

Proposition de stage M2R :

Mise en œuvre d'un banc de monitoring HF « antenne lecteur NFC (13.56 MHz) et patch biomédical télé-alimenté »

▪ **Laboratoire d'accueil (lieu du stage):**

GeePs UMR 8507

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

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



convention d'accueil au **LURPA** pour la partie Modélisation

LURPA EA1385, ENS Paris-Saclay

4 avenue des sciences,

91190 Gif-sur-Yvette



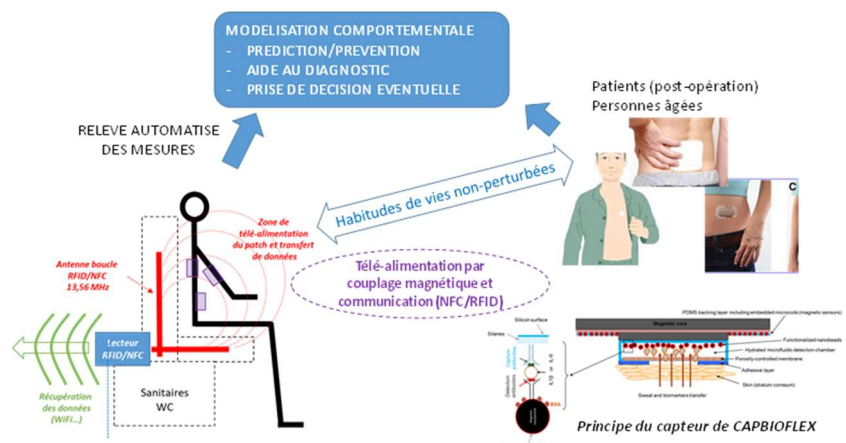
▪ **Encadrants/équipe du laboratoire d'accueil et collaborateurs scientifiques:**

Antoine Diet	(GEEPS)	MCF Univ. Paris Saclay	antoine.diet@geeps.centralesupelec.fr
Yann Le Bihan	(GEEPS)	PR Univ. Paris Saclay	
Chadi Gannouni	(GEEPS)	IE CNRS	
Grégory Faraut	(LURPA)	MCF ENS Paris Saclay	
Bruno Denis	(LURPA)	MCF ENS Paris Saclay	

▪ **Contexte technique et thème de recherche**

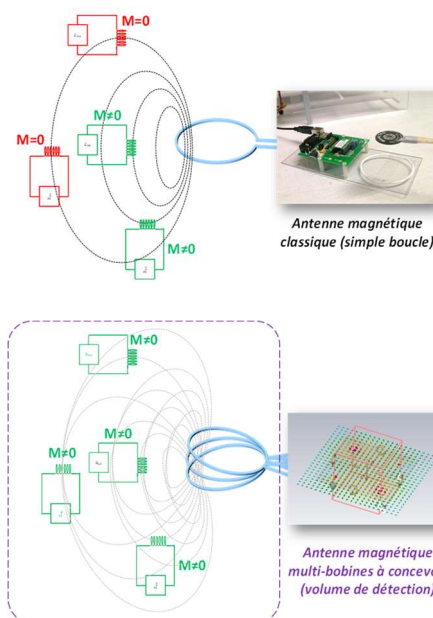
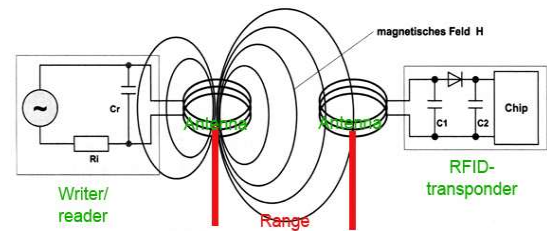
Cette proposition de stage (avril-septembre 2022) est issue du projet de recherche inter-laboratoire PRECAPPAQUO (*Prévention des troubles dépressifs grâce à un capteur communicant sur patch, à travers les gestes du quotidien*), et est financée par le Labex LASIPS. Ce sujet de stage fait suite à un premier stage de M2R sur la conception de l'antenne lecteur. La mise en œuvre et l'intégration du patch en tant que sous-système autonome est à réaliser et le système global de récupération des données depuis le patch (données de monitoring) est à mettre en œuvre.

L'objectif du projet PRECAPPAQUO est de pouvoir observer et prévenir les troubles dépressifs chez certains patients (troubles post-opératoires) et/ou personnes âgées grâce à une analyse automatisée de leur état de stress. Ceci est possible grâce à un patch communicant incluant un capteur analysant les biomarqueurs présents dans la sueur. La communication de l'information par le patch se fait de manière automatisée, lors d'un geste du quotidien, afin que le patient ou la personne âgée ne modifie pas son comportement à cette occasion, ce qui conduirait à un biais dans la mesure effectuée. La collecte de l'information, couplée à la description de l'environnement et d'autres facteurs évènementiels

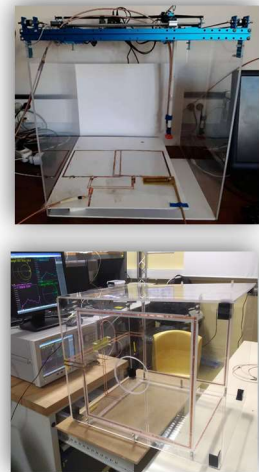


permet de modéliser, voire de prédire l'évolution de l'état de stress. Également, l'utilisation d'une interface de type NFC/RFID (Near Field Communications, Radio Frequency IDentification) entre le patch et le point de collecte de l'information permet d'envisager la télé-alimentation de ce patch et de réaliser la mesure au moment où le geste du quotidien est effectué.

Le contexte technique de ce stage est celui de la NFC (Near Field Communication) hautes fréquences, à 13,56 MHz. La communication du NFC est basée sur la technologie RFID (Identification par Radio Fréquence). Un système NFC à cette fréquence est composé d'un lecteur et d'un « tag », composé d'une puce NFC et d'une antenne boucle. La communication entre le lecteur et le tag a lieu en champ proche, par couplage magnétique. Souvent, la puce composant le tag est télé-alimentée par le lecteur. Dans ce genre d'application, 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'induction 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 NFC.



L'induction mutuelle est un lien « physique » sans fils dépendant de la forme des antennes RFID/NFC utilisées. La nature vectorielle du champ magnétique implique que des zones de couplage nul existent dans le volume de contrôle entourant un lecteur RFID/NFC. La conception d'une structure complexe à l'aide d'un calculateur électromagnétique (CST) permet d'optimiser la distribution du champ magnétique pour notre application, et ainsi réduire les zones de couplage nul.



Plusieurs structures candidates ont été sélectionnées au laboratoire afin de proposer des pistes de conception pour ce stage.

▪ **Descriptif scientifique et principales étapes du projet** (parties en vert sur le synoptique ci-après)

Dans un premier temps, le stagiaire passera en revue, pour validation, le travail préliminaire sur la partie STATION (en vert ci-dessous), c'est-à-dire l'étude et le prototypage de l'antenne lecteur RFID/NFC, ainsi que l'interfaçage du lecteur (lecture de la mémoire du tag NFC). Les principales étapes à valider sont :

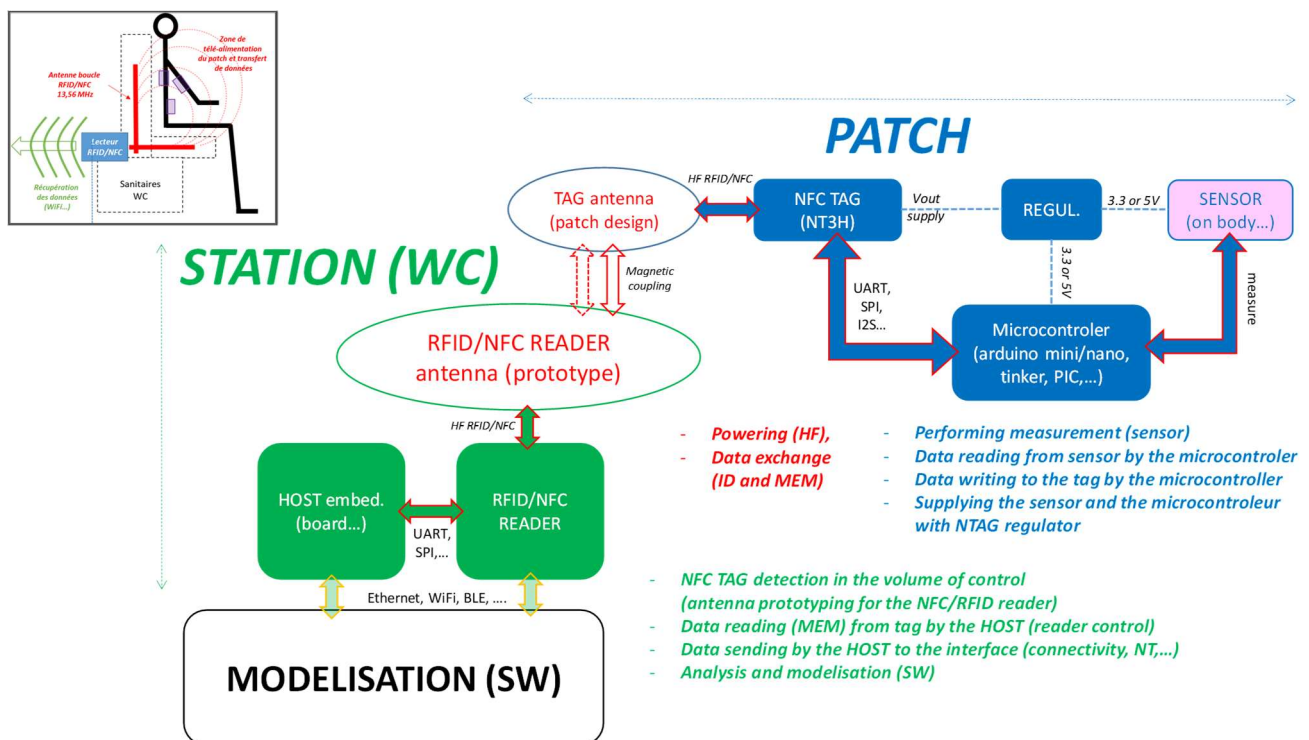
- Analyse des limites du système : portée de détection, de télé-alimentation des tags et évaluation de la puissance disponible.
- Mise en place de la configuration du lecteur RFID/NFC pour automatiser la récupération des données et les mettre à disposition (aspect réseau possible).
- Prototypages/démonstration avec lecteur RFID et modèle comportemental élaboré (LURPA).

Dans un second temps, le stagiaire de M2R travaillera sur la partie PATCH (en bleu ci-dessus), c'est-à-dire l'étude et le prototypage de l'alimentation ainsi que l'interfaçage (dialogue) entre l'électronique

embarquée faible consommation (microcontrôleur à sélectionner et à programmer) et le capteur du patch biomédical ainsi que le tag RFID/NFC. Les principales étapes identifiées du stage sont :

- Evaluation de la capacité d'alimentation de l'électronique du capteur biomédical et de conditionnement par la partie récupération d'énergie du tag NFC/RFID.
- Analyse de la consommation des éléments (capteurs, micro-ctrl., tag) et conception du patch
- Interfaçage du capteur avec le tag NFC/RFID : conditionnement et transfert des données au tag (mémoire) pour une récupération de l'info par le lecteur (protocole NFC ou RFID)
- Faisabilité d'une carte de routage pour la partie électronique du patch et intégration de l'antenne patch dimensionnée (étude préliminaire)
- Prototypages de montages de démonstration avec lecteur RFID (plateforme du GEEPS).

Les compétences attendues pour la réalisation du stage portent donc sur l'électromagnétisme, l'électronique et la mise en œuvre de microcontrôleurs. Une compétence sur le routage de circuit imprimés sera appréciée.



Références

- [OMS] <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/world-health-day/en/>
- [FINKZELLER] K. Finkenseller, RFID Handbook: Radio-frequency Identification fundamentals and application, 2nd ed., Wiley, 2003.
- [PARRET] D Parret, RFID and Contactless Smart Card App. Wiley-Blackwell, 2005, ISBN-10/13:0470011955/978-0470011959.
- [FLOYD] R. E. Floyd, "RFID in Animal-Tracking Applications," in IEEE Potentials, vol. 34, no. 5, pp. 32-33, Sept.-Oct. 2015. doi: 10.1109/MPOT.2015.2410308
- [MIRBOZORGI] S.Mirbozorgi, H.Bahrami, M.Sawan,B.Gosselin , "A Smart Cage With Uniform Wireless Power Distribution in 3D for Enabling Long-Term Experiments With Freely Moving Animals", *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, vol.10, no.2, pp 424 - 434, 2016.
- [SALHI] M. Salhi, M. Benamara, M. Grzeskowiak, G. Lissorgues, A. Diet, Y. Le Bihan. Antenna array in 3D HF RFID to improve tracking small tag. *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, Vol. 12, I. 5, pp 678-683, 2018, ISSN 1751-8733 / 1751-8725, DOI: 10.1049/iet-map.2017.0540.
- [DIET 2017] A. Diet, M. Grzeskowiak, Y. Le Bihan et al. A switched reader complementary-loops structure for detecting LF RFID tagged pebbles. *IEEE International Conference on RFID-Technology and Applications 2017, IEEE RFID-TA, 2017 sept. 20-22, Warsaw, Poland, session A3-3*.
- [DIET 2019] A. Diet, M. Grzeskowiak, M. Biancheri-Astier, Y. Le Bihan et al. Flexible serialized complementary coils for the detection of moving LF RFID tags. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, vol. 3, I. n°3, pp. 183-190, september 2019. Online ISSN: 2469-7281, doi: 10.1109/JRFID.2019.2912532.
- [Viertio 2012] Viertiö, S., Tuulio-Henriksson, A., Perälä, J., Saarni, S. I., Koskinen, S., Sihvonen, M., ... & Suvisaari, J. (2012). Activities of daily living, social functioning and their determinants in persons with psychotic disorder. *European Psychiatry*, 27(6), 409-415.
- [Kivela 2001] Kivelä, S. L., & Pakkala, K. (2001). Depressive disorder as a predictor of physical disability in old age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(3), 290-296.
- [Webb 2018] Webb, C. A., Cui, R., Titus, C., Fiske, A., & Nadorff, M. R. (2018). Sleep disturbance, activities of daily living, and depressive symptoms among older adults. *Clinical gerontologist*, 41(2), 172-180.
- [Avila. 2011] Ávila-Funes, J. A., Pina-Escudero, S. D., Aguilar-Navarro, S., Gutierrez-Robledo, L. M., Ruiz-Arregui, L., & Amieva, H. (2011). Cognitive impairment and low physical activity are the components of frailty more strongly associated with disability. *The journal of nutrition, health & aging*, 15(8), 683-689.
- [Feng 2014] Feng, L., Nyunt, M. S. Z., Feng, L., Yap, K. B., & Ng, T. P. (2014). Frailty predicts new and persistent depressive symptoms among community-dwelling older adults: findings from Singapore longitudinal aging study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 15(1), 76-e7.
- [Robles, 2010] Robles R. J., Kim T.-h., Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology: a Review, *Int. Journal of Advanced Science and Technology*, vol.15, pp. 37-47, 2010
- [Sor., 2005] Sorensen, L., Stokes, J. A., Purdie, D. M., Woodward, M., & Roberts, M. S., Medication management at home: medication-related risk factors associated with poor health outcomes, *Age and Ageing*, 34(6), pp. 626-632, 2005
- [Aca. 2013] Acampora, G., Cook, D. J., Rashidi, P., & Vasilakos, A. V. (2013). A survey on ambient intelligence in healthcare. *Proceedings of the IEEE*, 101(12), 2470-2494.