



ICEM et ICIM, deux modèles de CEM pour les circuit intégrés

Jean-Luc Levant
Senior Expert CEM

Sommaire

- Introduction
- Le modèle ICEM-CE
- Le modèle ICIM-CI
- Conclusions



Introduction

- *Pourquoi des modèles?*
- *Présentation du standard IEC62433*

Introduction

■ Pourquoi?

■ Plan économique

- Pour participer à la réduction du temps d'introduction des nouveaux produits(1) sur le marché.
- Réduire les coûts associés à l'amélioration des protections CEM.

■ Plan technique

- Maîtriser les niveaux des émissions Conduites / Rayonnées (champ proche et champ lointain).
- Maîtriser les niveaux d'immunité des cartes et des CI.

(1) Produits : Circuits Intégrés, cartes électroniques, équipements,...

Introduction

■ Le standard IEC62433

- **Modèles des circuits intégrés pour la simulation comportementales de l'émission et de la susceptibilité électromagnétique**
 - IEC62433 - 1 - Définition (CD)
 - **IEC62433 - 2 - Modélisation des émissions conduites (IS)**
 - IEC62433 - 3 - Modélisation des émissions rayonnées (NP)
 - **IEC62433 - 4 - Modélisation de la susceptibilité conduite (NP)**
 - IEC62433 - 5 - Modélisation de la susceptibilité rayonnée
 - IEC62433 - 6 - Modélisation de la susceptibilité aux transitoires rapides
 - IEC62433 - 7 - Modélisation de la susceptibilité interne (NP)



Le modèle ICEM-CE

Le modèle ICEM-CE

■ But

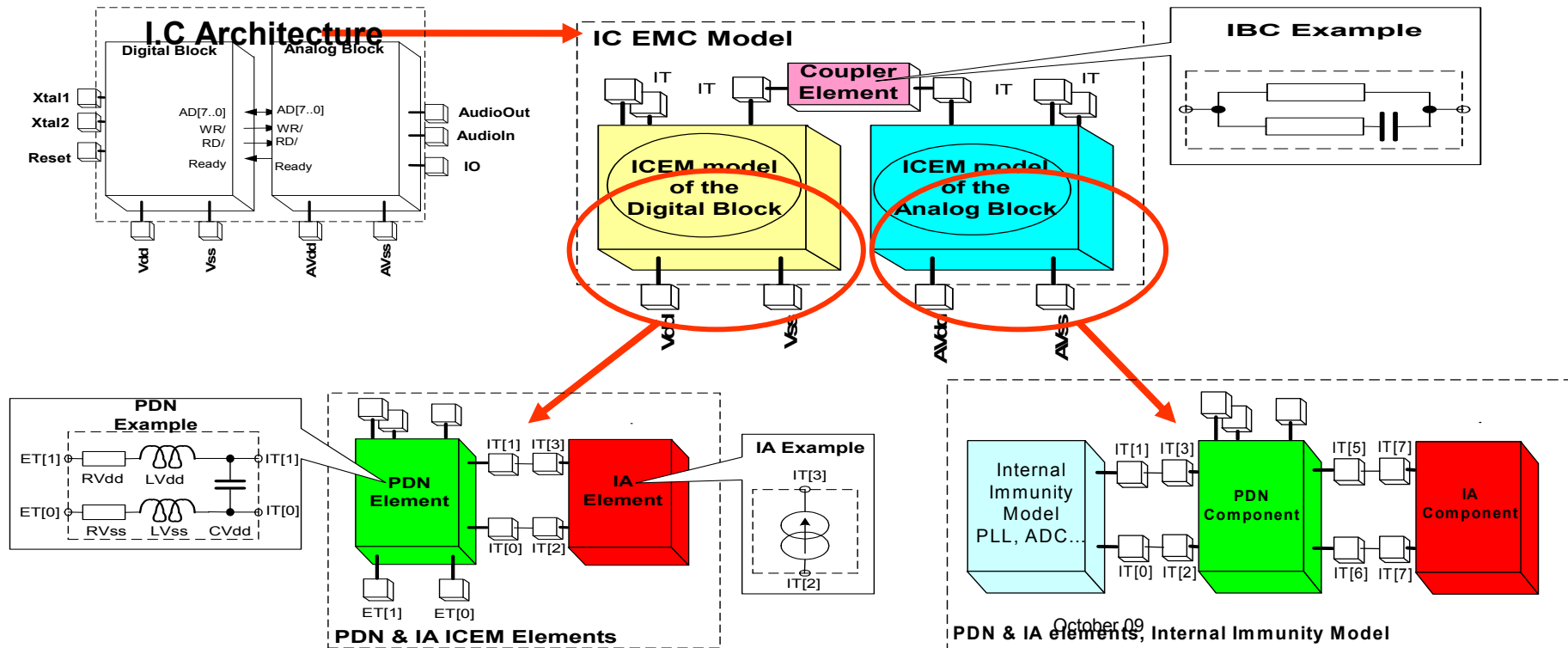
- **IEC62433-2 : Modélisation des émissions conduites**
 - Pour l'équipementier
 - Prédire les émissions conduites au niveau des cartes électroniques.
 - Optimiser les filtrages et découplages des alimentations.
 - Pour le fondeur
 - Prédire les émissions conduites au niveau des circuits intégrés (SOC, MCM, SIP, microcontrôleur, ASIC,...).
 - Optimiser les réseaux d'alimentations internes des C.I (nombre de paire d'alimentation, capacité de découplage, boîtier,...)



Le modèle ICEM-CE

■ Description

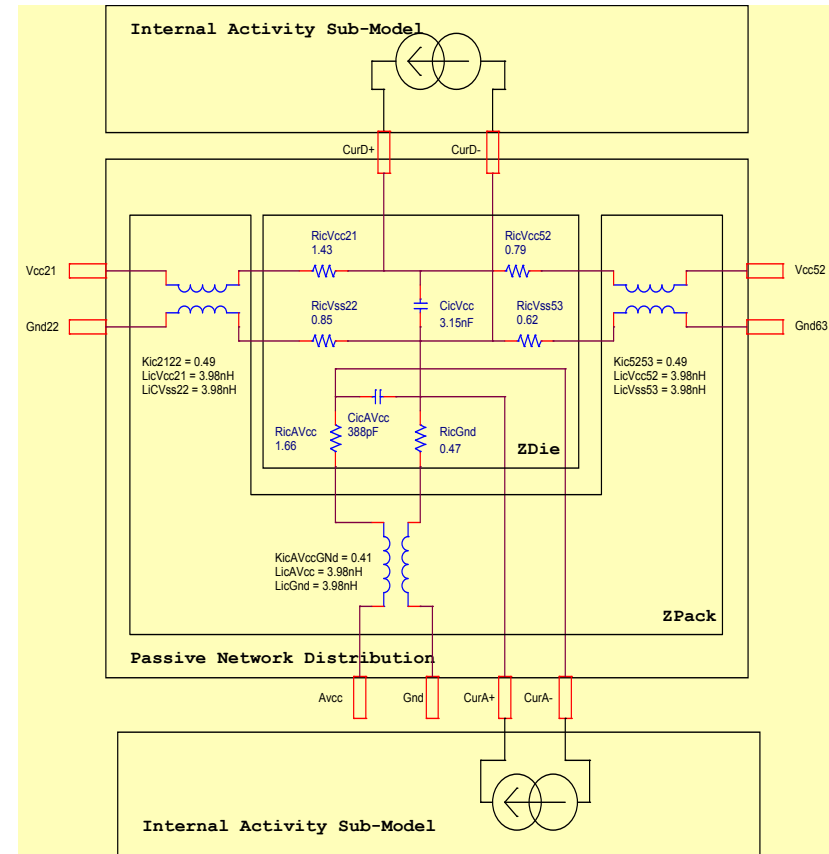
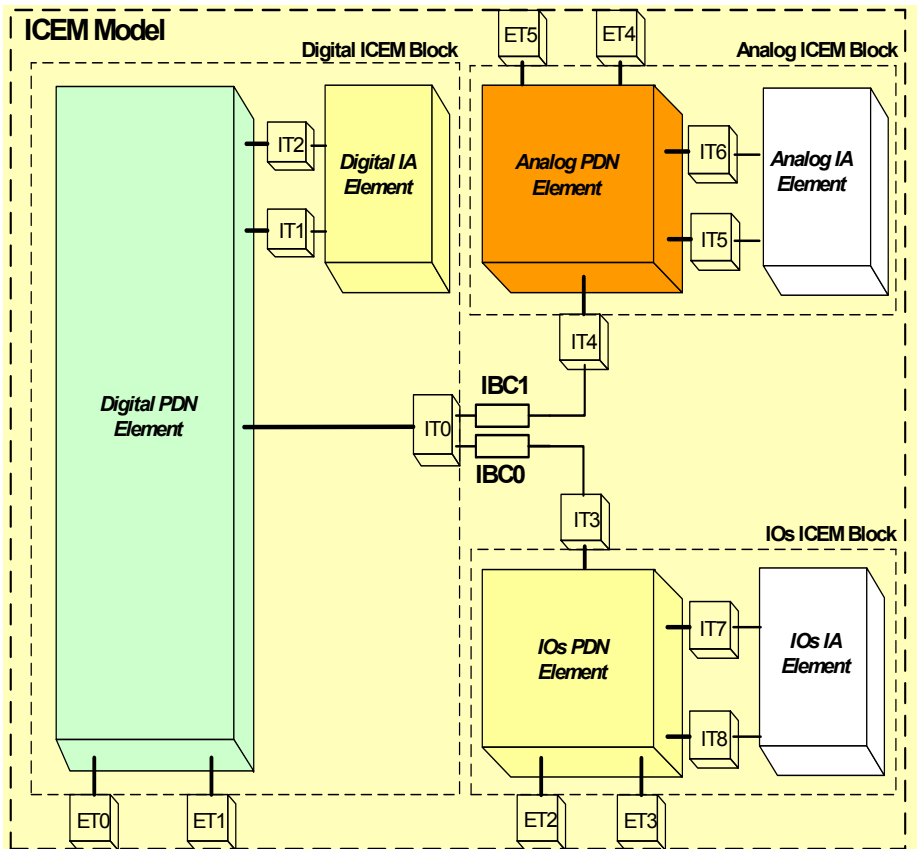
- Quelques blocs suffisent pour décrire les émissions conduites.
 - PDN : Passive Distribution Network
 - IBC : Internal Blocking component
 - IA : Internal Active Source





Le modèle ICEM-CE

- Exemple d'un modèle ICEM-CE complet
 - Linéaire (petits signaux ~ 10% de l'alimentation)

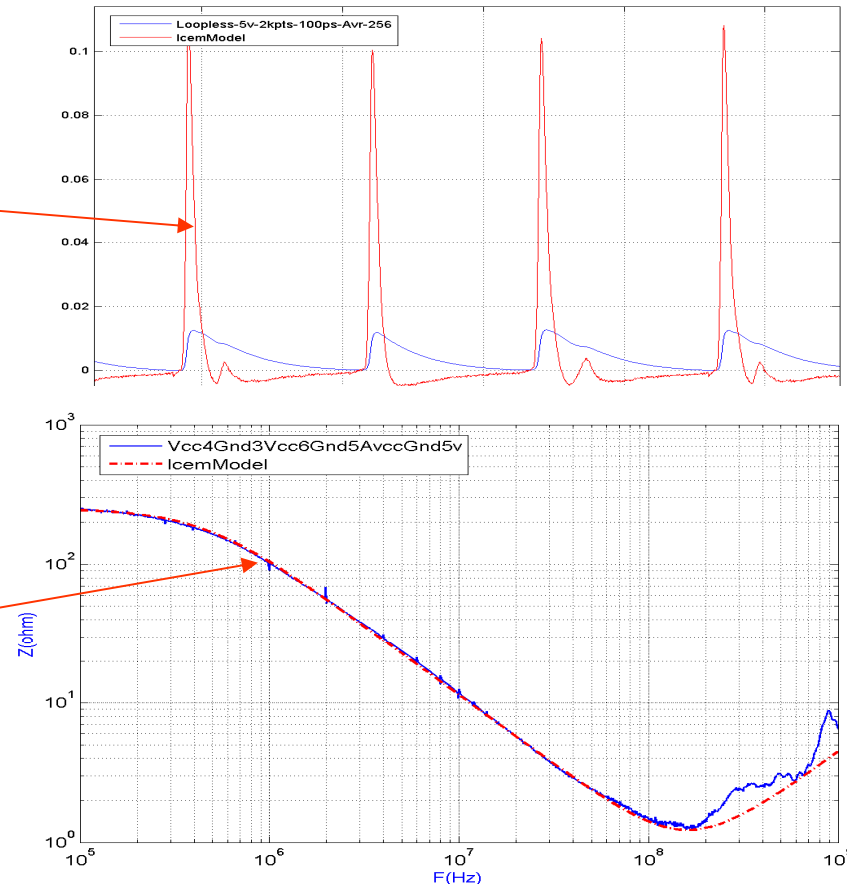
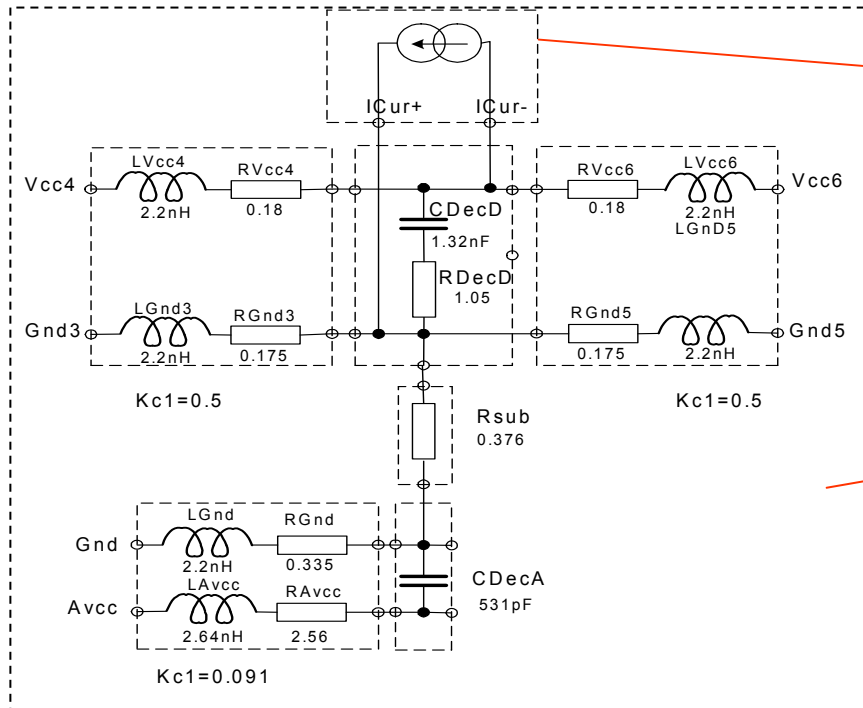
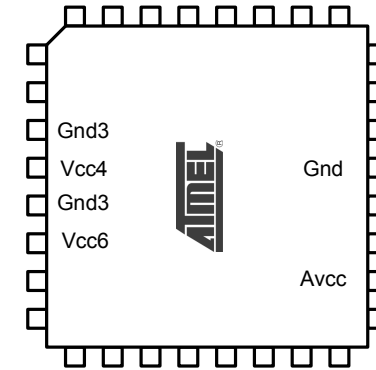


Le Modèle ICEM-CE

■ Exemple d'un modèle ICEM-CE complet

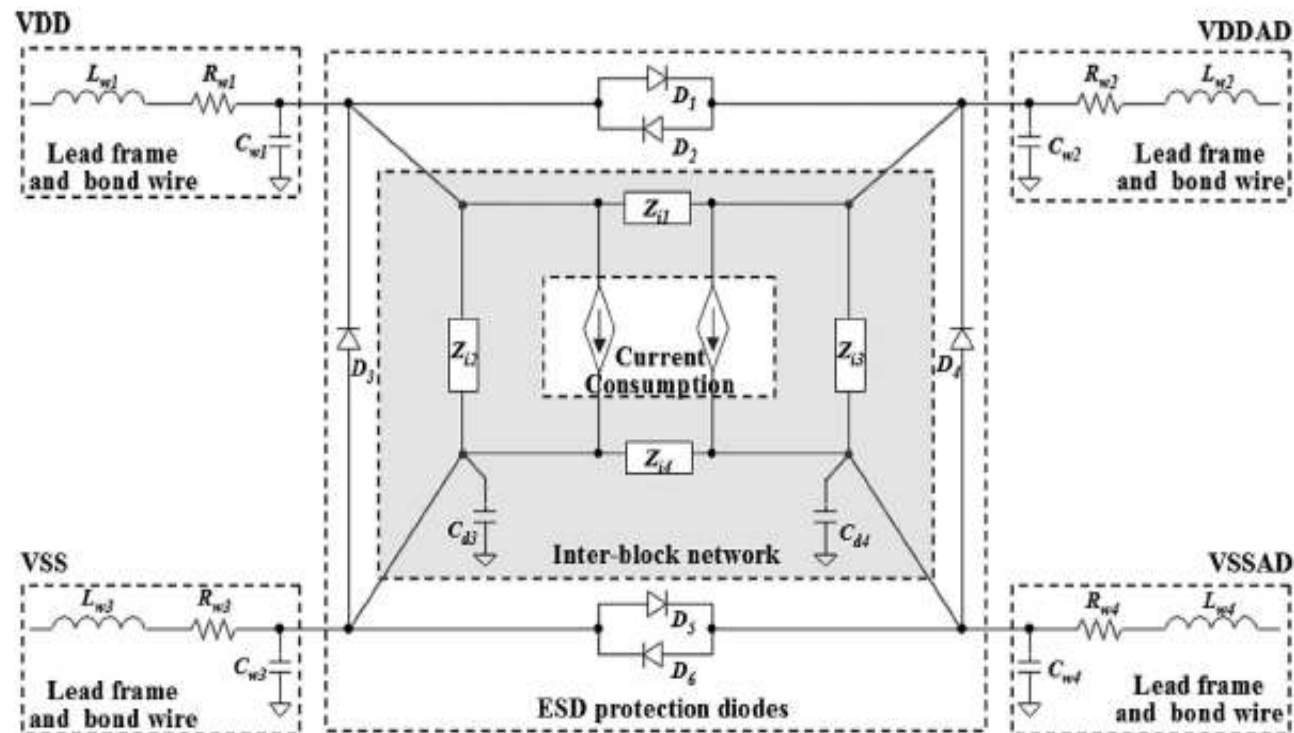
- **Linéaire** (petits signaux ~ 10% de l'alimentation)

- Applications : filtrage, découplage, émissions mode conduit, ...



Le Modèle ICEM-CE

- Exemple d'un modèle ICEM-CE complet
 - **Modèle non linéaire**
 - Applications : ESD , transitoires rapides

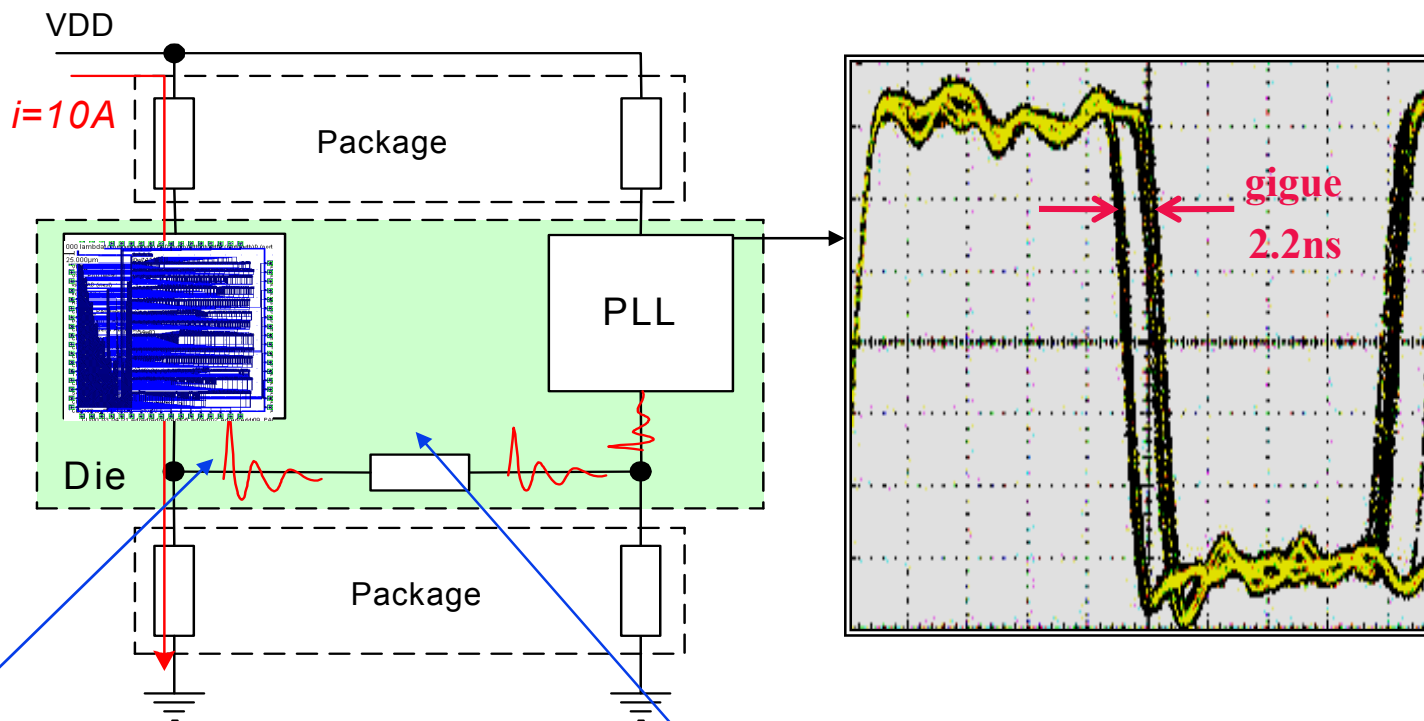




Le Modèle ICEM-CE

■ Exemple d'utilisation

- Analyse de la propagation du bruit de mode conduit: : dégradation de la gigue de fréquence/phase.



Bruit de commutation de masse

Couplage faible impédance (substrat)



Le modèle ICIM-CI
Integrated Circuit Immunity Model - Conducted Immunity

Le modèle ICIM-CI

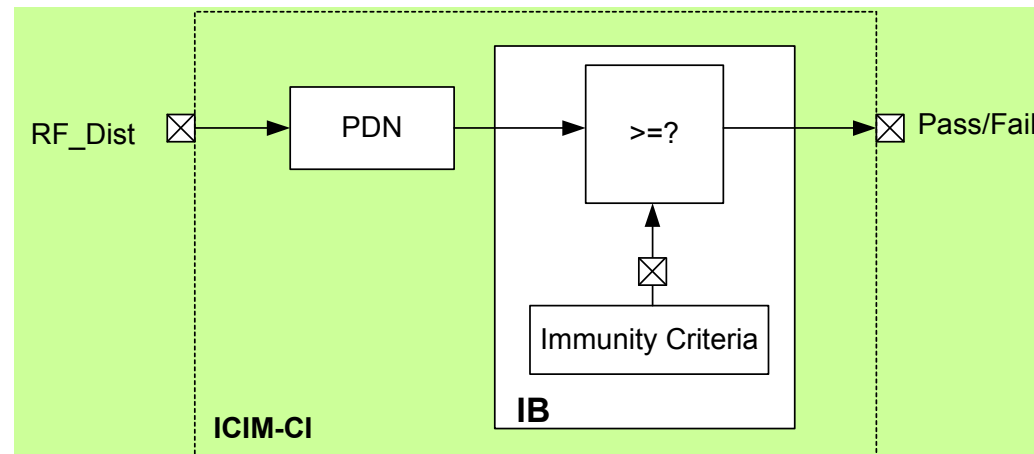
■ But

- **IEC62433-4 : Modélisation de l'immunité conduite**
 - Pour l'équipementier
 - Vérifier le niveau d'immunité conduite au niveau des cartes électroniques.
 - Optimiser les solutions de protection.
 - Pour le fondeur
 - Garantir l'auto-compatibilité des circuits intégrés (SOC, MCM, SIP, microcontrôleur, ASIC, ...).
 - Dimensionner au moindre coût les solutions de protection des fonctions électroniques embarquées.

Le modèle ICIM-CI

■ Description

- Le modèle d'immunité d'une fonction sensible peut être décrite à partir de données suivantes:
 - **PDN** : Passive Distribution Network , chemins de couplage du bruit.
 - **IB** : Internal Behavioral block, bloc décrivant le comportement interne attendu de la fonction.
 - **Critère d'immunité** : gigue de phase, SNR, ...



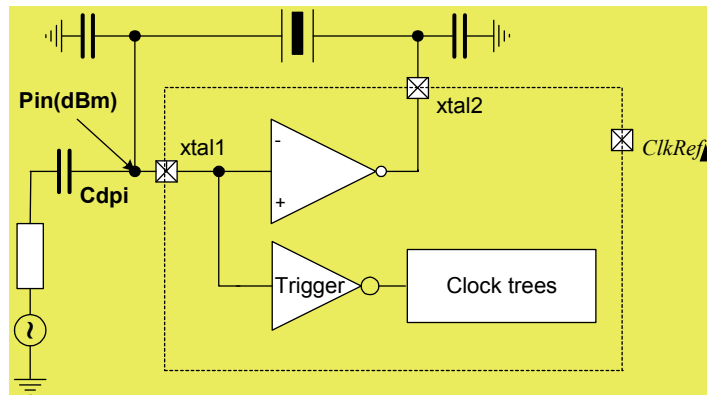
-Le comportement de la fonction sensible est perturbée par la perturbation propagée par le chemins de couplage (PDN).



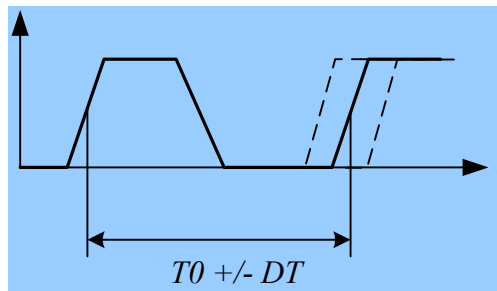
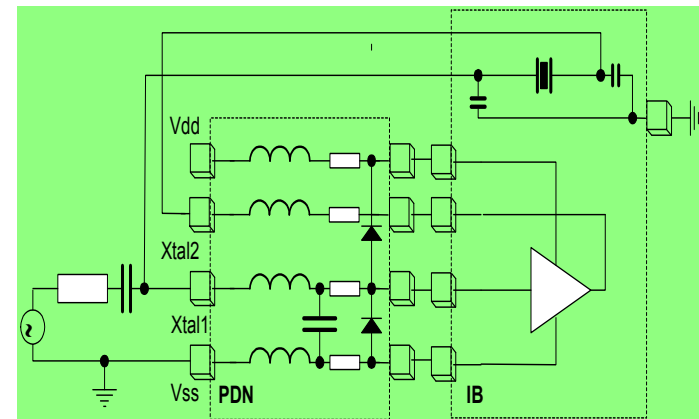
Le modèle ICIM-CI

■ Exemple

- **Oscillateur à quartz**
 - Critère de susceptibilité : gigue sur la période



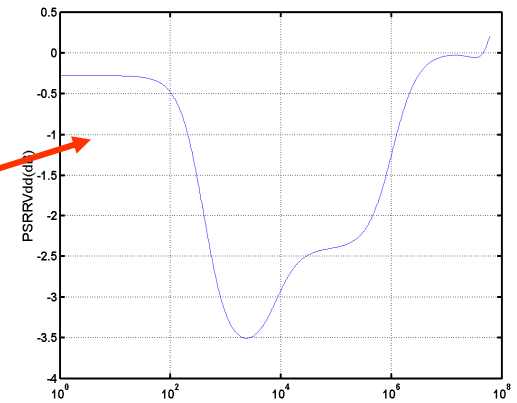
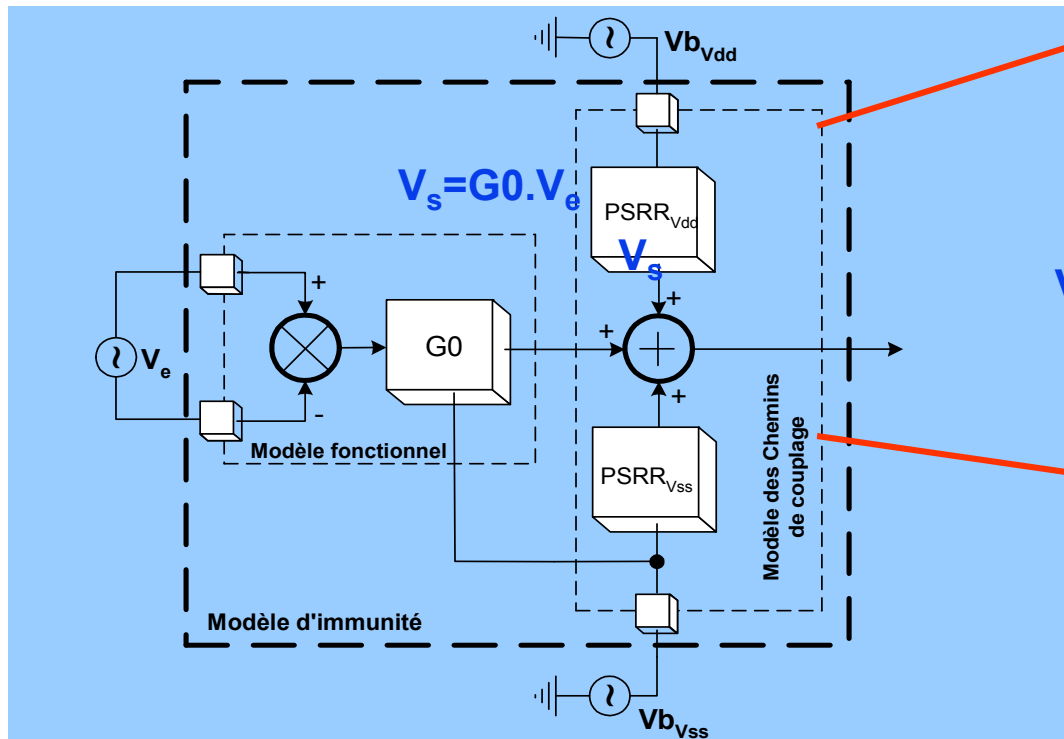
Modèle ICIM-CI



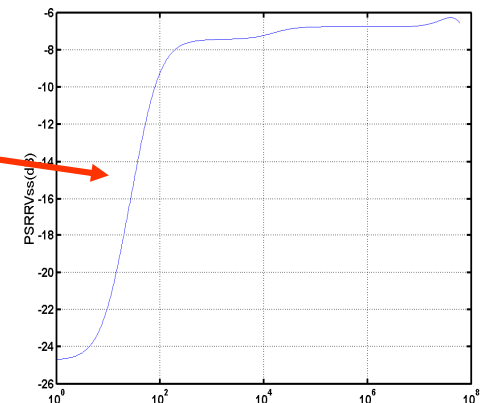
Le modèle ICIM-CI

■ Exemple

- L'amplicateur audio
 - Le modèle



$$V_{sb} = V_s + k1 \cdot V_b_{VDD} + k2 \cdot V_b_{VSS}$$

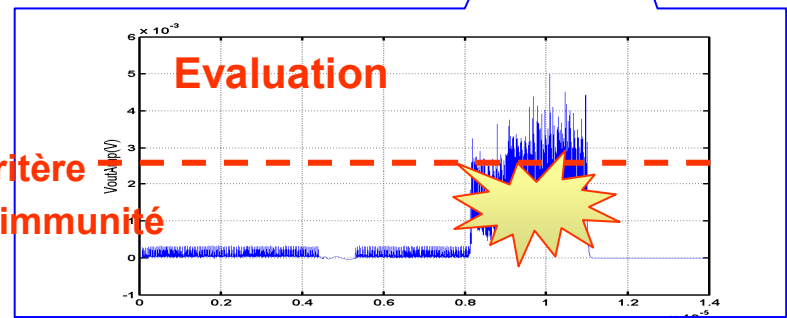
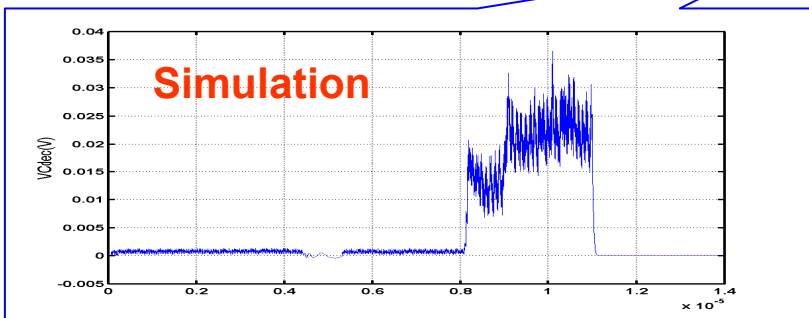
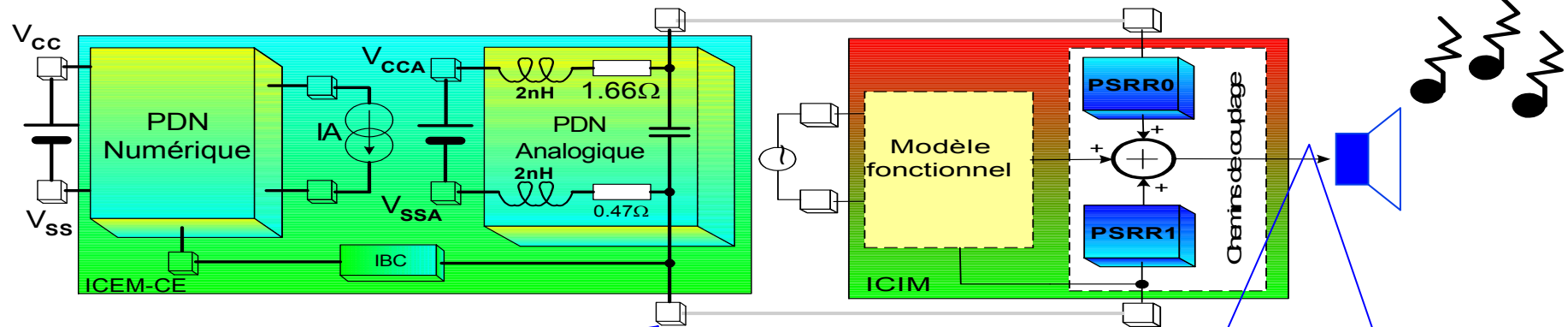


Le modèle ICIM-CI

■ Exemple

■ L'amplificateur audio

- L'analyse de son niveau d'immunité.
- Critère de susceptibilité : niveau de bruit superposé au signal util > 2.8mV.

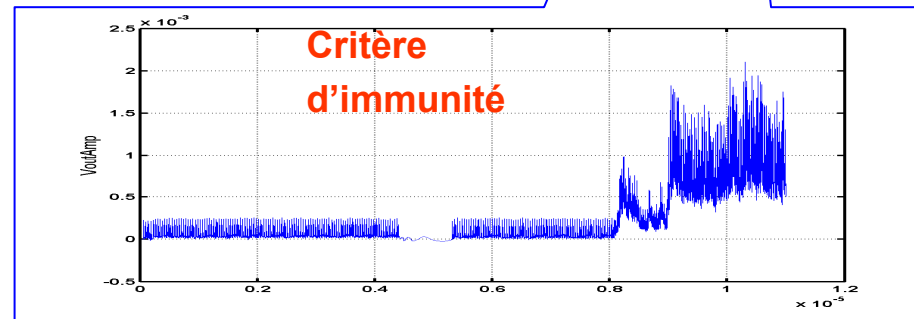
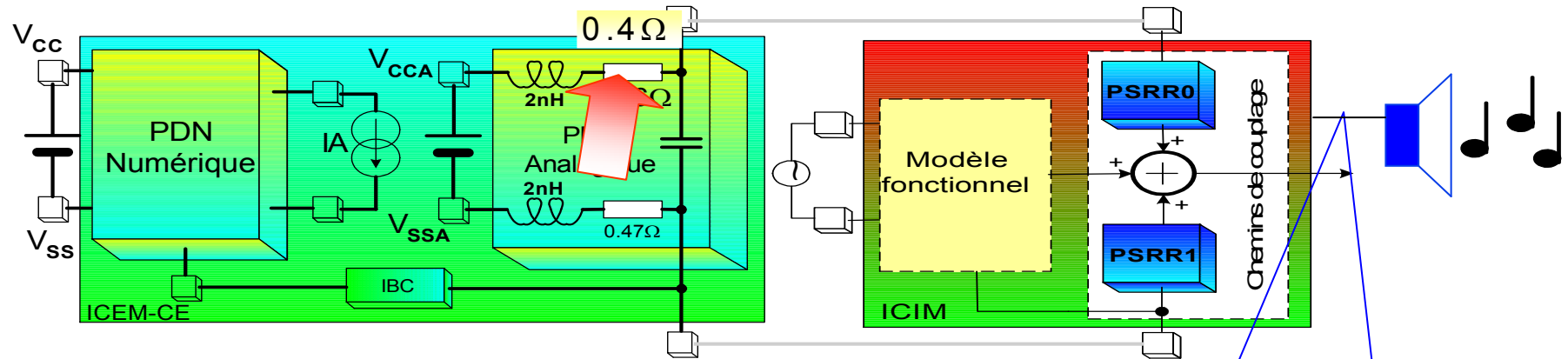




Le modèle ICIM-CI

■ Exemple

- **L'amplificateur audio**
- Solution correctrice





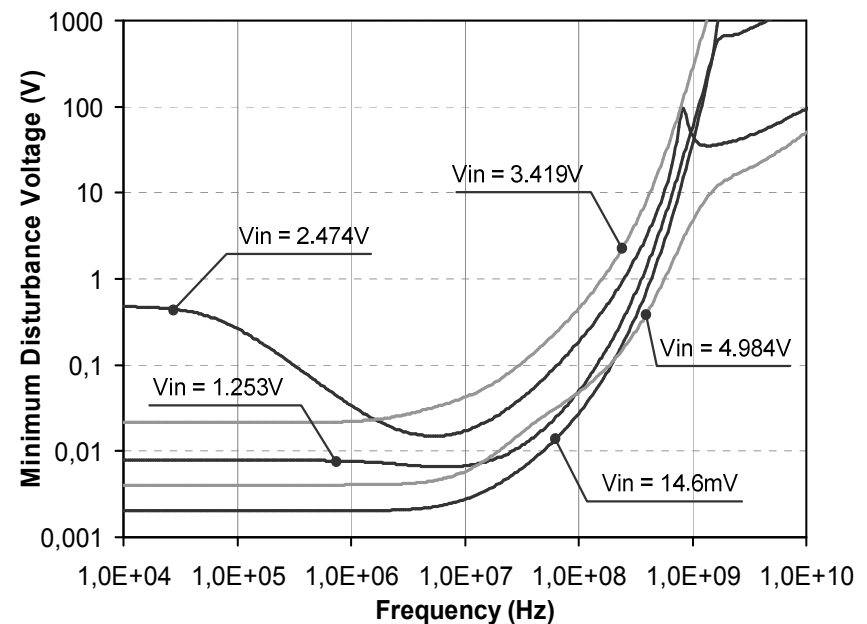
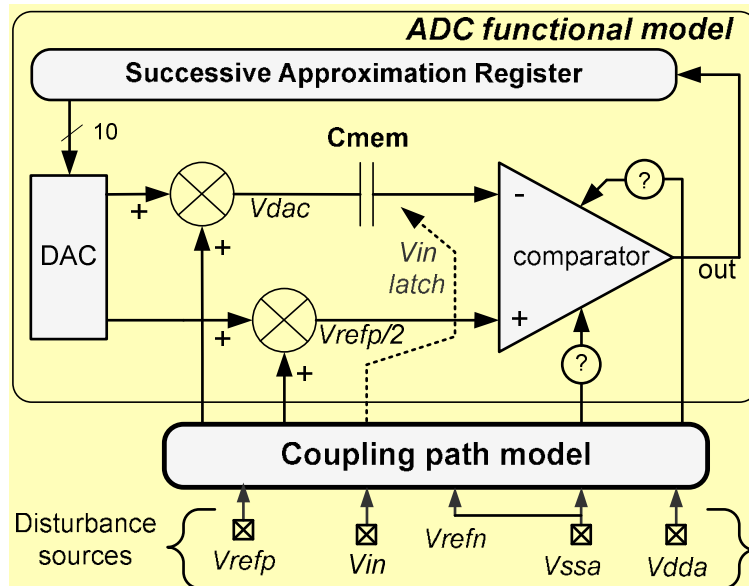
Le modèle ICIM-CI

■ Exemple

▪ Convertisseur analogique/numérique

- Evaluation de son niveau d'immunité - Perturbation injectée sur la tension d'alimentation.
- Critère d'immunité : perte de 2bits.

ICIM-CI



Conclusions

- Le modèle ICEM-CE décrit le courant dynamique consommé par le CI et l'impédance vue des broches d'alimentation.
- Le modèle ICEM-CE permet d'aborder les problèmes de CEM du type "Power Integrity" (découplage, filtrage, émission mode conduit,...).
- Le modèle ICIM-CI permet de décrire les mécanismes impliqués dans la susceptibilité et d'en déduire la robustesse d'une fonction sensible vis-à-vis des perturbations.

Conférences CEM *CEM des Circuits Intégrés*

- 14h00 : Les Standards de mesure et de modélisation
 - Mr Christian Marot - EADS IW

- 14h30 : ICEM et ICIM, deux modèles CEM pour les circuits intégrés
 - Mr Jean-Luc Levant - Atmel Nantes.

- 15h00 : Application du model ICEM-CE aux découplages des cartes
 - Mr Jean-Luc Levant - Atmel Nantes.

- 15h30 : Immunité des Circcuits Intégrés
 - Mr Frédéric Lafon - VALEO

- 16h00 : Le champ proche
 - Mr Olivier Maurice - GERAC