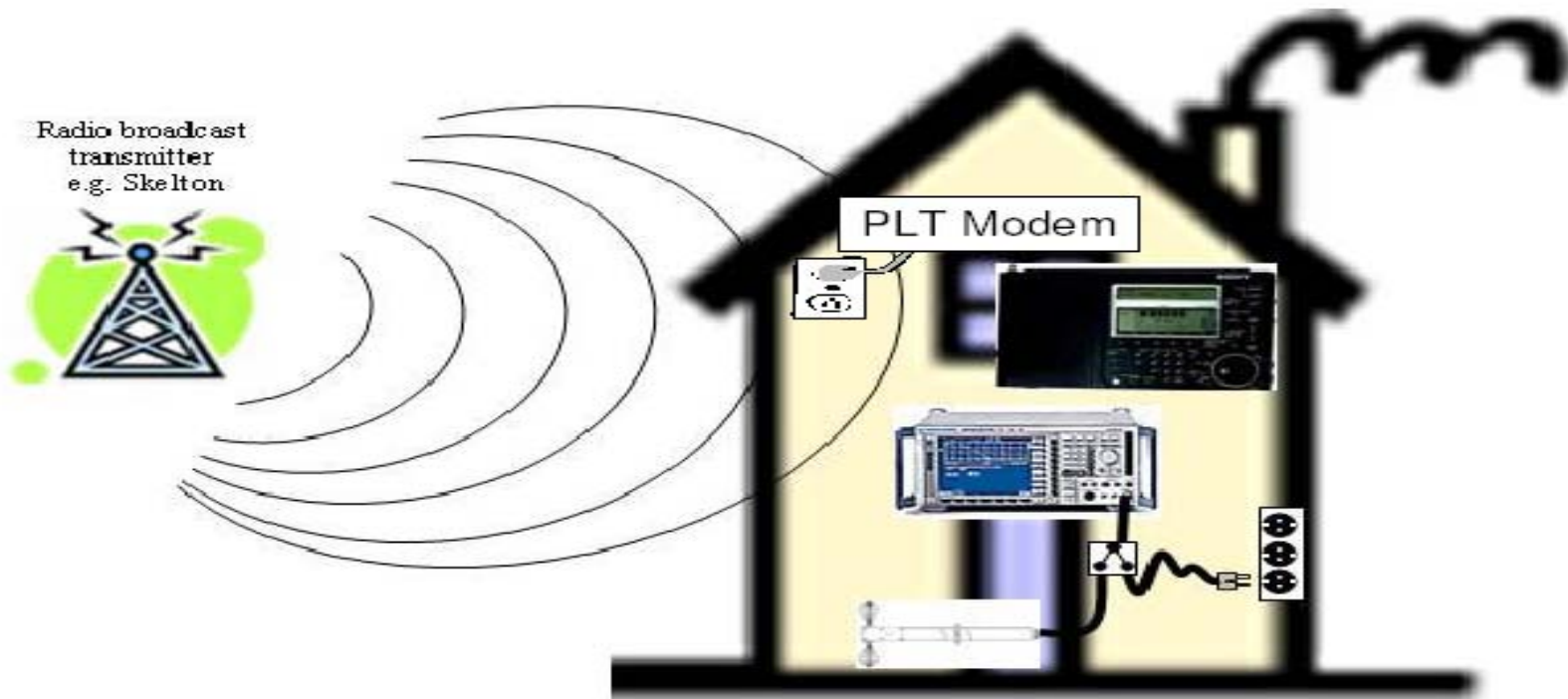
👉 **En cours de normalisation à l'ETSI**

**ETSI draft TS 102 578 (WI21):**



[http://webapp.etsi.org/WorkProgram/Report\\_WorkItem.asp?WKI\\_ID=24584](http://webapp.etsi.org/WorkProgram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=24584)

**Coexistence between PLT and SW radio broadcast**



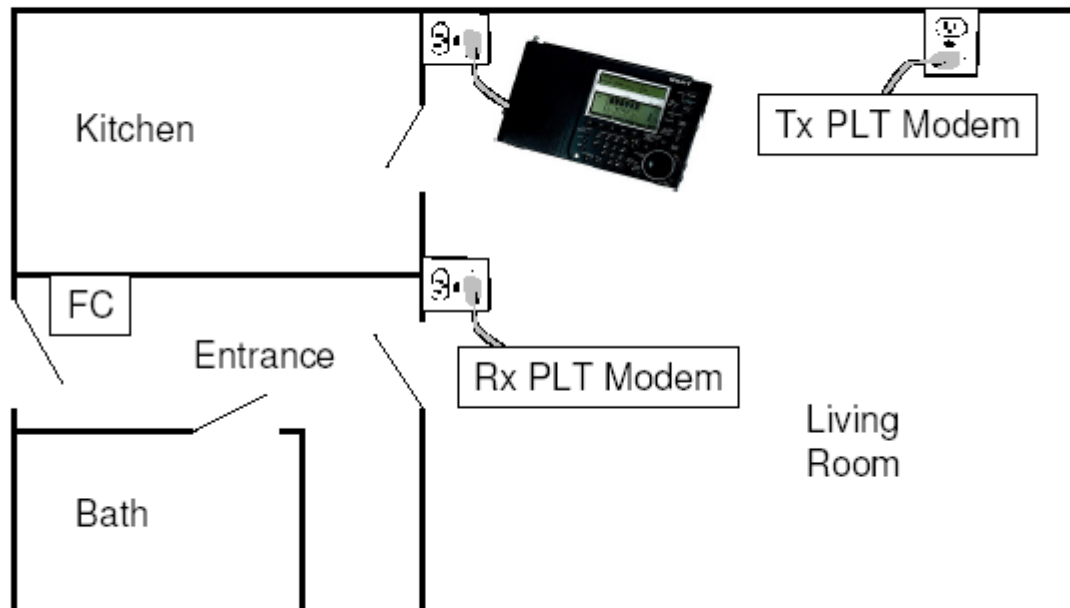


# CEM Cognitive : Emission EM des CPL (3/5)

## ■ Tests réalisés par SONY et DS2 en 2007

- Démonstrateur Sony (PCs équipés) ou modems embarqués (DS2)
- Utilisation d'un récepteur radio SW pour sonder toute la bande
- Implémentation de notches aux fréquences radio détectées
- Contrôle de la qualité de réception :
  - Sans émission de signaux CPL
  - Avec émission de signaux CPL avec et sans notches

### Setup in private Flat



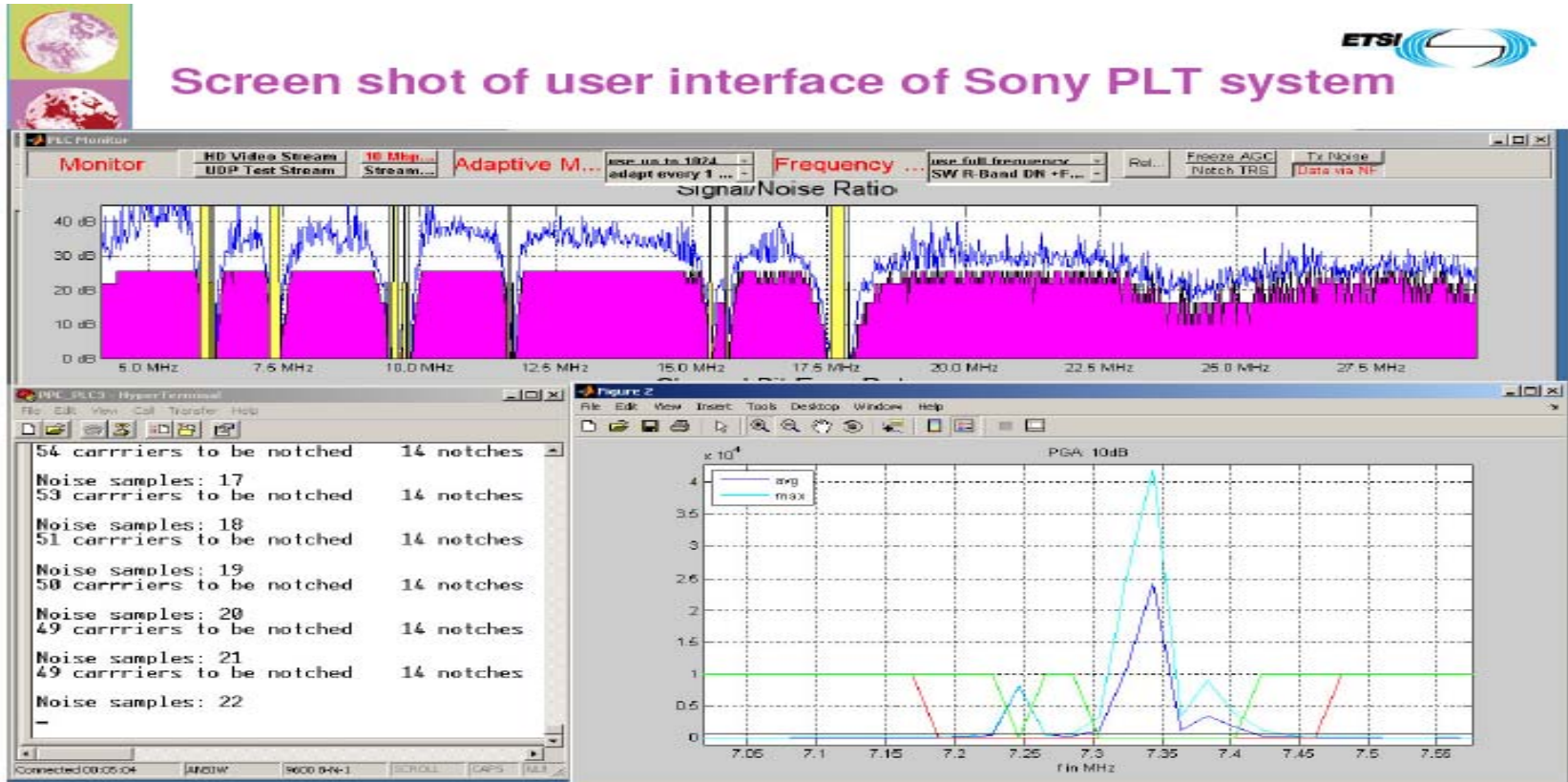
# CEM Cognitive : Emission EM des CPL (4/5)

- Tests réalisés par SONY et DS2 en 2007



# CEM Cognitive : Emission EM des CPL (5/5)

## ■ Spectre avec notches



## ■ Résultats

- ☞ Validation du concept de d'adaptive notching
- ☞ Optimisation des paramètres de la spec ETSI (seuil de détection,...)

# CEM Cognitive : Immunité EM des technos xDSL (1/4)

## ■ Impact du bruit impulsif

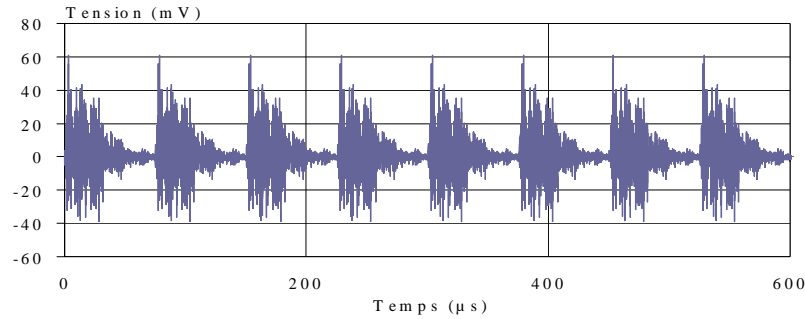


Figure 9 : Exemples d'images TV dégradées par les bruits impulsifs.

# CEM Cognitive : Immunité EM des technos xDSL (2/4)

☞ **Les systèmes de communication sont conçus pour lutter contre la plupart des bruits impulsifs:**

- **Codes correcteurs d'erreurs**

- *Technique de l'INP (Impulse Noise Protection) utilisée dans les standards ADSL2 & VDSL2*

- **FEC (Forward Error Corrected)**

- *Transmettre avec le flux d'origine des informations redondantes permettant de régénérer les paquets perdus en réception*

- **Techniques de retransmission telle que l'ARQ (Automatic Repeat reQuest)**

☞ **Contrepartie : surdébit et délai de transmission**

**Le concept de CEM cognitive peut être appliqué pour, par exemple, détecter les lignes sujettes aux bruits impulsifs et leur appliquer les valeurs d'INP adéquates durant les périodes où la présence des bruits impulsifs est la plus pénalisante**



# CEM Cognitive : Immunité EM des technos xDSL (3/4)

## ■ Exemple du DLM (Dynamic Line Management)

### Objectif :

Chaque ligne DSL ayant des propriétés physiques particulières et un environnement EM particulier:

☞ Optimiser les paramètres de transmission DSL (QoS)

### Principe:

→ DSLAM contiennent les caractéristiques DSL de chaque ligne

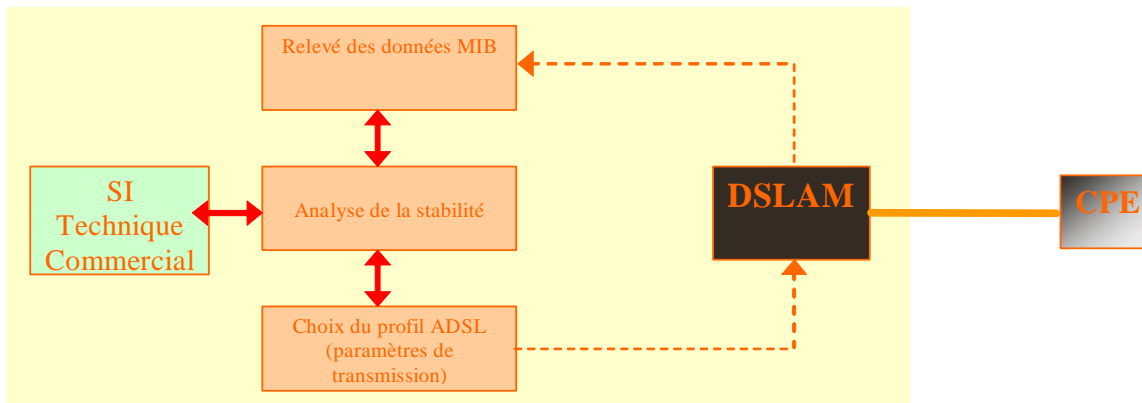
☞ étudier la stabilité des lignes

→ L'étude de ces paramètres dans le temps permet:

☞ constater un dysfonctionnement et la présence d'un éventuel perturbateur extérieur (mais sans le localiser ou l'identifier)

→ Le DLM collecte les paramètres à intervalle régulier et les analyse :

☞ le système agit directement sur les paramètres DSL au niveau du DSLAM



# CEM Cognitive : Immunité EM des technos xDSL (4/4)

## ■ Exemple du DLM (Dynamic Line Management)

### Résultats:

- AT&T : réduit de 20% le nombre de sollicitations hotline et de 25% le nombre d'interventions terrain entre 2003 et 2007 grâce au DLM
- FT : expérimentations en cours avec Alcatel et Assia stabiliser, sans intervention de techniciens, environ 75% des lignes choisies volontairement "à problèmes"

### Limitations :

- Synchronisation des modems nécessaire :  
En cas d'absence totale de synchronisation, le système ne peut rien faire
- Pas possible de stabiliser toutes les lignes :  
Présence de défaut (résistif ou capacitif) sur le réseau ou variations de bruit impulsif trop élevées dans l'environnement du client (*Lignes instables*)

**DLM prometteur pour réduire les coûts de maintenance**

améliorer la stabilité, le débit et la portée des technologies DSL

# CEM Cognitive : Immunité EM des technos **CPL** (1/2)

## 👉 Application de la CEM cognitive :

➔ Détecter et localiser précisément les bruits impulsifs pour augmenter les performances des systèmes CPL

## Principe :

➔ *Pour la détection, on utilise les porteuses pilotes des systèmes CPL*

👉 *Le bruit impulsif (large-bande) affecte aussi bien les porteuses utilisées pour la transmission que les porteuses pilotes*

👉 *Au niveau du récepteur, les données émises sur les porteuses pilotes sont connues, il est donc aisé pour le récepteur d'y détecter une perturbation*

➔ *Une fois détectés, les blocs erronés peuvent être corrigés par exemple par un mécanisme de retransmission*

👉 **Exemple d'une méthode de détection du bruit impulsif qui tire parti des fréquences éteintes des systèmes de communication multi-porteuses**



# CEM Cognitive : Immunité EM des technos **CPL** (2/2)



Signal normal HomePlug AV

Signal HPAV perturbé par un bruit impulsif

👉 Cf. Présentation de Gautier AVRIL

# Conclusion

- 👉 Concept de "**CEM cognitive**" introduit en analysant, dans le domaine des télécommunications filaires, les applications déjà utilisées ou en cours de développement
  
- 👉 Considération des deux aspects de la CEM :
  - Immunité EM
  - Emission EM
  
- 👉 Application du concept à des domaines autres que celui des télécommunications