

Radio-identification en champ proche à 13,56 MHz de patchs ou implants biomédicaux sur le bras, à l'aide de résonateurs découplés

▪ Laboratoire d'accueil :

GeePs UMR 8507

11, rue Joliot Curie, Plateau de Moulon, 91192 Gif sur Yvette.

<http://www.geeps.centralesupelec.fr>



▪ Encadrants/équipe du laboratoire d'accueil:

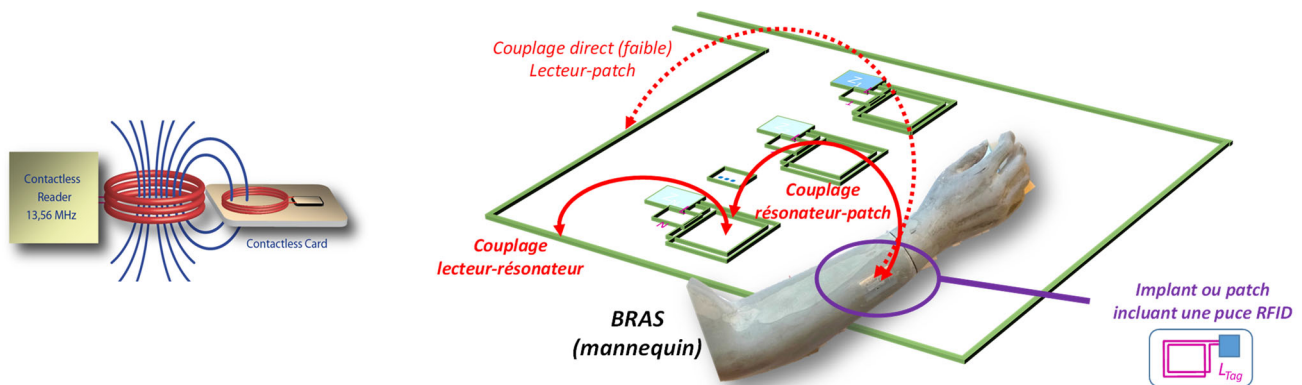
Antoine Diet MCF, Univ. Paris Saclay

antoine.diet@geeps.centralesupelec.fr (contact)

Yann Le Bihan PU, Univ. Paris Saclay

▪ Descriptif scientifique

Dans un contexte de développement du diagnostic préventif à distance et/ou du suivi post-opératoire à domicile, la transmission de données médicales automatisée améliore le suivi et/ou la sécurité sanitaire des patients (i.e. indicateurs et constantes telles que l'ECG...). L'insertion d'un point de contrôle dans l'habitation repose sur l'utilisation d'un implant ou d'un patch biomédical réduit à son minimum d'encombrement (sur le bras,...). L'utilisation de patch télé-alimenté lors de l'exécution de certaines tâches habituelles est possible grâce à la **technologie RFID en champ proche à 13,56 MHz**. Un système RFID à cette fréquence est composé d'un lecteur et d'un « tag », lui-même constitué d'une puce RFID et d'une antenne boucle. La communication entre le lecteur et le tag repose sur le couplage magnétique. La puce composant le tag est ici télé-alimentée par le lecteur. Il y a alors deux parties indissociables qui présentent à la fois un aspect électromagnétique et un aspect électronique : (i) la télé-alimentation, qui est liée à **l'inductance mutuelle** entre les deux antennes, et qui dépend donc d'un critère géométrique ; (ii) la communication d'informations entre le lecteur et le tag, qui est réalisée par une modulation de charge dans la puce (exemple : *pass Navigo*). **Ces deux parties sont sources de compromis, par exemple concernant les coefficients de qualité des antennes boucles.**

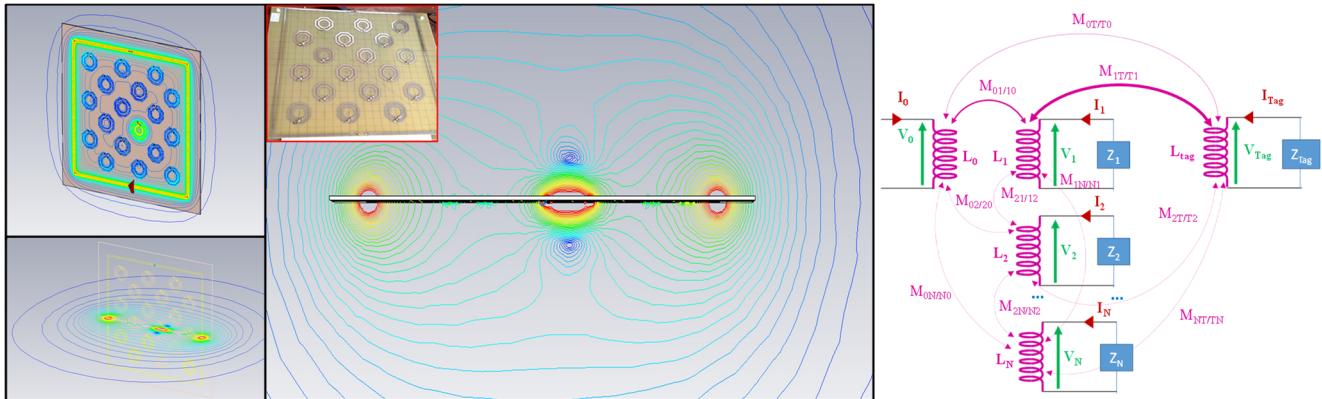


(gauche) principe de la **Radio Frequency IDentification**. (droite) synoptique du démonstrateur entre l'antenne lecteur incluant les résonateurs et le tag RFID du patch ou de l'implant sur le bras

L'optimisation du lien par couplage magnétique est le but de ce stage. Afin de garantir une télé-alimentation et de permettre une communication entre le patch biomédical et un point de collecte de données (base/lecteur), plusieurs stratégies existent, dont celle reposant sur un ajout de

résonateurs L-C « relais » additionnels (*technique de type WPT, Wireless Power Transfer*). C'est sur ce type d'éléments que se focalise le travail de stage, incluant la conception, simulation, réalisation et la caractérisation des résonateurs envisagés. La mise en avant du découplage des résonateurs entre eux et la validation expérimentale de ce principe constitue la partie innovante de la solution.

L'utilisation des bases de mesures permettent de mettre en évidence le champ magnétique rayonné par un scanner adapté à un bras (démonstrateur plan puis cylindrique) et fonctionnant à 13.56 MHz (thèse de Jie Sun au GeePs) avec et sans résonateurs dans le but de détecter et communiquer avec un patch fixé sur le membre considéré. Parmi les différentes étapes depuis la conception jusqu'à la réalisation, une étape de modélisation circuit sera également produite, basée sur le modèle ci-dessous



(gauche) **Modélisation numérique sous CST microwave (calculateur Electromagnétique) et calcul du champ magnétique généré dans le cas où un résonateur est accordé.** (droite) **schéma électrique équivalent du prototype.**

Enfin, la présentation des améliorations des performances de détection de l'actuel scanner plan et du scanner cylindrique seront chiffrées et publiées (conférence ou article scientifique) et des pistes d'améliorations proposées et confrontées en équipe.

Le stage sera gratifié conformément à la législation en vigueur (4,35 euros/h). Une poursuite en thèse de ces travaux est envisagée au travers d'une demande de financement (concours) auprès de l'école doctorale EOB (Université Paris Saclay). Le stagiaire est très vivement encouragé à y candidater pendant le stage.

Références

- [1] J. Sun, A. Diet, Y. Le Bihan, M. Biancheri-Astier, C. Gannouni, and M. Police, "Planar Rotating Magnetic Field Inside a Cubic Structure for RFID/NFC Applications," 2023 IEEE 13th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA), Aveiro, 03-06 Sep. 2023.
- [2] J. Sun, A. Diet, Y. Le Bihan, M. Police. A 3D RFID/NFC cylindrical magnetic reader coils structure, 3DCCS, for orientation-free detection of HF tags, for biomedical applications. IEEE Journal of Radio Frequency Identification, V.9, pp. 236-246, 2025, doi 10.1109/JRFID.2025.3570909.
- [3] M. Bouklachi, M. Biancheri-Astier, A. Diet and Y. Le Bihan, "NFC/RFID Patch Coil Curvature Effect and Shielding for Medical Applications Wirelessly Powered," IEEE Journal of Radio Frequency Identification, vol. 4, no. 2, pp. 107-114, Jun. 2020.
- [4] A. Diet, M. Biancheri-Astier, Y. Le Bihan, P. Pérez-Nicoli, M. Bouklachi, O. Meyer, F. Silveira, and L. Pichon. "13.56 MHz Near Field magnetic coupling efficiency evaluation for IMDs powering," IEEE MTT-S Wireless Power Transfer Conference (WPTC). WPW 2019, Wireless Power Week, London, 17-21 Jun. 2019.
- [5] S. R. Khan, S. K. Pavuluri, G. Cummins, "Desmulliez, M.P.Y. Wireless Power Transfer Techniques for Implantable Medical Devices: A Review," Sensors, vol. 20, no. 12, Jun. 2020.