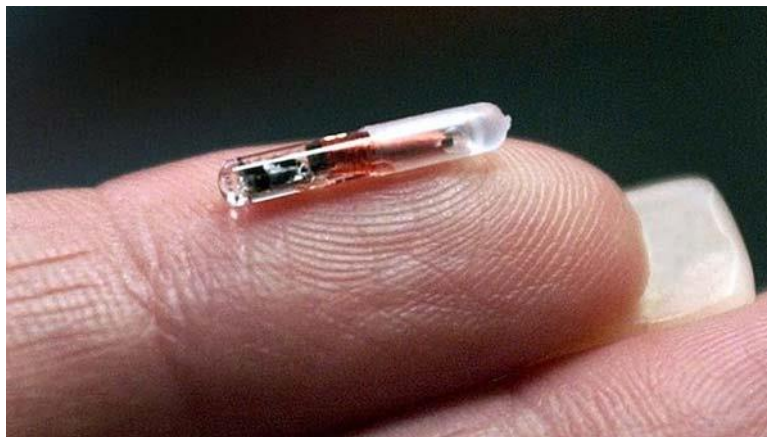


**Rapport intermédiaire de projet de fin
d'étude 2015/2016 :**

P14 Détection de puce RFID dans le corps humain



Polytech'Lille

Département : Informatique, Microélectronique, Automatique

Élève : Matthieu Marcadet

Tuteurs : Alexandre Boé, Thomas Vantroy

Remerciements

Je tiens à remercier mes tuteurs, Alexandre Boé et Thomas Vantroys, pour leurs conseils.

Ainsi que Guillaume Ducourneau, pour sa disponibilité et ses conseils.

Table des matières

1	Introduction.....	4
1.1	Problématique.....	4
1.2	Objectif du projet.....	4
2	Etudes.....	5
2.1	La RFID.....	5
2.1.1	Le principe.....	5
2.1.2	Mise en œuvre.....	6
2.1.3	Utilisation de ADS.....	8
2.2	Le corps humain.....	8
3	Ce qu'il reste à faire.....	10
3.1	Localisation de l'étiquette.....	10
3.2	Association avec le corps humain.....	10
4	Conclusion intermédiaire.....	11
5	Bibliographie.....	12
6	Annexe.....	13

1 Introduction

1.1 Problématique

De nos jours, beaucoup d'avancées technologiques sont réalisées dans le milieu médical que ce soit dans les procédés, dans les traitements ou même dans le matériel utilisé. Le matériel utilisé a beaucoup évolué, notamment pour l'imagerie médicale, la première radiographie réalisée en 1895 par Wilhelm Röntgen (découvreur des rayons X), qui était approximative et qui a continué à se développer pour aujourd'hui être un des moyens les plus utilisés pour les diagnostics, ou encore l'échographie utilisant des ultrasons, un autre outil d'imagerie, etc. Le milieu médical n'a aucune limite à l'évolution, chaque découverte technologique peut y contribuer.

L'un des principaux problèmes de la médecine d'aujourd'hui reste la précision des diagnostics, effectivement dans le cas d'un cancer, seul des moyens coûteux permettent de connaître précisément la localisation d'une tumeur (imagerie en 3D), c'est donc aux chirurgiens qu'il appartient de déterminer lors des opérations la localisation des tumeurs, afin de les extraire. Aujourd'hui, il existe peut-être des moyens moins coûteux permettant de réaliser ce travail et d'éviter aux patients des chirurgies invasives, comme la localisation par radiofréquence qui se développe énormément notamment avec la RFID.

1.2 Objectif du projet

On peut découper ce projet en 2 parties, la première sera la localisation d'un système communicant par RFID, pour ce faire, la conception d'une étiquette RFID répondant à une fréquence de 2.45GHz (fréquence de départ, qui pourra être sujette à des modifications) sera le point de départ. Ensuite, le deuxième point sera de localiser celle-ci, hypothétiquement par triangulation, soit 3 points qui permettront de récupérer assez d'informations sur la position de l'étiquette. La deuxième partie de ce projet, sera de soumettre ce système au corps humain par différents tests permettant ou non la validation du système conçu. Si le temps le permet, il sera envisageable d'étudier des matériaux biocompatibles, afin de pousser l'étude au maximum.

2 Etudes

2.1 La RFID

2.1.1 Le principe

La Radio Frequency IDentification (RFID) est une technologie permettant l'identification par rayonnement des radiofréquences. Un lecteur permet d'envoyer un signal à une certaine fréquence, ce signal est reçu par un tag ou étiquette RFID qui envoie la réponse correspondante. La fréquence choisie peut varier entre 125 kHz et 5.8 GHz et dépend du type d'application, plus la fréquence est élevée plus le tag est petit et plus la distance d'éloignement entre les éléments peut être grande.

Il existe différents types de tag RFID :

- Actif : ce tag se compose d'une antenne, d'une puce ainsi que d'un système d'alimentation.
- Semi-passif : identique au tag passif, sauf que le système n'est alimenté que lors d'un échange d'informations
- Passif : composé d'une antenne et d'une puce, son alimentation se fait par le lecteur, celui-ci envoie, en plus du signal, de l'énergie à l'étiquette.
- Chipless RFID : composé seulement d'une antenne comportant le code de l'identification.

Avantage/Inconvénient :

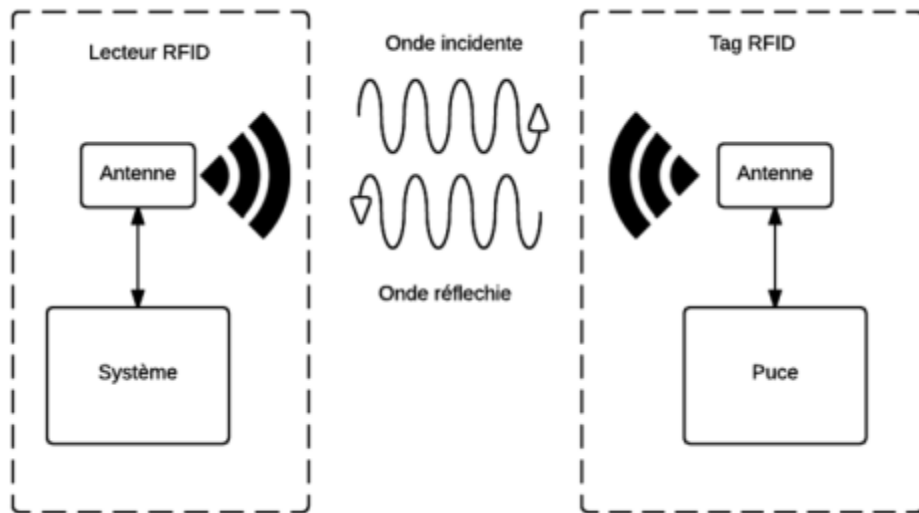
Techniquement, les puces actives et semi-passives présentent le principal avantage de la distance de lecture, qui est fonction de l'antenne implémentée et de l'énergie fournie à celle-ci par la pile, mais leur coût et leur durée de vie dépendent eux aussi de la pile et sont les principaux inconvénients. Au contraire les puces Passives et chipless ont une faible distance de lecture, ainsi qu'un faible coût, quant à leur durée de vie et leur fiabilité, elles dépendent des matériaux utilisés.

	Actif	Semi-passif	Passif	Chipless
Distance de lecture	Limite antenne	Limite antenne	Petite	Petite
Coût	Elevé	Elevé	Faible	Très faible
Durée	Pile	Pile	-	-
Fiabilité	Pile	Pile et réveil	-	-

Pour réaliser ce type de communication il est donc nécessaire d'avoir un lecteur RFID ainsi qu'une étiquette. Pour modéliser la communication, nous prendrons comme exemple le système de validation de titre de transport de « Transpole » :



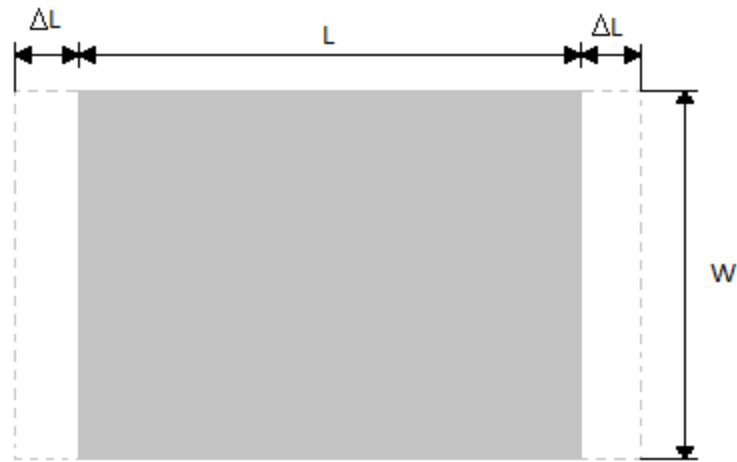
Ici, le lecteur envoie un signal d'identification au titre de transport qui récupère l'information demandée et la retourne au lecteur.



2.1.2 Mise en œuvre

La première étape du projet a donc été de modéliser les étiquettes par des circuits imprimés rayonnants. Pour cela, plusieurs types de circuits imprimés sont possibles.

L'antenne patch se présente sous la forme d'une pastille, qui peut être de formes différentes (rectangulaire, ronde, ...). Afin de faciliter le dimensionnement, j'ai utilisé la forme rectangulaire qui est la plus commune. Pour la réaliser, il faut respecter les équations régissant la longueur et la largeur de celle-ci :



$$W = \frac{c}{2f_0\sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \text{ avec } \begin{cases} c: \text{célérité de la lumière} \\ \epsilon_r: \text{Permittivité électrique} \\ f_0: \text{Fréquence de travail} \end{cases}$$

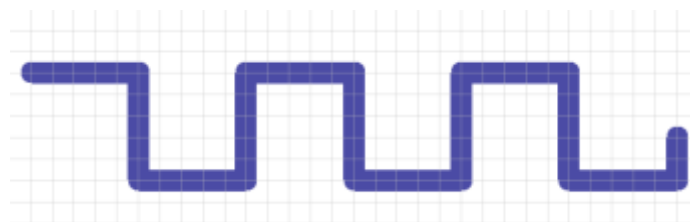
$$L = L_{eff} - 2\Delta L \text{ où } L_{eff} = \frac{c}{f_0\sqrt{\epsilon_{reff}}}, \Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3)}{(\epsilon_{reff} - 0.258)} \frac{\left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{\left(\frac{W}{h} + 0.8\right)}$$

$$\text{et } \epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\sqrt{1 + 12\frac{h}{W}}} \text{ avec } \begin{cases} L_{eff}: \text{Longueur effective} \\ \Delta L: \text{Extension de longueur} \\ h: \text{hauteur du substrat} \\ \epsilon_{reff}: \text{Permittivité effective} \end{cases}$$

Les extensions de longueur sont soustraites à la longueur effective afin de prévenir les effets de bords. Pour résoudre ces équations, j'ai défini la hauteur de substrat à 1.6mm ainsi que la permittivité électrique de l'époxy à 4.5. J'ai donc obtenu un patch d'une largeur de 37 mm et d'une longueur de 28.5 mm.

L'antenne dipôle se présente sous la forme d'une ligne simple en forme de « L », pour des raisons de gain de place lors de la gravure, j'ai décidé de donner une forme de créneaux à celui-ci. Pour sa réalisation, il suffit de suivre l'équation :

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{c}{2f}$$



J'ai donc obtenu un dipôle d'une longueur de 57 mm

2.1.3 Utilisation de ADS



Suite au cours de dimensionnement des systèmes communicants assuré par « Sylvie Baranowski » et « Nathalie Roland » avec l'intervention de « Gwendal Le Padelec » sur l'utilisation d'ADS pour la simulation de PCB, je compte utiliser ce principe pour simuler les différentes parties du système afin de pouvoir éliminer des hypothèses qui ne donneraient pas des résultats assez intéressants.

Advanced Design System, est un logiciel de conception électronique pour les systèmes RF, les micro-ondes et des applications numériques à haute vitesse. Il permet de concevoir un circuit électronique et de le simuler dans le domaine temporel ou fréquentiel. Il offre aussi la possibilité d'importer un circuit imprimé et de simuler un comportement théorique dans ces différents domaines.

Le principe sera de simuler les différentes étapes du projet pour en ressortir une étude théorique permettant de gagner du temps sur les mesures ainsi que d'éviter certains problèmes de dimensionnement comme un circuit ne répondant pas à la bonne fréquence d'émission.

2.2 Le corps humain

Le corps humain est composé d'une multitude de milieux biologiques présentant des propriétés différentes telles que les liquides et les tissus musculaires ou encore les os. Tous ces milieux posent certains problèmes pour la compatibilité avec les matériaux et la conductivité électrique. Dans le cas de la compatibilité des matériaux, on peut se demander si un tag RFID sera inoffensif pour l'homme. Pour éviter ce problème, il existe des matériaux biocompatibles déjà utilisés par la médecine comme le titane pour les pacemakers, le silicone utilisé pour les implants mammaires ou encore le verre utilisé dans les implants orthopédiques, ... Il serait donc possible de réaliser un système biocompatible tel que la puce RFID sous cutanée encapsulée dans du verre, ou tout simplement, comme l'hypothèse de base et la réalisation d'un circuit rayonnant, il serait possible d'envisager un circuit imprimé compatible avec le corps humain.

Concernant les problèmes de conductivité, le calcul de celle-ci se révélerait trop compliqué à mettre en œuvre du à une trop grande quantité de milieux (tissus musculaire, sang, os, ligaments, ...) et serait donc variable suivant le positionnement dans le corps humain. Comme ce projet reste un projet de recherche sur la possibilité de la détection

d'une puce RFID dans le corps humain, une première approche d'une conductivité moyenne pourra être envisagée et les tests permettront de vérifier cette hypothèse.

Un dernier problème se pose concernant plus l'Homme que le corps, mais qui reste hypothétique car la production d'un tel système n'est pas envisagé. C'est le problème d'éthique, l'implantation de système communicant dans le corps présenterai le risque de forme de contrôle de l'individu par la société ou encore des intrusions dans la vie privée par piratage de données. Ceci reste tout de même un problème hypothétique.

3 Ce qu'il reste à faire

3.1 Localisation de l'étiquette

La localisation de l'étiquette se fera par l'émission d'une fréquence à 2.45GHz en direction de l'étiquette avec une puissance d'émission variable et de mettre en réception plusieurs antennes à différentes positions afin de déterminer les puissances reçues sur chacune d'elles. Dans le cas où ce test ne serait pas assez précis du à des puissances trop faibles en réception, il faudra envisager d'autres solutions telles que la conception d'une étiquette autoalimentée apportant de plus grandes puissances en réception. Si les résultats de localisation sont concluants, la conception d'un système de localisation pourra être envisagée permettant une lecture précise. Par exemple un système de triangulation synchronisé par un algorithme délivrant des coordonnées de position de l'étiquette.

3.2 Association avec le corps humain

A cette étape, le but sera de déterminer si le système conçu reste viable lors de mesures à travers le corps humain, un test possible sera d'essayer de localiser l'étiquette en interférant avec la main ou tout autre matière présentant une permittivité électrique se rapprochant du corps humain avec le signal d'émission et le signal de réception.

4 Conclusion intermédiaire

Ce projet, est un sujet d'étude intéressant et innovant, aussi bien pour moi, que pour le contexte actuel de la médecine. En effet, la médecine est en constante évolution et pouvoir participer à cette évolution, même si ce projet n'a pas pour but d'aboutir directement à un système commercialisable, est l'une des principales motivations que j'ai pour ce projet.

Comme tous les projets, auxquels les étudiants participent, celui-ci permet d'avoir une expérience supplémentaire dans la gestion de projet et dans les domaines concernés.

Pour le moment, je peux dire que le projet n'a pas autant avancé que prévu, effectivement il aurait été bien que les tests de localisation aient débuté pour avoir une première idée sur la faisabilité du projet. Ce retard est dû à un manque de temps consacré au projet que je compte rattraper avant la fin de celui-ci.

5 Bibliographie

Corps humain :

http://olivier.albenge.pagesperso-orange.fr/page_site/Site_mat/biomat/bio_types.htm [en ligne]

<http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/848D.PDF> [en ligne]

RFID :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Radio-identification> [en ligne]

<http://www.centrenational-rfid.com/definition-de-la-rfid-article-71-fr-ruid-17.html> [en ligne]

<http://www.commentcamarche.net/contents/1028-rfid-radio-frequency-identification> [en ligne]

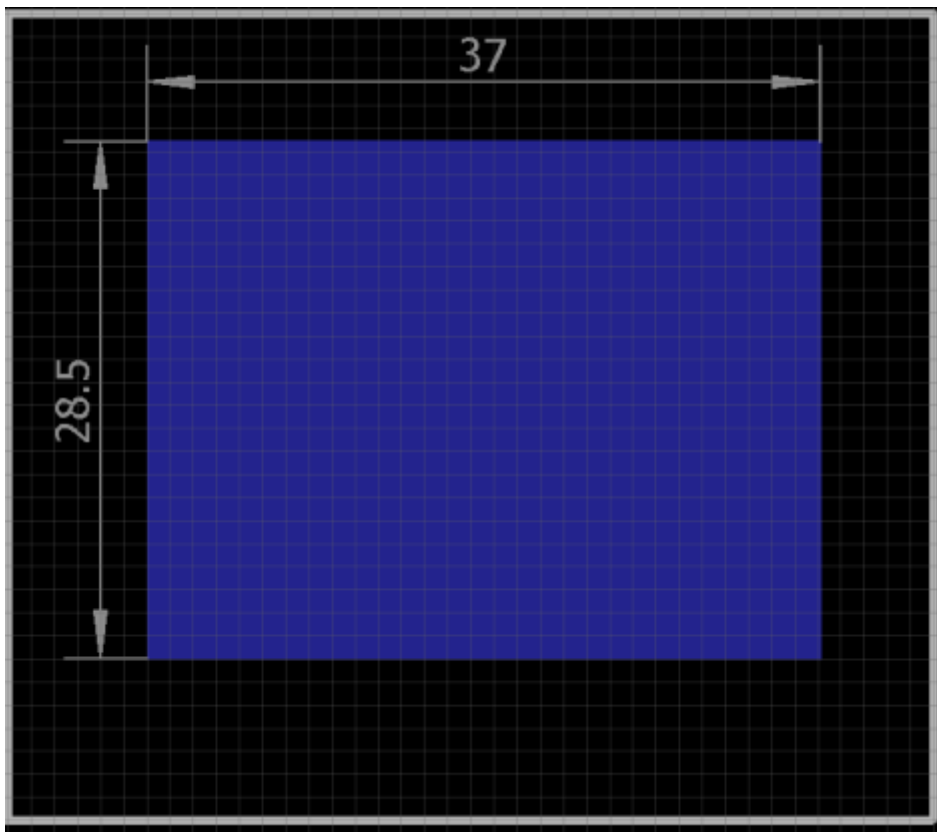
ADS :

<http://www.keysight.com/en/pc-1297113/advanced-design-system-ads?cc=US&lc=eng>

6 Annexe

PCB des antennes :

Patch



Dipôle

