



**HAL**  
open science

## Voiture autonome : le défi du zéro défaut pour la fiabilité des systèmes électroniques embarqués

Marise Baffleur, Fabrice Caignet, Nicolas Nolhier

### ► To cite this version:

Marise Baffleur, Fabrice Caignet, Nicolas Nolhier. Voiture autonome : le défi du zéro défaut pour la fiabilité des systèmes électroniques embarqués. *Transports du futur: Regards croisés de chercheur.e.s*, 37, pp.20, 2018, Collection Petit illustré. hal-01980187

**HAL Id: hal-01980187**

**<https://laas.hal.science/hal-01980187>**

Submitted on 14 Jan 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Voiture autonome : le défi du zéro défaut pour la fiabilité des systèmes électroniques embarqués**

Marise Bafleur, Fabrice Caignet et Nicolas Nolhier, Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS (LAAS-CNRS)

*La voiture d'aujourd'hui est un véritable ordinateur, une force mais aussi un risque renforcé de perturbations, et qui le sera d'autant plus pour les véhicules autonomes. D'où la nécessité de développer pour chaque composant électronique des protections qui jouent un rôle semblable à celui du paratonnerre vis-à-vis de la foudre. Contrainte économique, elles doivent être les plus petites et les moins coûteuses possibles.*

Les premières voitures pour le grand public ont fait leur apparition au début du XX<sup>e</sup> siècle. À cette époque, à part le démarrage électrique, et l'éclairage, tout était mécanique et la voiture était peu fiable. Dans les années 90, grâce à l'avènement de l'électronique, la voiture est devenue de plus en plus performante (allumage électronique), sûre (ABS, airbag, ESP) et intelligente (système anti-collision). Nous sommes au début du XXI<sup>e</sup> siècle et les premières voitures autonomes commencent à circuler. La voiture actuelle est un véritable ordinateur sur roues à l'image du téléphone portable qui est un ordinateur au creux de la main. Elle est truffée de capteurs, d'actionneurs, et plusieurs microprocesseurs analysent en temps réel les données provenant du véhicule et de son environnement. Le nombre de composants électroniques dans l'automobile est tel que ceux-ci peuvent en constituer jusqu'à 50% de son prix.

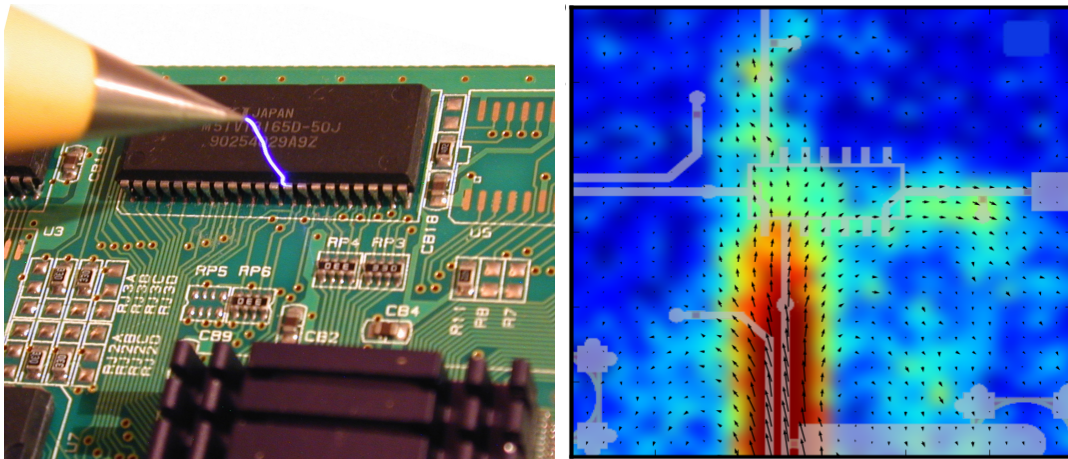
Une automobile est soumise à de nombreuses agressions qui peuvent affecter la fiabilité des systèmes électroniques embarqués. Elles peuvent induire une défaillance temporaire (erreur de l'ordinateur de bord, par exemple) ou même provoquer la destruction du composant agressé. Ces défaillances sont inacceptables car la sécurité des passagers est aujourd'hui en grande partie confiée à l'électronique et le sera d'autant plus dans les véhicules autonomes. L'exigence de fiabilité requise est ainsi proche du zéro défaut : 1ppm, c'est-à-dire une défaillance par million de voitures vendues.

Des agressions proviennent de l'environnement naturel : température, vibrations, humidité, radiations cosmiques. D'autres sont provoquées par l'utilisateur : génération de charges électrostatiques (ESD) par les vêtements synthétiques, par exemple. Enfin certaines résultent de perturbations électromagnétiques induites par le moteur ou l'usage d'appareils électroniques comme le téléphone portable.

Une agression ESD comme illustrée dans l'exemple ci dessous, peut être générée par les frottements lorsque vous enlevez votre laine polaire, et les charges électrostatiques associées induire une tension de quelques milliers de volts. Si vous touchez alors une pièce métallique, vous allez ressentir une courte ( $\leq 1 \mu\text{s}$ ) décharge électrique. Un composant électronique embarqué dans l'automobile peut être soumis à plusieurs dizaines de milliers d'agressions ESD au cours de sa vie. C'est ainsi que, fin des années 90, des milliers de voitures ont dû être rappelées suite au déclenchement intempestif de l'airbag induit par une agression ESD.

Pour se protéger de telles agressions, il faut d'une part, comprendre comment elles se propagent dans le système et le perturbent et d'autre part, mettre en œuvre une

stratégie de protection. Il s'agit de développer des méthodologies de modélisation et de caractérisation (exemple ci-dessous) permettant d'analyser et de prédire le comportement du système lors d'une agression ESD et de vérifier la stratégie de protection. La protection consiste à insérer des dispositifs dédiés au niveau de toutes les entrées et sorties du composant électronique. Ces protections jouent un rôle semblable à celui du paratonnerre vis-à-vis de la foudre. Le défi pour ces systèmes embarqués est que ces protections doivent être les plus petites et les moins coûteuses possibles, tout en maintenant les fonctionnalités. Grâce à ces techniques, il est possible d'optimiser le nombre, la taille et l'efficacité des protections.



Vue de gauche : Agression ESD (arc électrique) sur une carte électronique. Vue de droite : visualisation de la propagation de l'agression ESD dans une carte électronique (image obtenue sans contact par mesure du champ électromagnétique induit par la propagation de l'agression ESD). Photos LAAS-CNRS.