

Projet S4 - Groupe 12
**Modélisation électromagnétique de train pour
l'aide à la conception et à l'optimisation de
systèmes radio**

Année 2014/2015

Encadrants techniques : M. GALLEE François (Dept. Micro Ondes)
Mme LANGLAIS Charlotte (Dept. Electronique)

Groupe de pilotage : Mme MOULINARD Marie-Laure (Dept. Optique)
Mme MARTIN Gisèle (Dept. Langues)

Partenaire extérieur : M. GHANNOUM Hassan (Société SNCF)

Auteurs : CHHIM Tiffany, MONIN Maxime

Mots clés : simulation électromagnétique, propagation, réseaux de communication sans fils, MIMO, outils CAO, modélisation 3D

Résumé : Notre projet consiste en la validation d'une méthodologie que la SNCF aimerait appliquer dans son plan de déploiement de nouveaux services (réseaux sans fil) à bord des trains. Cette méthodologie comporte deux grandes étapes : modélisation logicielle 3D d'un train et simulations numériques de la propagation d'ondes électromagnétiques pour obtenir des cartographies, étapes que nous avons validées par comparaison avec des mesures expérimentales réelles.

1. Présentation et contexte du projet

Dans la plupart des industries du transport (automobile, aviation, etc.), et afin de déployer de nouvelles technologies, des méthodes de tests par simulation sur des modèles 3D sont couramment utilisées. En amont des tests physiques, elles permettent de réduire drastiquement la mobilisation des ressources coûteuses qu'ils impliquent. Le secteur ferroviaire, en revanche, accuse d'un certain retard et n'utilise pas encore de tels procédés. Afin de proposer à sa clientèle de nouveaux services (WiFi, 4G) de bonne qualité, le département de recherches et innovations de la SNCF nous a sollicités pour prouver la fiabilité des simulations numériques et leur proposer une démarche adaptée.

2. Méthodologie développée pour aboutir

Pour répondre au besoin du client, nous avons suivi la démarche générale suivante : modélisation 3D de l'environnement étudié, obtention de cartographies électromagnétiques par simulation numérique, et validation par comparaison avec des résultats expérimentaux. Nous avons dans un premier temps travaillé dans un environnement maîtrisé, que nous

pouvions reproduire à l'école pour effectuer nos propres mesures. Dans un second temps, nous sommes passés à l'étude d'un wagon de train pour lequel la SNCF disposait déjà de données expérimentales.

3. Développement des différentes tâches et principaux résultats

3.1. Phase préliminaire

Nous avons d'abord choisi deux environnements d'étude : une pièce meublée et une voiture en extérieur. Pour effectuer les mesures, le matériel nous était prêté par l'école, tandis que le logiciel WinProp était adapté à la fois pour la modélisation et la simulation, avec une propagation d'ondes approximée par des rayons.

A l'issue de cette phase, nous avons pu déterminer les éléments incertains à prendre en compte dans l'étape de modélisation : la description de l'environnement et les caractéristiques électriques des matériaux utilisés. Les structures métalliques en particulier ont le plus d'impact pour la propagation du fait de leur caractère réfléchissant. Nous avons également constaté la propriété atténuante des vitres athermiques (utilisées dans les trains), pour lesquelles nous avons déterminé des caractéristiques électriques proches du cuivre. De manière générale, ce sont ces types de matériaux que l'on modélise principalement.

3.2. Modélisation 3D du train et simulations

Avec des données fournies par le client, nous avons pu tester notre méthodologie expliquée en 2. Les simulations sur un modèle relativement peu complexe (seules l'enveloppe du train et les surfaces métalliques ont été modélisées) ont abouti à des résultats en adéquation avec les cartographies estimées selon les mesures de la SNCF, ce qui nous a permis de confirmer l'intérêt de la démarche étudiée. Celle-ci pourra alors être utilisée pour étudier d'autres types de rames et wagons.

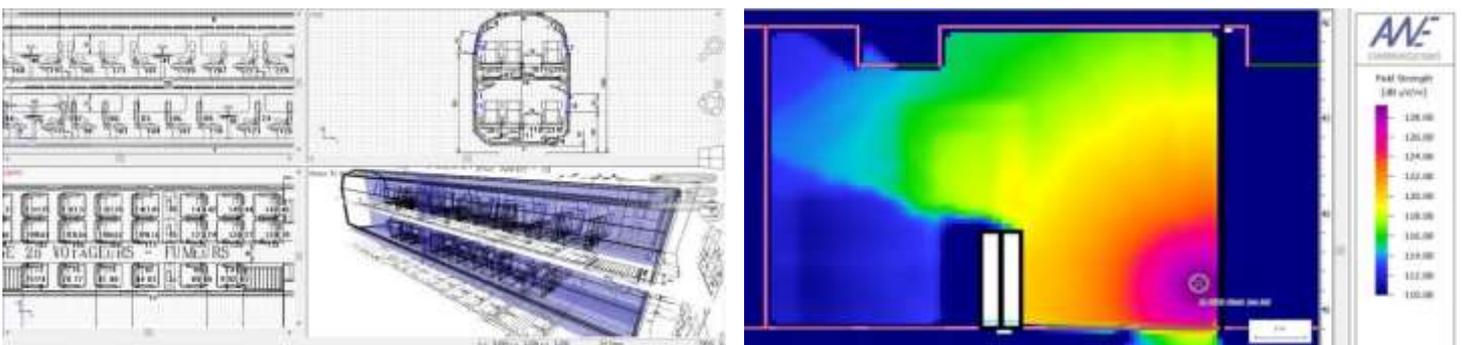


Figure 1 : Exemple de modélisation et de cartographie sous WinProp

4. Conclusions et perspectives

A l'issue de ce projet, nous avons validé une méthode que la SNCF pourra appliquer en espérant ainsi faire des économies et gagner en efficacité.

Les modèles sont d'autant plus intéressants qu'ils pourraient être utilisés dans d'autres scénarios très complexes à tester sur le terrain comme le cas d'un grand nombre de passagers dans le train utilisant le réseau téléphonique simultanément. Ils permettraient même d'optimiser le choix des installations de dispositifs de radiocommunications à bord des trains.