

Étude comportementale d'un CAN soumis à des agressions EM conduite et champ proche

Nicolas Castagnet

Doctorant LAAS-CNRS et CEA-Gramat

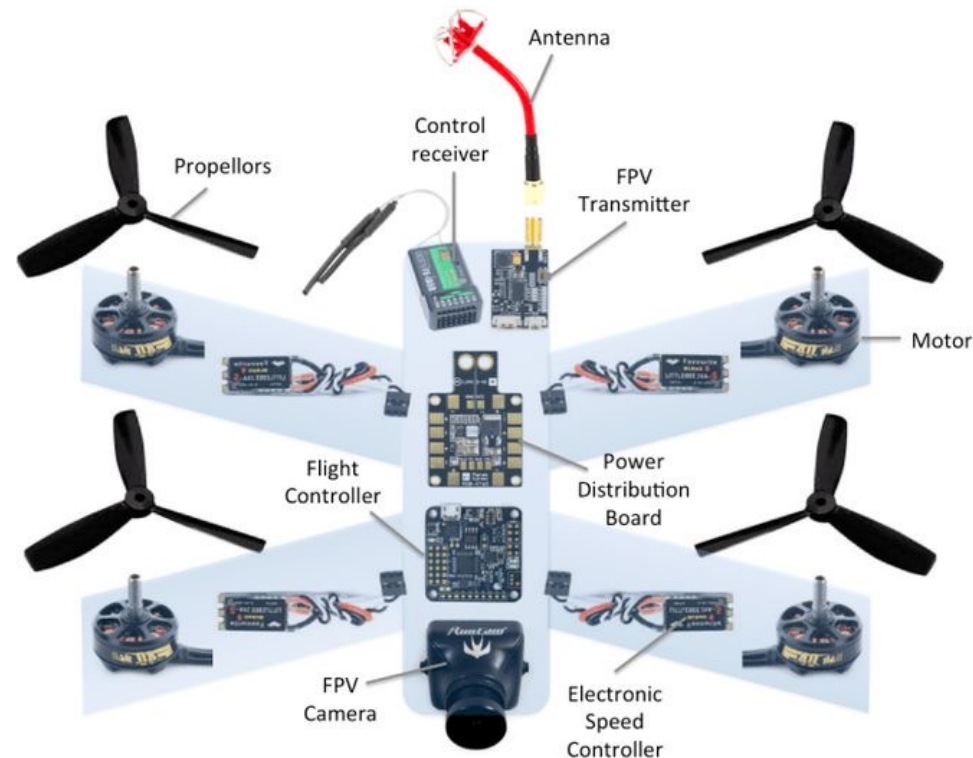
29 janvier 2026

Contexte

- > Le CEA-Gramat évalue les effets des armes à énergie dirigée électromagnétique (AED EM) sur l'électronique.

Couplage Frontdoor

- Pénétration par une interface de communication
- Maîtrise de la fréquence et de la propagation

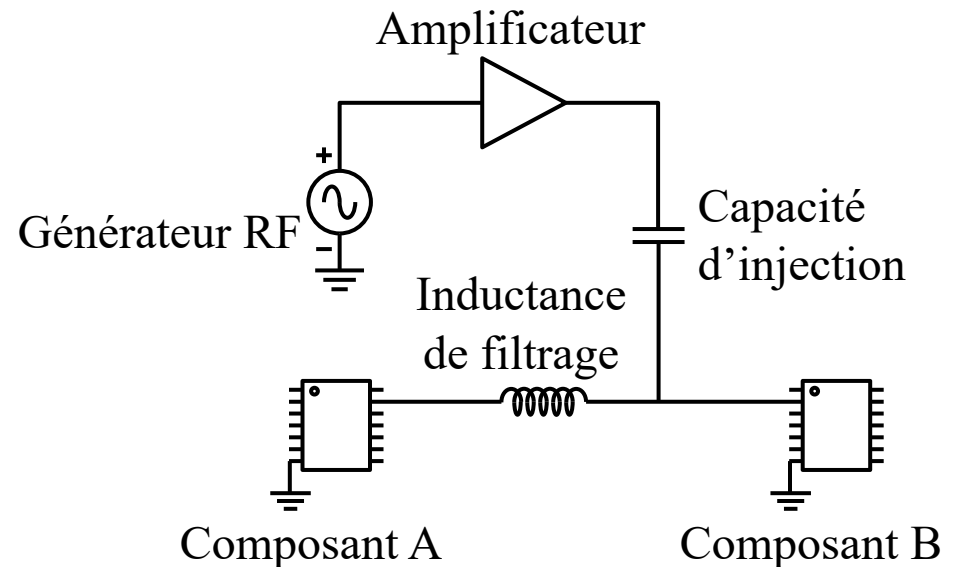


Couplage Backdoor

- Pénétration indirecte (câbles, ouvertures...)
- Menace protéiforme, peu ou pas de connaissance des interactions

L'injection conduite, insuffisante en backdoor

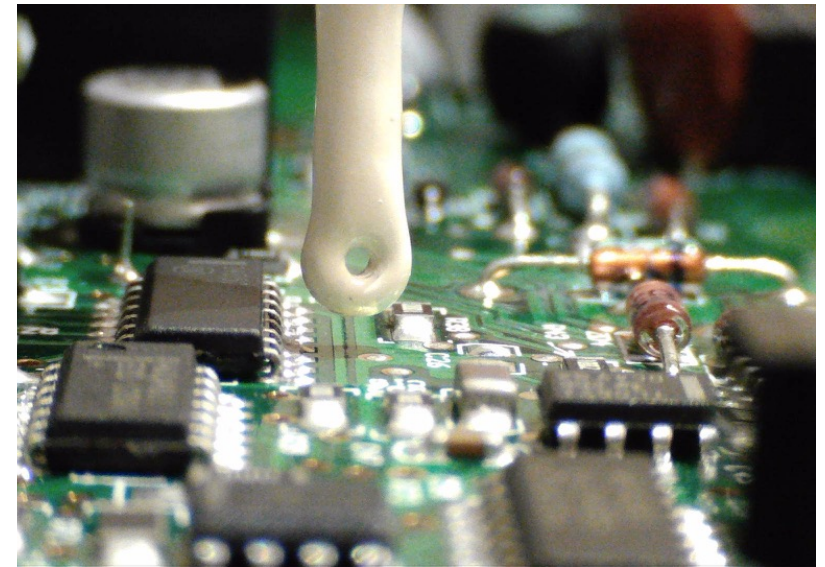
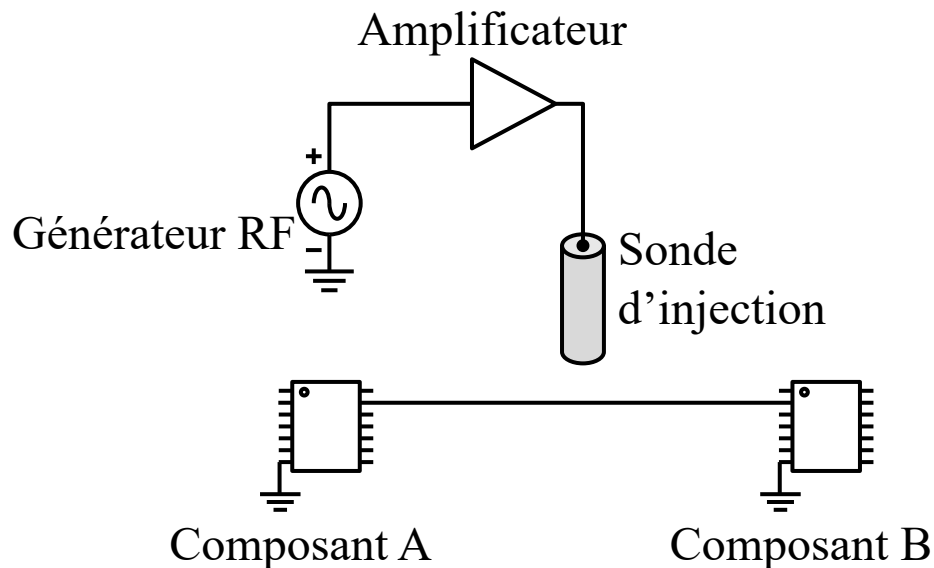
- > Pour évaluer la susceptibilité d'un composant, on utilise généralement une méthode d'injection conduite (DPI, BCI...)
- > Hypothèses :
 - Point d'injection identifié
 - Environnement contrôlé
- > Méthode non satisfaisante dans le contexte AED EM :
 - Composant isolé du système
 - Montage intrusif



Injection en champ proche

> Injection de la perturbation avec une antenne miniature à une distance très faible de la carte électronique

- Couplage local
- Pas de contact électrique
- Pas de modifications matérielles

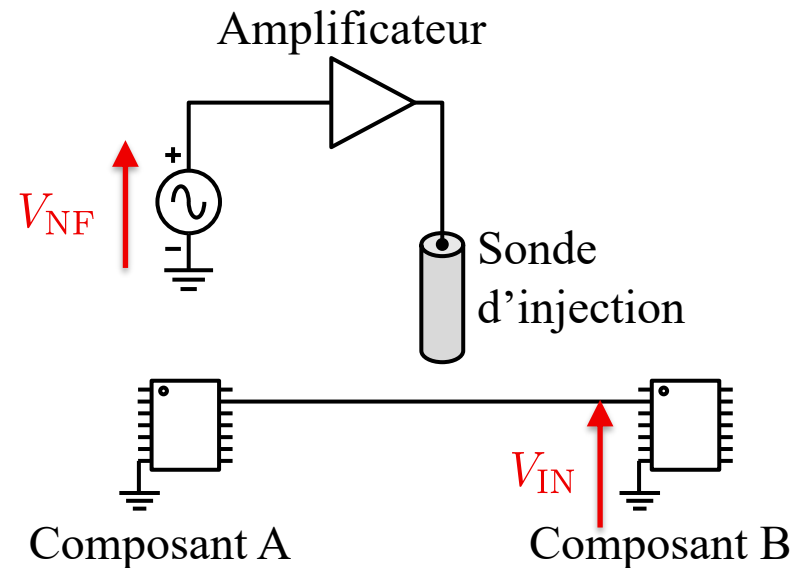
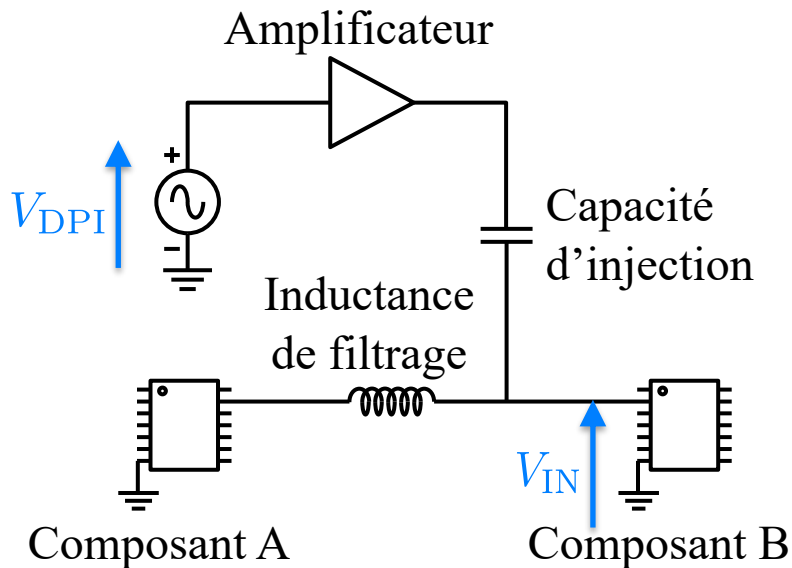


> Résultat : Cartographie de l'immunité d'un composant, localisation des broches sensibles

Comment comparer les deux approches ?

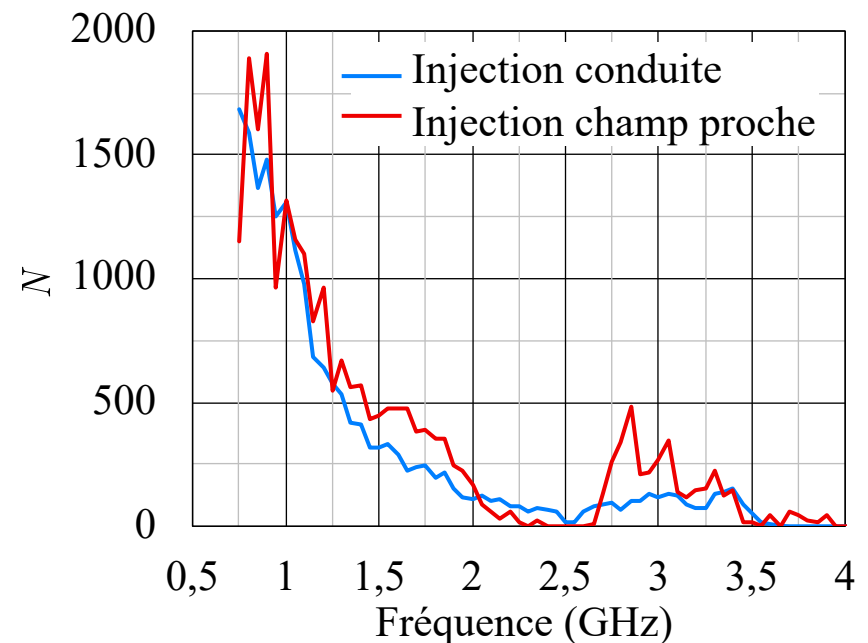
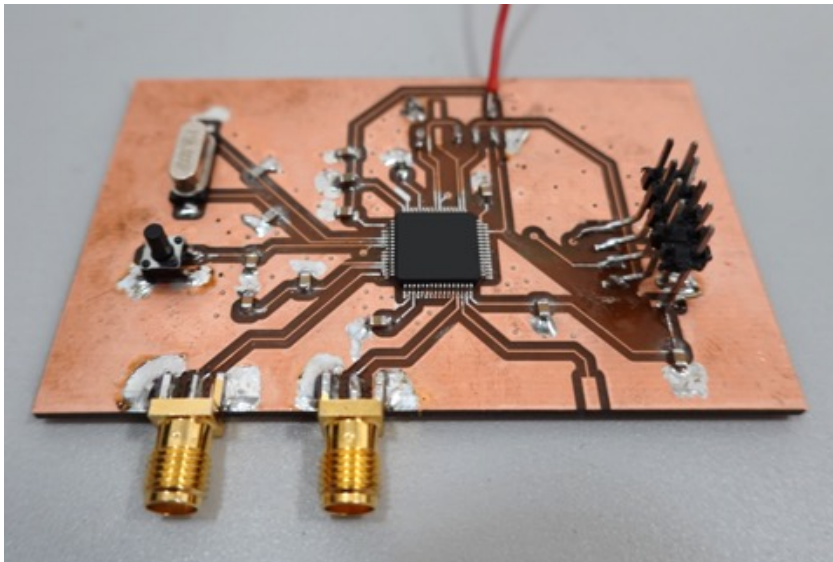
> Objectif : imposer la même tension induite avec deux chaînes d'injection différentes

- Étalonnage de la sonde pour estimer le couplage
- Détermination de la fonction de transfert entre le générateur et le composant

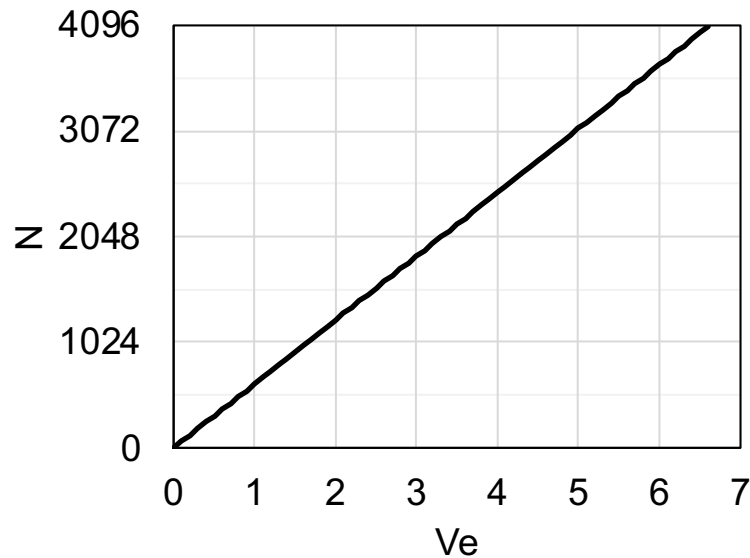


Exemple : susceptibilité d'un CAN

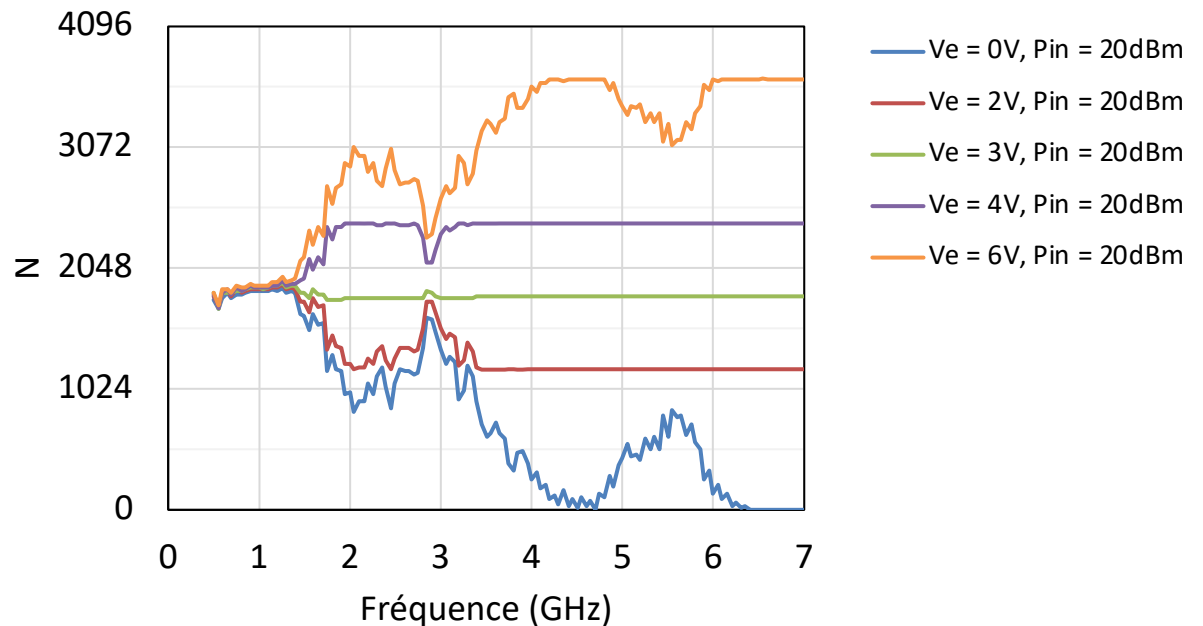
- > Étude des variations du code N converti par un convertisseur analogique-numérique (CAN) en fonction de la fréquence et du mode d'injection
- > Résultat : à contrainte équivalente, le comportement du CAN est le même en conduit et en champ proche



Description des défaillances observées



- Comportement nominal du CAN



- Variation de la consigne V_e

Messages clés et ouverture

- > Le champ proche est une alternative crédible à une injection conduite
- > Plus représentatif d'un scénario backdoor réel
- > Les sondes actuelles sont conçues pour de la caractérisation
 - Développer des sondes champ proche adaptées aux contraintes (puissance, fréquence)
- > Le point difficile n'est pas l'injection mais l'estimation de la contrainte réellement appliquée au composant quand son environnement amont n'est ni connu ni accessible
 - Estimer la tension appliquée au composant en fonction de son environnement