

Chapitre 1

Entreprise d'accueil et déroulement du stage

1.1 Présentation générale de MASCIR

MASCIR¹ est un organisme de recherche à caractère scientifique et technologique. Il est voué à la recherche en nanotechnologie, en biotechnologie, en technologie numérique, en micro-électronique, en énergie et en environnement. La fondation se veut présenter là où les enjeux de la société l'exigent.

La figure suivante montre emplacement de l'entreprise.

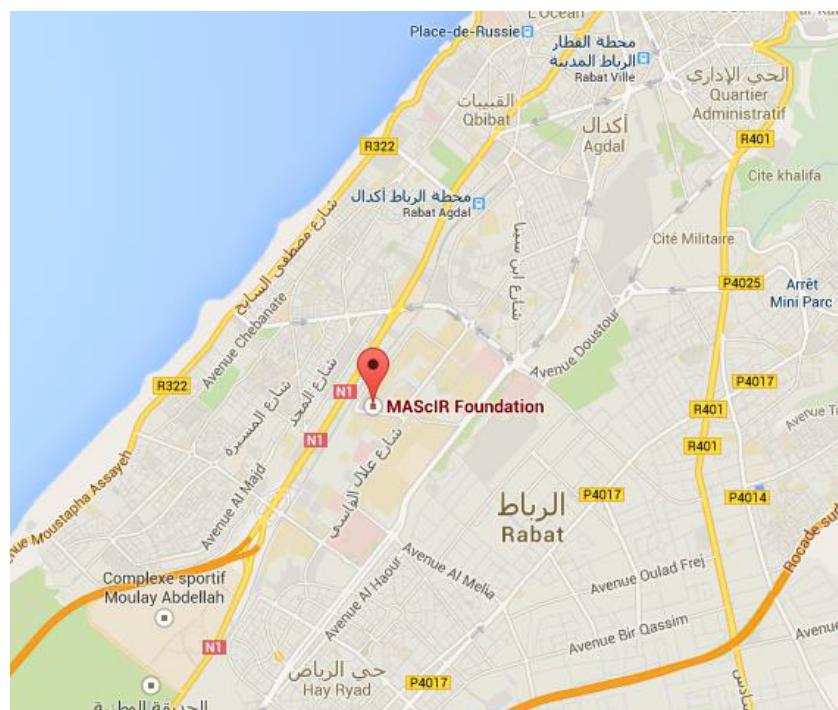


FIGURE 1.1 – Localisation de la fondation MASCIR

Rassemblant d'éminents chercheurs des quatre coins du monde, MASCIR regroupe

1. Moroccan foundation for Advanced Science, Innovation and Research

des équipes scientifiques œuvrant dans des domaines innovants et complémentaires et met à leur disposition une infrastructure scientifique de pointe.

Initialement fondée en 2007 par le gouvernement marocain en tant que fondation à but non lucratif MAScIR a continuée son expansion en créant :

MAScIR MicroElectronics a pour objectif de devenir un centre de recherche et développement dans le domaine de la microélectronique.

MAScIR BioTechnology deuxième centre inscrit dans MAScIR œuvrant dans le domaine de la biotechnologie : recherche et développement des médicaments ou des biocides.

NanoTechnology qui a pour mission de mener des recherches appliquées, innovantes et à la fine pointe de la technologie dans le domaine des nanomatériaux et des nanotechnologies. Ces recherches sont menées par une équipe internationale du haut calibre travaillant dans un environnement unique et utilisant une infrastructure de pointe.

1.1.1 Client de la fondation

Les principaux clients de la fondation MAScIR MicroElectronics sont :

Lear Corporation est l'un des principaux fournisseurs mondiaux de sièges automobiles et des systèmes de gestion de l'énergie électrique.

ONCF est l'opérateur ferroviaire national du Maroc. Le Bureau emploie environ 7845 employés et possède un réseau de 2110 km, tous les 1435 mm (4 pi 8 1/2 po) à écartement standard, dont 1300 km est électrifié (2015).

OCP est un acteur incontournable sur le marché du phosphate et de ses produits dérivés. Présent sur toute la chaîne de valeur, il est le premier exportateur de cette matière dans le monde.

COSUMAR est un groupe marocain, filiale de la société nationale d'investissement, spécialisé dans l'extraction, le raffinage et le conditionnement du sucre sous ses différents formes. Il est devenu l'unique opérateur sucrier marocain après l'acquisition de SUTA, SUCRAFOR, SUNABEL et SURAC en 2005.

STERIMED est une société spécialisée dans le domaine de l'eau et des technologies de l'environnement. Son objectif est d'accompagner les entreprises et participer dans la résolution des problématiques liées à l'eau et l'environnement.

1.1.2 Structure et hiérarchie

La fondation est gérée par un conseil d'administration qui investi dans la gestion. Le conseil dispose de quatre comités distincts : un comité d'investissement, un comité de suivi, un comité de vérification et un comité de Rémunération ; qui assurent une gestion rapprochée des sujets relatifs à leur mission.

Conseil d'administration détermine les orientations stratégiques de MAScIR et veille à leur mise en oeuvre dans des réunions réguliers. En prenant des décisions, le conseil compte sur le travail des comités spécialisés.

Comité de vérification le rôle principal du comité d'audit est de permettre à la commission de veiller sur la qualité des contrôles internes et l'intégrité de l'information divulguée aux intervenants et aux partenaires.

Comité des rémunérations est responsable de faire des recommandations au conseil sur la nomination des administrateurs. Il est également responsable de l'examen de la politique en matière de rémunération de la haute direction au sein de MAScIR.

Comité de suivi surveille la mise en œuvre effective et correcte des projets dans le cadre de l'accord signé entre MAScIR et le gouvernement marocain.

Comité d'Investissement assiste le conseil d'administration dans l'accomplissement de sa responsabilité de surveillance pour les actifs d'investissement liés à l'équipement scientifique.

1.2 Présentation du département microélectronique

MAScIR Micro est un centre d'innovation et de développement de la technologie dans le domaine de la microélectronique. Il se focalise sur la simulation, les tests, le design, le packaging, la qualification et le prototypage des produits microélectroniques.

1.2.1 Mission

Le programme Microélectronique a réuni une équipe de direction de classe mondiale pour assurer la traction initiale sous licence des technologies de pointe qui sont disponibles pour une utilisation immédiate.

MAScIR Micro fournit des services pour des clients industriels, mais elle développe aussi son propre business dans les domaines suivants :

- L'intégration et la miniaturisation des systèmes microélectroniques.
- L'analyse de fiabilité et défaillance des produits.
- Modélisation des systèmes complexes.
- Prototypage et industrialisation des produits innovants.
- Industrialisation des idées et résultats académiques.

1.2.2 Laboratoires

Le département microélectronique de MAScIR possède plusieurs laboratoires équipés de technologie avancée :

- Salle blanche
- Laboratoire de fiabilité et analyse de défauts
- Laboratoire électronique



FIGURE 1.2 – Salle blanche



FIGURE 1.3 – Laboratoire de fiabilité et analyse de défauts

1.2.3 Équipements

- Ligne CSP²
- Ligne SMT³
- SAM⁴
- X-Ray
- Chambres climatiques

Pour plus d'informations, visiter le site de l'entreprise : <http://www.mascir.ma>.

-
- 2. Chip Scaled Packaging
 - 3. Surface Mount Technology
 - 4. Scanning Acoustic Microscope

1.4.4 Diagrammes de Gantt

Cette section est pour représenter visuellement l'état d'avancement des différentes activités et tâches qui constituent mon projet. Chaque tâche est matérialisée par une barre horizontale, dont la position et la longueur représentent la date de début, la durée et la date de fin. Chaque case représente une journée de travail .

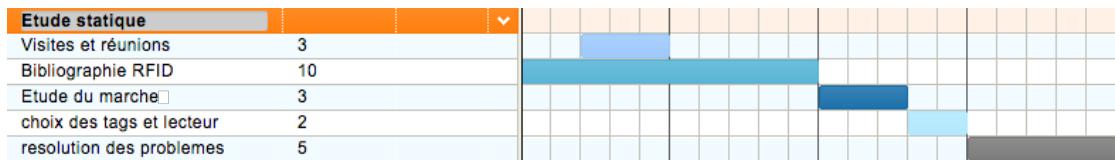


FIGURE 1.5 – Bibliographie et résolution des problèmes

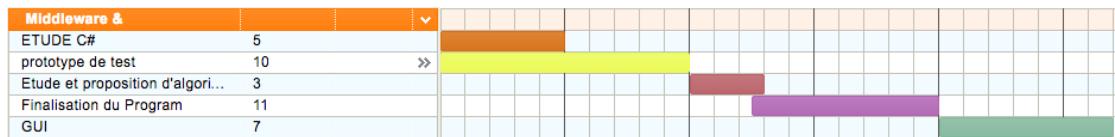


FIGURE 1.6 – Middleware et interface graphique



FIGURE 1.7 – Développement de l'application SmartFlash

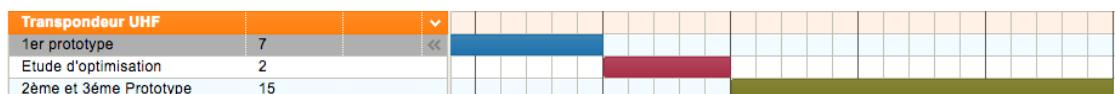


FIGURE 1.8 – Conception du transporteur

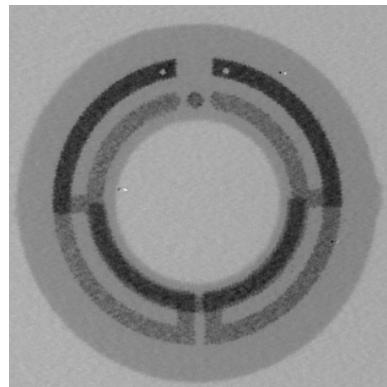


FIGURE 3.17 – X-Ray du tag UHF

On s'est inspiré de cette méthode, qu'on appellera dans ce rapport *bouclage interne* pour améliorer notre antenne et l'optimiser au niveau de la taille. La figure suivante montre la nouvelle version de l'antenne en figure 3.18. La taille a été réduite de 30 % on a passé de 28 mm à 22 mm. La nouvelle structure permet un contrôle facile de fréquence et d'impédance. Dans les sections qui suivent on présente une étude détaillée sur les avantages de cette nouvelle structure et aussi quelques améliorations qui nous ont permis de descendre encore plus bas en terme de diamètre de l'antenne. Une étude plus approfondie a été consacrée sur cette base à fin de relever tous les secrets de cette méthode.

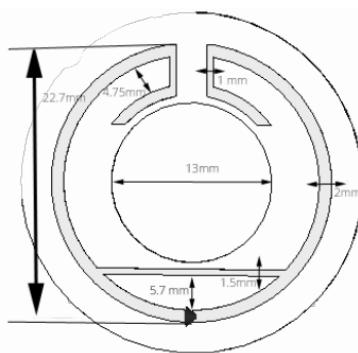


FIGURE 3.18 – Antenne à boucle

Comme le montre la figure 3.18 la taille a été énormément améliorée et les performances de cette antenne restent les mêmes. Cette structure nous a permis un bon contrôle de fréquence. Toute variation de longueur de 2mm nous donne un décalage de fréquence de 10MHz. La figure 3.19 est le S11 après chaque coupure de boucle intérieur de 2mm. Plus de détails sur la simulation seront présentés dans le chapitre suivant.

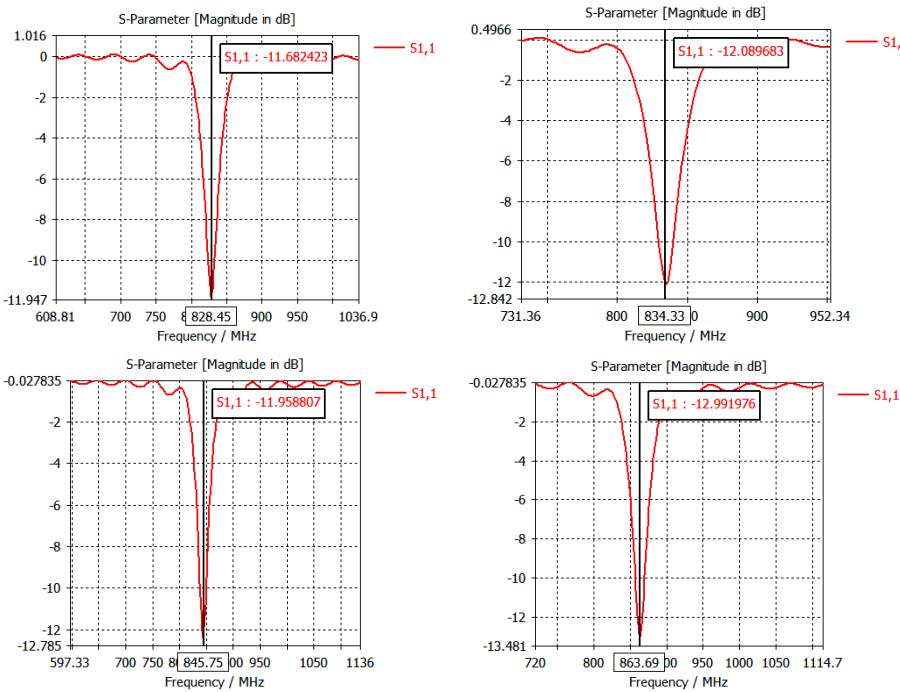


FIGURE 3.19 – S11 après coupage de 2mm

La troisième étape consiste à réaliser l'antenne de la figure 3.17. Avant de concevoir un prototype du tag RFID destiné à la traçabilité des palettes, un modèle a été mis à notre disposition pour être analysé dans les laboratoires de MAScIR. Le but de cette analyse est de caractériser le produit et de déterminer les différents matériaux utilisés.

On commence par une analyse non destructive qui consiste à faire une analyse générale du boîtier puis une description générale du package vue de l'extérieur, puis avec les Rayons X comme illustré dans la figure 3.17. Ensuite on procède à l'analyse destructive qui consiste à décapsuler le package puis une décapsulation du système.

Dans la figure suivante. Cette structure a été inspirée de l'analyse avec x-ray d'une antenne achetée qui rayonne dans la fréquence 915MHz. L'expérience montre que sa distance de lecture est de 2m. Plus de détails sur la simulation seront présentés dans le chapitre suivant.

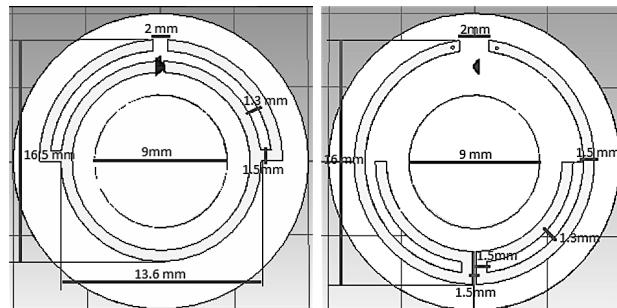


FIGURE 3.20 – Antenne du X-ray

Chapitre 4

Réalisation et simulation des projets

Ce chapitre comporte une présentation concernant les outils de réalisation et simulation la réalisation du projet les étapes de test et de vérification le plan de mise en œuvre et le plan de maintenance.

4.1 Outils de réalisation et de simulation

4.1.1 Visual Studio et .net C#

Visual Studio

Microsoft Visual Studio est un environnement de développement intégré (IDE) de Microsoft. Il est utilisé pour développer des programmes informatiques pour Microsoft Windows, ainsi que des sites Web, des applications Web et des services Web. Visual Studio utilise les plates-formes de développement de logiciels Microsoft tels que l'API Windows, Windows Forms, Windows Presentation Foundation, Windows Store et Microsoft Silverlight. Il peut produire à la fois le code natif et le code managé.

Visual Studio inclut un éditeur de code de support IntelliSense (le composant de complétion de code) ainsi que le code refactoring. Le débogueur intégré fonctionne à la fois comme un débogueur de niveau source et un débogueur de niveau de la machine. D'autres outils intégrés comprennent un concepteur de formulaires pour les applications bâtiment de l'interface graphique, web designer, concepteur de la classe, et concepteur de schéma de base de données. Il accepte les plug-ins qui améliorent la fonctionnalité à presque tous les niveaux, y compris l'ajout du support pour les systèmes de commande source (comme Subversion) et l'ajout de nouveaux jeux d'outils tels que les éditeurs et les concepteurs visuels pour les langues spécifiques au domaine ou toolsets pour d'autres aspects du cycle de vie du développement logiciel (comme le client Team Foundation Server : Team Explorer).

Visual Studio supporte différents langages de programmation et permet à l'éditeur de code et débogueur pour support presque tout langage de programmation, C, C++, VB.NET (Visual Basic .NET), C sharp (via Visual C #), et F # (à partir de Visual Studio 2010). Le support d'autres langages tels que Python, Ruby, Node.js, et autres est disponible via les services linguistiques installés séparément. Il prend également en charge XML / XSLT, HTML / XHTML, JavaScript et CSS. Java (et J #) ont été pris en charge dans le passé.

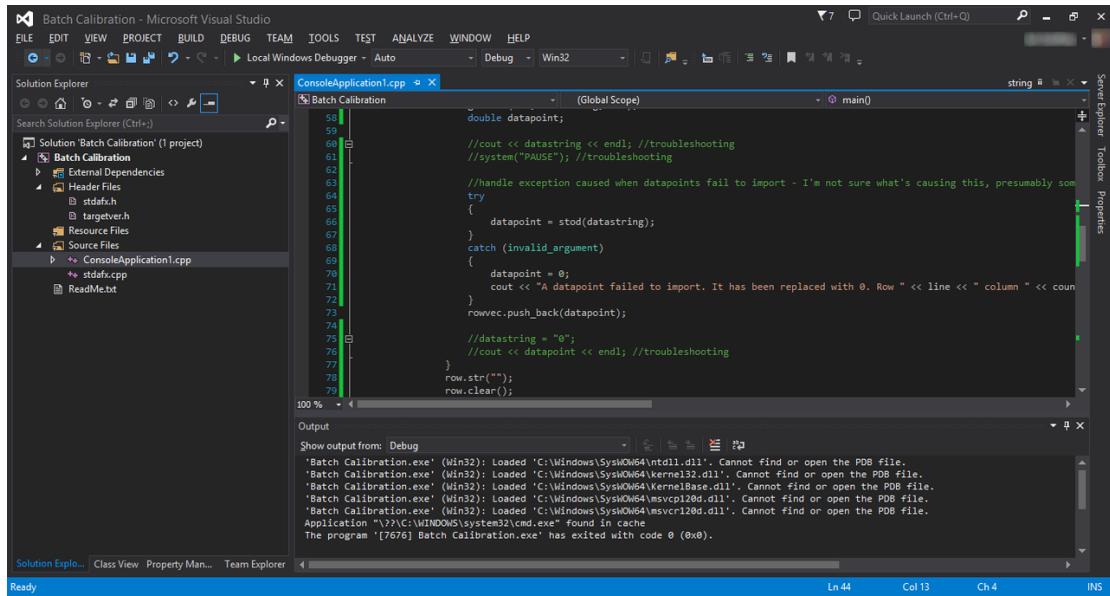


FIGURE 4.1 – Interface Visual studio

.net C

C # est un langage orienté objet élégant et sécurisé qui permet aux développeurs de créer une variété d'applications robustes qui fonctionnent sur le .NET Framework. Vous pouvez utiliser C # pour créer des applications Windows client, les services Web XML, composants distribués, les applications client-serveur, les applications de base de données, et beaucoup, beaucoup plus. Visual C # fournit un éditeur avancé de code, les concepteurs d'interface utilisateur pratique, débogueur intégré, et bien d'autres outils pour faciliter le développement d'applications basées sur le langage C # et .NET Framework.

Les programmes C # exécutés sur le .NET Framework, une partie intégrante de Windows qui inclut un système d'exécution virtuel appelé le Common Language Runtime (CLR) et un ensemble uniifié de bibliothèques de classes. Le CLR est la mise en œuvre commerciale par Microsoft de l'infrastructure de langage commun (CLI), une norme internationale qui est la base pour la création des environnements d'exécution et de développement dans lequel les langues et les bibliothèques travaillent ensemble de façon transparente.

Le code source écrit en C # est compilé dans un langage intermédiaire (IL) qui est conforme à la spécification CLI. Le code et les ressources IL, tels que des bitmaps et des chaînes, sont stockés sur le disque dans un fichier exécutable appelé un ensemble, généralement avec une extension .exe ou .dll. Un assemblage contient un manifeste qui fournit des informations sur les types de l'assemblage, la version, la culture, et les exigences de sécurité.

Lorsque le programme C # est exécuté, l'ensemble est chargé dans le CLR, ce qui pourrait prendre diverses mesures basées sur les informations contenues dans le manifeste. Ensuite, si les conditions de sécurité sont remplies, le CLR effectue juste à temps (JIT) pour convertir le code IL aux instructions machine natives. Le CLR fournit également

d'autres services liés à la collecte automatique des déchets, la gestion des exceptions, et la gestion des ressources. Le code qui est exécuté par le CLR est parfois appelé « code managé, » contrairement à "code non managé" qui est compilé en langage machine natif qui cible un système spécifique. Le schéma suivant illustre la compilation et l'exécution des relations de fichiers source C # de code, les bibliothèques de classes .NET Framework, les assemblages et le CLR.

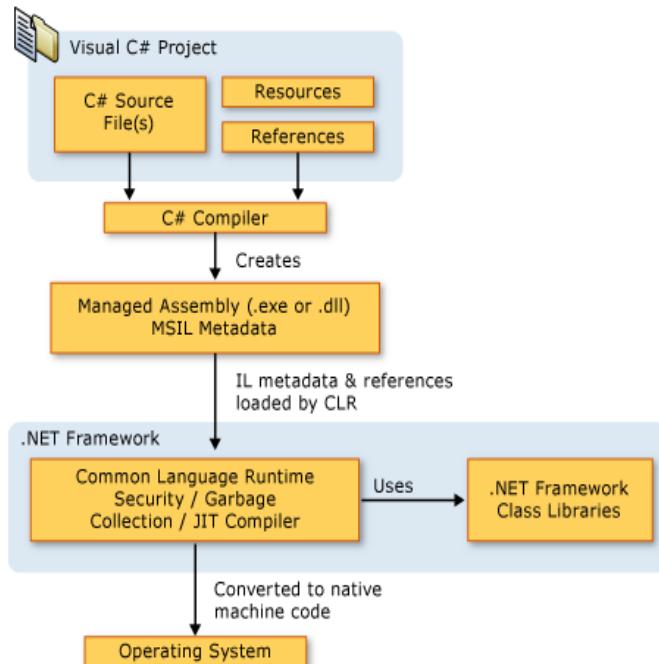


FIGURE 4.2 – Architecture du Framework .net

4.1.2 Android Studio

Android Studio est l'environnement de développement intégré officiel (IDE) pour le développement de la plate-forme Android. Il a été annoncé le 16 mai 2013 à la conférence Google I / O. Android Studio est disponible gratuitement sous la licence Apache 2.0. Android Studio a été au début de l'étape accès à l'aperçu à partir de la version 0.1 en mai 2013, puis il est entré en phase bêta à partir de la version 0.8 qui a été publié en Juin 2014. La première version stable a été publiée en Décembre 2014, à partir de la version 1.0.

Basé sur le logiciel IntelliJ IDEA de JetBrains, Android Studio est conçu spécifiquement pour le développement Android. Il est disponible en téléchargement sur Windows, Mac OS X et Linux, et remplace Outils Eclipse développement Android (HAA) comme IDE primaire de Google pour le développement d'applications Android native.

Les nouvelles fonctionnalités devraient être déployées avec chaque version d'Android Studio. Les fonctions suivantes sont fournies dans la version stable actuelle :

- Gradle-based renforcer et soutenu.
- Refactoring Android-spécifique et des solutions rapides.
- Outils de monitoring de performance, facilité d'utilisation et la compatibilité de version

- Assistants basés sur des modèles pour créer des dessins et des composants
- Un riche éditeur de mise en page qui permet aux utilisateurs de glisser-déposer les composants de l'interface
- Soutien pour la construction des applications Android
- Support intégré pour Google Cloud Platform, intégration permettant à Google Cloud Messaging et App Engine.

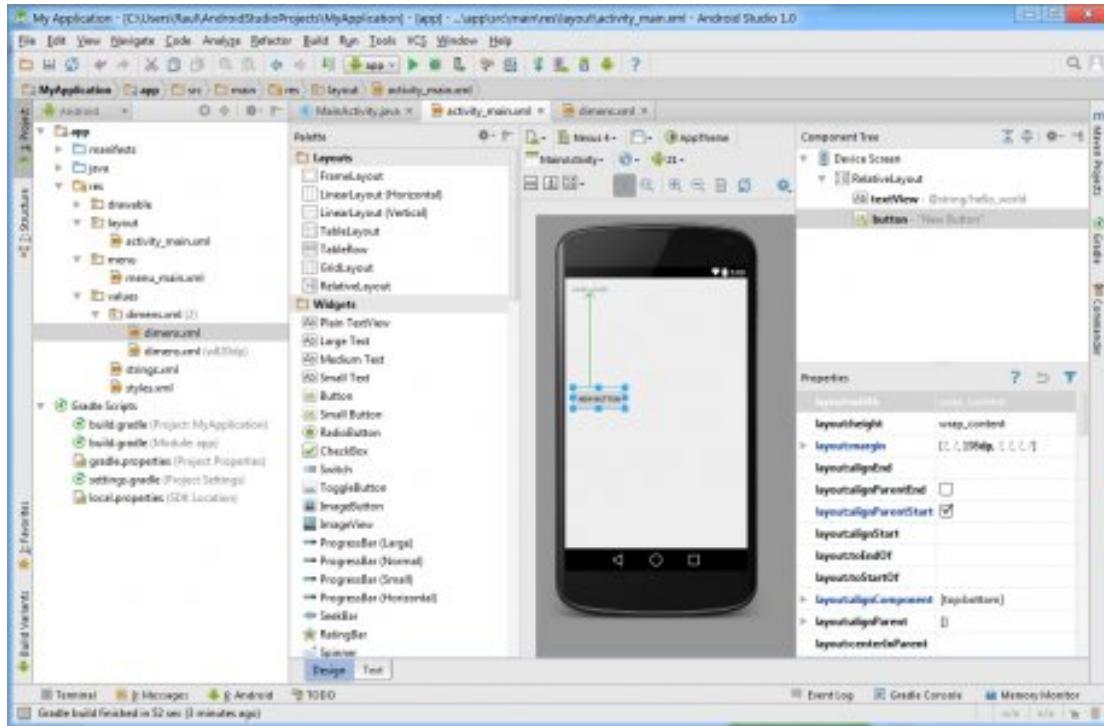


FIGURE 4.3 – Interface d’Android Studio

4.1.3 CST studio

CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) est un outil spécialisé pour la simulation 3D EM de composants à haute fréquence. Une performance inégale de CST MWS ce qui fait de lui le premier choix dans la technologie de radio fréquence.

CST MWS permet l’analyse rapide et précise de haute fréquence (HF) des dispositifs comme des antennes, des filtres, coupleurs, plans et les structures multicouches. CST MWS vous donne rapidement un aperçu du comportement EM de nos conceptions à haute fréquence.

CST support la technologie complète pour la 3D EM. Le solveur *Time Domain* est largement applicable et le solveur de *domaine de fréquence*, CST MWS offre d’autres modules de solveurs pour des applications spécifiques.

CST MICROWAVE STUDIO est vu par un nombre croissant d’ingénieurs comme un outil du développement standard de l’industrie.

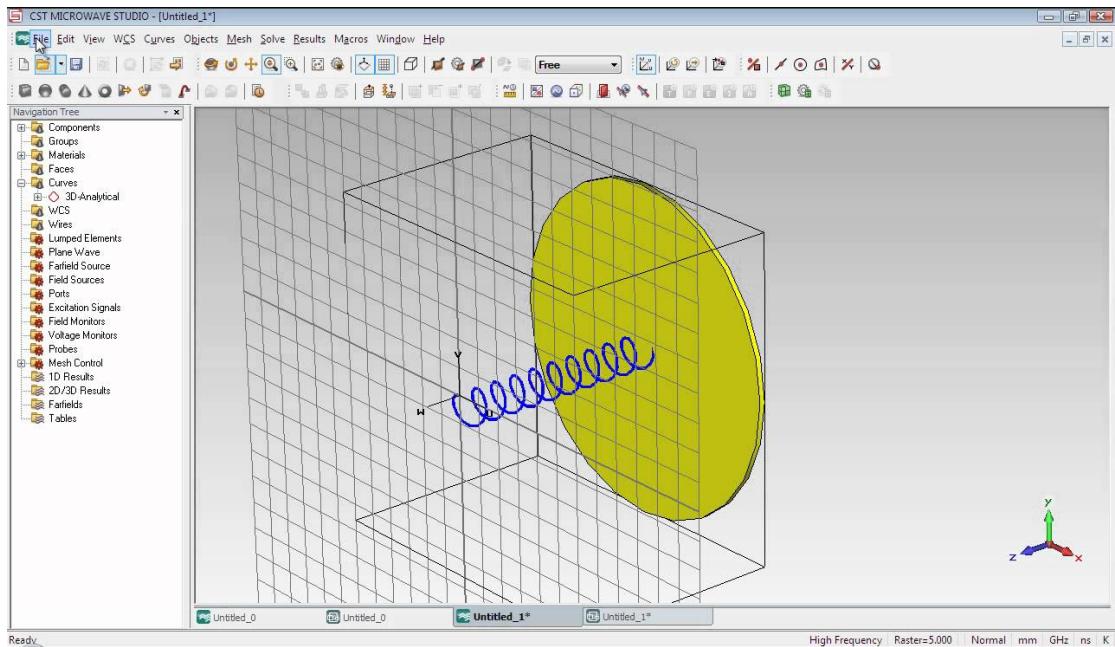


FIGURE 4.4 – Interface CST studio

4.2 Test et vérification

4.2.1 RFID Desktop

L’application desktop est un logiciel pour la gestion des entrées et sorties des palettes du stock. Elle exécute au sein d’elle le protocole qu’on appelle l’interface RFID qui à son tour communique avec le lecteur et le commande afin de bien gérer sont interface air. Les détails de cette interface sont décrites dans le chapitre précédent.



FIGURE 4.5 – Rappel du système RFID

Dans la figure précédente je ai rappelé l’architecture globale d’un système RFID. Notre interface ce positionne entre le lecteur et la base de données. Cette interface permet l’acquisition des données du lecteur et les présenter dans une forme logique au utilisateur.

Interface utilisateur et option de stockage

L’interface utilisateur permet une visualisation claire et organisée des données elle permet aussi la gestion du serveur de base de données et les méthodes de sécurité de cette communication aussi les ajouts des dépendances comme l’état de tag (in ou out), elle permet aussi d’ajouter la date quand le tag a été lu. La figure suivante est l’interface

qui donne la main à l'utilisateur de contrôler sa base de données.

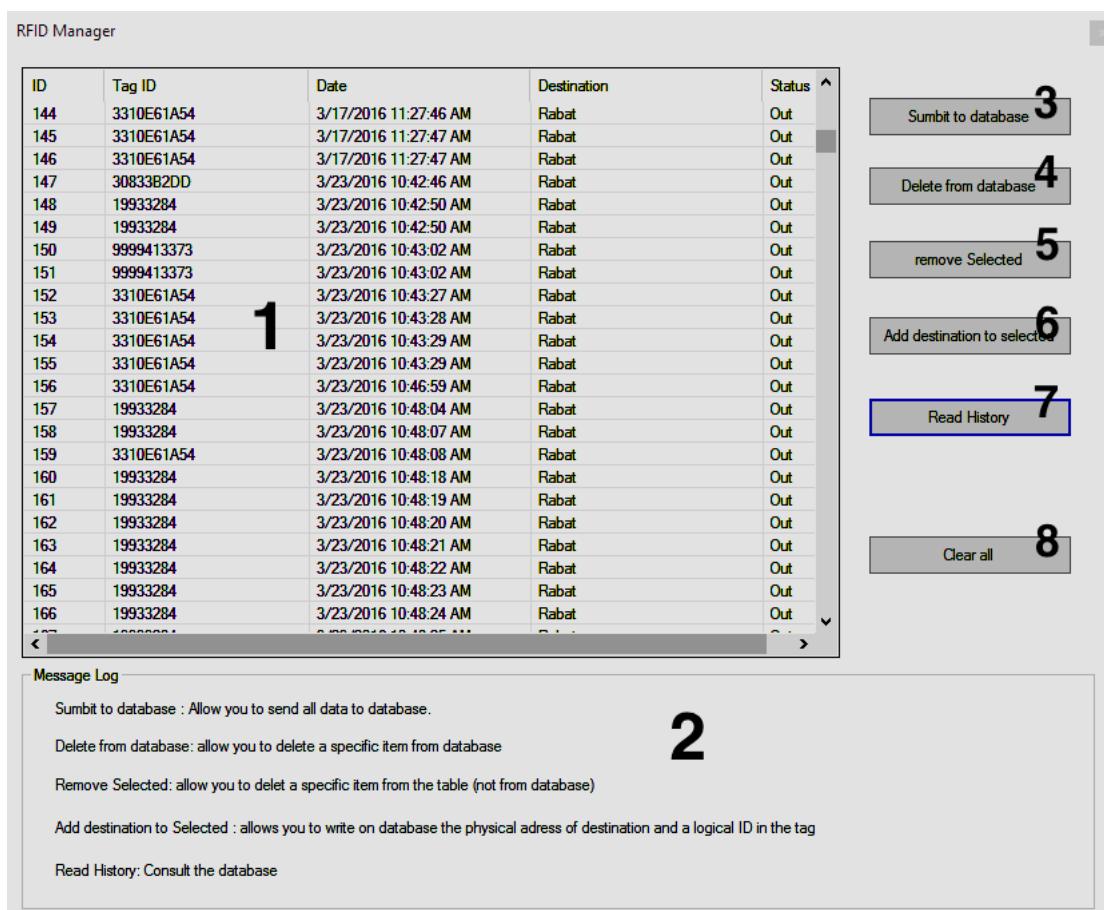


FIGURE 4.6 – L'interface utilisateur

La liste ¹, représente un espace où l'utilisateur peut visualiser les résultats de ses requêtes. Elle est repartie en six champs. l'ID est l'identifiant du palette au sein du système de base de données. Les raisons derrière le choix de créer un nouveau ID et ne pas utiliser celui du tag sont les suivantes :

- Il est plus rapide. À JOIN sur un nombre entier est beaucoup plus rapide que JOIN sur un champ de chaîne ou une combinaison de champs. Il est plus efficace de comparer des nombres entiers que les chaînes de caractères.
- Il est plus simple. Il est beaucoup plus facile de cartographier des relations fondées sur un champ numérique unique que sur une combinaison d'autres domaines de différents types de données.
- Ce sont des données indépendantes.
- Il est plus efficace si on cherche à effectuer un trie.

Le champ ² est un log qui permet de transmettre des informations très utiles pour l'utilisateur. Comme le rôle de chaque bouton et comment interagir avec le logiciel. Le bouton ³ donne la possibilité à l'utilisateur de soumettre tout le contenu du champ liste à la base de données d'une manière simple et sécurisée sans perte d'information. Le bouton ⁴ permet à l'utilisateur de mieux gérer sa base de données en donnant la possibilité de

supprimer un champ bien spécifique de la liste et de la base de données. Cette possibilité va faciliter la maintenance des données dans notre base et éviter les répétition en cas d'erreur de lecture. Le bouton ⁵ permet à l'utilisateur de supprimer les données de la list sans les supprimer de la base de données. Le bouton ⁶ est une fonctionnalité très intéressante elle permet à l'utilisateur d'affecter une destination à un ou plusieurs champs de la liste. Cette fonctionnalité permet une traçabilité claire des palettes. Le bouton⁷ est la fonctionnalité d'historique elle permet de lire toutes les données de la base de données et les afficher dans la liste avec toutes les attribues relative à ces données. le bouton ⁸ permet la suppression des données affichées dans la liste sans les supprimer de la base de données.

4.2.2 Application Android - SmartFlah

Dans cette section je vais parler du deuxième projet qui consiste à développer une application Android pour le tag LF, ses fonctionnalités qui vont faciliter la vie d'un consommateur comme un éleveur ou producteur de viande rouge. Les figures suivantes toutes les *layouts* de note application. Une explication détaillée des fonctionnalités sera présentée après. La figure suivante présente le lecteur LF RFID et le tag.



FIGURE 4.7 – LF RFID system

Interface Android et Fonctionnalité

La figure suivante est la première *layout* qui s'affiche après le lancement de l'application. Dans cette *layout* on affiche le ID lu par le lecteur LF avec la possibilité de le valider ¹. L'interface propose trois possibilités pour l'utilisateur : l'envoi ² du rapport des IDs lus au serveur distant, elle donne la possibilité aussi de naviguer³ d'autre option avec un simple glisse à droite.

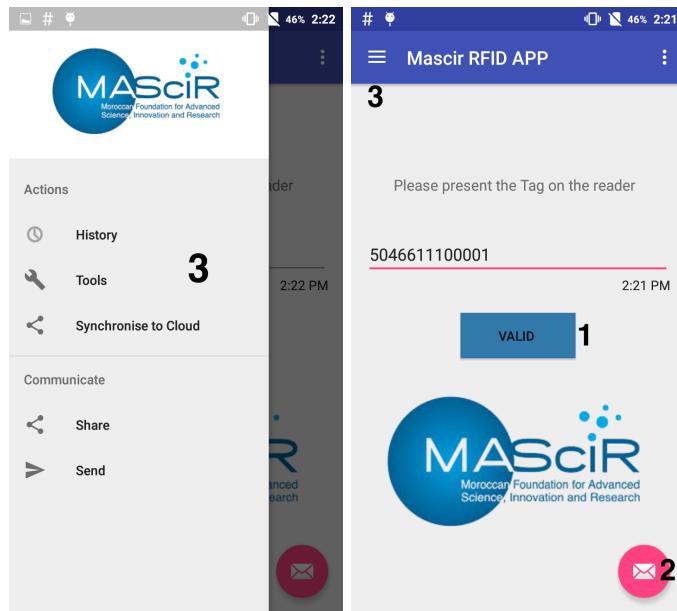


FIGURE 4.8 – Première layout

Après la validation de l'ID, deux scénarios se manifestent. Sois l'ID existe dans la base de données donc on affiche⁵ toutes les données relatives à ce tag ou bien c'est un nouveau ID qui nécessite une saisie⁴ des données relative à ce dernier. L'application ajoute directement des données relative à la position actuelle en utilisant le système GPS¹ les deux figures suivantes représentent les *layouts* qui prennent en charge ces fonctionnalités.

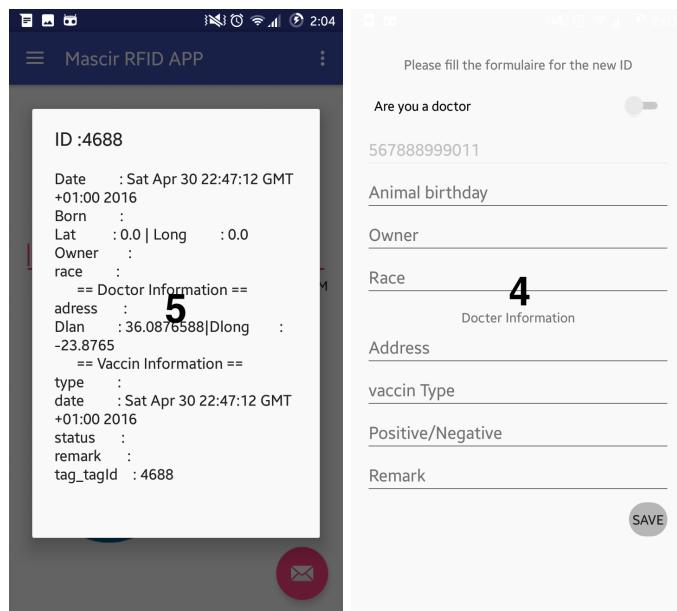


FIGURE 4.9 – Layout de forme et affichage

L'application permet aussi de sauvegarder les données dans une base de données

1. Global Positioning System

interne dans le téléphone et aussi dans des serveurs distants. L'application offre trois services de partage et sauvegarde des données (Gmail,Drive).L'application permet aussi le partage des données avec un autre périphérique en utilisant (Bleutouth,Beams). Dans la version récente on peut partager en utilisant (imo et whatapp).

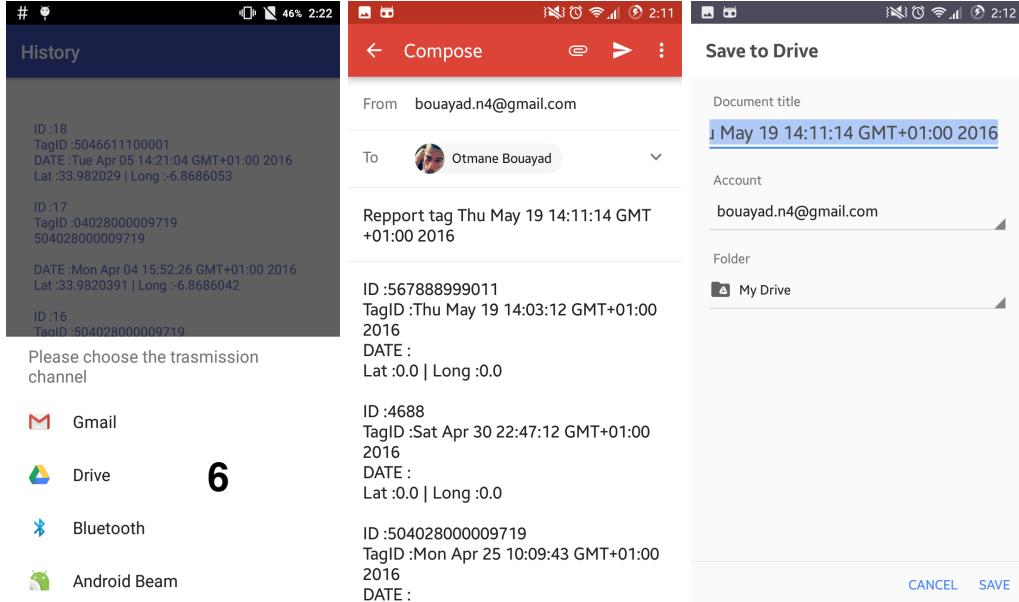


FIGURE 4.10 – Layout de Partage

4.2.3 Antenne UHF

Pour décrire la performance d'une antenne , les définitions des différents paramètres sont nécessaires . Certains paramètres sont interdépendants et tous entre eux doivent être indiquées pour une description complète de la performance de l'antenne. La définition des paramètres sera donnée dans la section suivante. Beaucoup de paramètres sont des standards IEEE (IEEE Std 145-1983). Ensuite je vais présenter les différentes résultats et simulations sur les antennes RFID UHF. La puce utilisée est la H3 de Alien. Le logiciel simulation est CST studio 2014 qui permet de calculer un grand nombre des paramètres d'antenne.

Les paramètres de l'antenne

- *RADIATION PATTERN* est une fonction mathématique ou une représentation graphique des propriétés de rayonnement de l'antenne en fonction des coordonnées spatiales. Dans la plupart des cas, le diagramme de rayonnement est déterminé dans la région de champ *Far-Field* est représenté comme une fonction des coordonnées de direction . Les propriétés du rayonnement comprennent la densité du flux de puissance, l'intensité du rayonnement, l'intensité du champ et directivité de phase ou de polarisation.

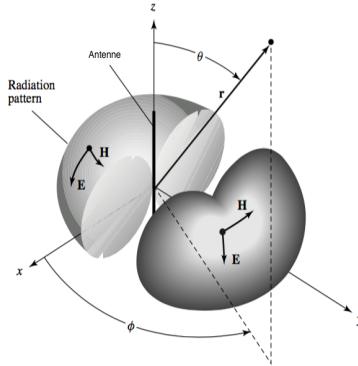


FIGURE 4.11 – Radiation pattern

- la directivité retour d'une antenne est définie comme : le rapport de l'intensité du rayonnement dans une direction donnée de l'antenne à l'intensité de rayonnement moyen de toutes les directions. L'intensité du rayonnement moyen est égale à la puissance totale rayonnée par l'antenne divisée par 4π . En forme mathématique elle peut être écrite comme :

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \quad (4.1)$$

Si la direction n'est pas spécifiée, elle implique la direction de l'intensité maximale de rayonnement(Directivité maximum) exprimé comme :

$$D_{max} = D_0 = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{rad}} \quad (4.2)$$

D = directivité (sans dimension)

D_0 = directivité maximale (sans dimension)

U = intensité du rayonnement (W / unité d'angle solide)

U_{max} = intensité maximale de rayonnement (W / unité d'angle solide)

U_0 = intensité du rayonnement de la source isotrope (W / unité d'angle solide)

P_{rad} = puissance totale rayonnée (W)

- EFFICACITÉ elle peut être définie comme suite : *comment bien l' antenne rayonne la puissance qui lui a été donnée.* L'efficacité totale de l'antenne est utilisée pour prendre en compte les pertes au niveau des bornes d'entrée et à l'intérieur de la structure de l'antenne. Ces pertes peuvent être dues à la réflexion en raison de mal adaptation entre la ligne de transmission et la source de l'antenne, la conduction et diélectrique

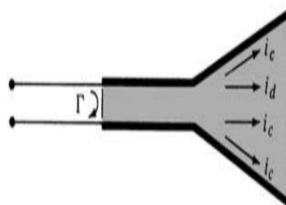


FIGURE 4.12 – réflexion, conduction, perte de diélectrique

D'une manière générale, le rendement global peut être écrit comme :

$$e_0 = e_r e_c e_d \quad (4.3)$$

e_0 = l'efficacité totale (dimension)

e_r = réflexion *mismatch*

e_c = l'efficacité de conduction (sans dimension)

e_d = efficacité diélectrique (sans dimension)

- *VSWR* Pour une radio (émetteur ou récepteur) pour délivrer une puissance à une antenne, l'impédance de la ligne de transmission radio doit être bien adaptée à l'impédance de l'antenne. Le paramètre ROS ou VSWR est une mesure qui décrit numériquement la façon dont l'antenne est adaptée d'impédance à la ligne de la radio ou de la transmission quand elle est connectée.

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (4.4)$$

- *S paramètres* décrivent la relation d'entrée-sortie entre les ports (ou terminaux) dans un système électrique . Par exemple, si nous avons 2 ports (intelligemment appelé Port 1 et Port 2), puis S12 représente la puissance transférée de Port 2 à Port 1. S21 représente la puissance transférée de Port 1 à Port 2. En général, SNM représente la puissance transférée de Port M à Port N dans un réseau multi-port.

Antenne à inductance

L'étiquette UHF considérée est constituée d'une antenne à dipôle électrique avec une piste courbe d'inductance à travers le dipôle à des fins d'adaptation d'impédance. La structure et les dimensions de cette balise sont représentées sur la figure 5.13. Cette balise est faite en utilisant une carte FR4 avec une épaisseur de substrat $h = 1,6$ mm et de permittivité diélectrique $\epsilon_r = 4,4$. Cette conception de l'étiquette est de simple face. L'impédance simulée est de $20 + j152 \Omega$ est tout à fait adaptée.

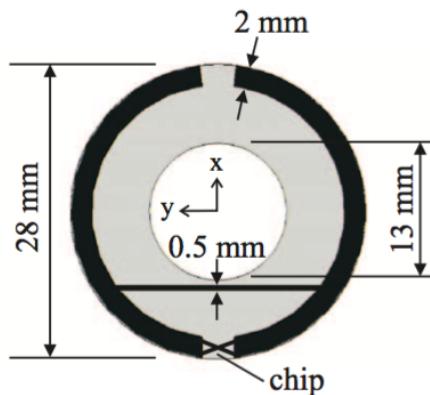


FIGURE 4.13 – Antenne à inductance

Les figures suivantes représentent les quatre paramètres qui caractérisent une antenne. La figure 4.14 illustre la variation du paramètre de réflexion en fonction de la fréquence, à

910 MHz l'antenne présente une valeur importante de -20 db de S11, ce qui présente 99% de la puissance est rayonné de la source vers l'air. Le diagramme de rayonnement nous donne une directivité supérieure à 1.5 dBi, pour le cas de notre application c'est idéal. A la pratique pour valeur de VSWR inférieur à 3 on considère que c'est un résultat acceptable, dans la figure 4.16 on relevé une valeur de VSWR inférieur à 2 pour la fréquence de résonance de l'antenne. La dernière figure représente l'efficacité du matériaux dans notre cas le cuivre. une valeur de -2 dB est largement acceptable.

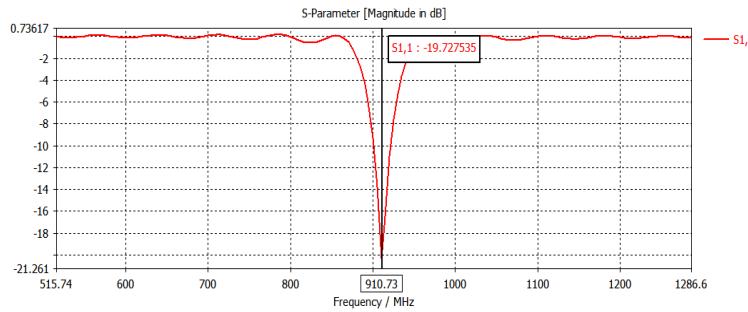


FIGURE 4.14 – S-paramètres de l'antenne à inductance

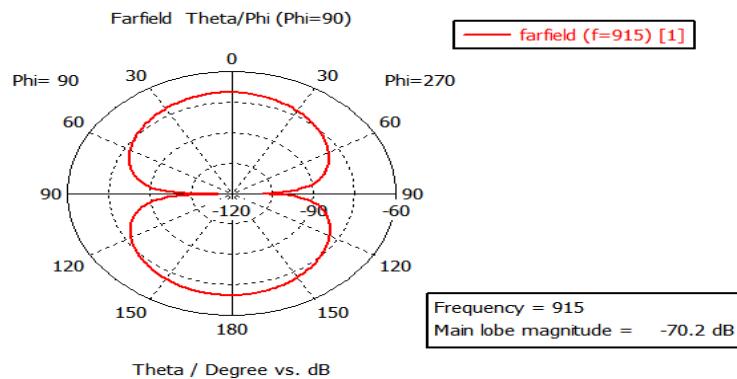


FIGURE 4.15 – Diagramme de rayonnement de l'antenne à inductance

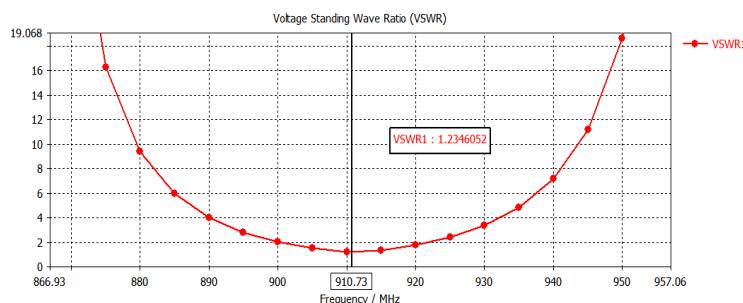


FIGURE 4.16 – VSWR de l'antenne à inductance

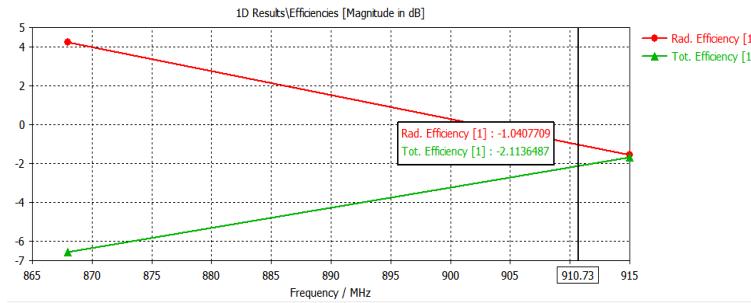


FIGURE 4.17 – Efficacité de l'antenne à inductance

L'antenne à boucle circulaire

La structure suivante représente la forme améliorée de l'antenne précédente, cette structure nous a permis de réduire la taille et mettre la main sur un contrôle totale de fréquence. L'impédance de l'antenne simulée est de $27 + j180\Omega$.

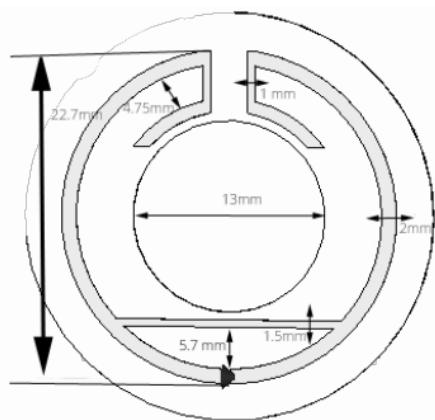


FIGURE 4.18 – Antenne à boucle circulaire

Les figures suivantes représentent les quatre paramètres qui caractérisent une antenne. La figure 4.19 illustre la variation du paramètre de réflexion en fonction de la fréquence, à 867 MHz l'antenne présente une valeur importante de S11 de -12 db, ce qui donne que 90% de la puissance est rayonné de la source vers l'air. Le diagramme de rayonnement nous donne une directivité supérieur à 1.47 dbi, pour le cas de notre application c'est idéal. Une valeur du VSWR inférieur à 3 est considérer acceptable, dans la figure 4.21 on relevé une valeur inférieur 1.55 dans la fréquence de résonance de l'antenne. La dernier figure représente l'efficacité du matériaux dans notre cas le cuivre. une valeur de -1.5 dB est largement acceptable.

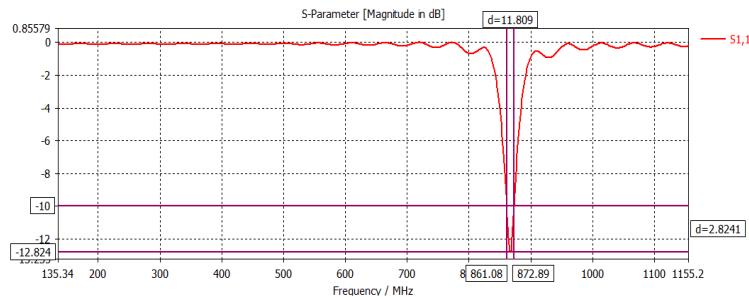


FIGURE 4.19 – S-paramètres de l'antenne à boucle circulaire

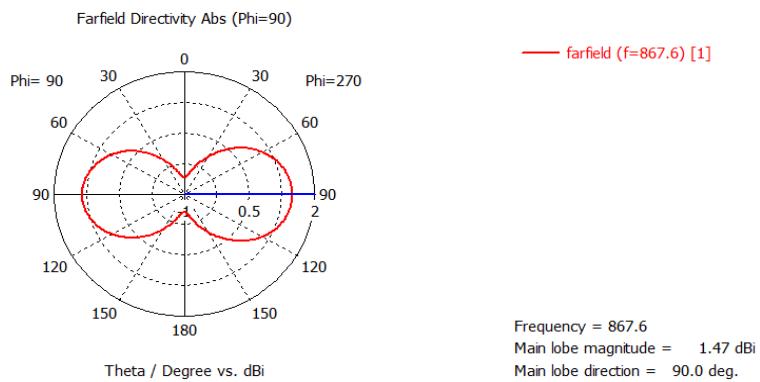


FIGURE 4.20 – Diagramme de rayonnement de l'antenne à boucle circulaire

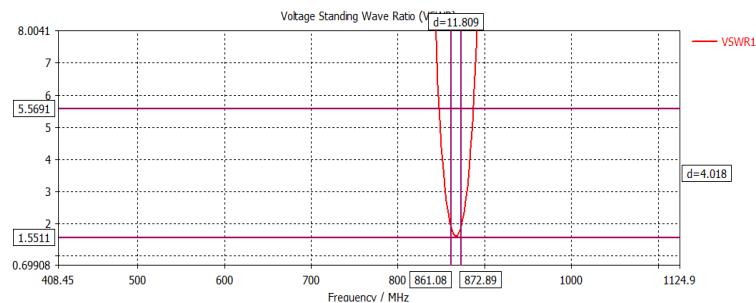


FIGURE 4.21 – VSWR de l'antenne à boucle circulaire

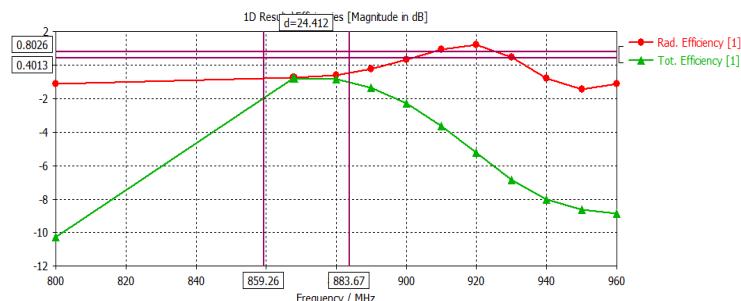


FIGURE 4.22 – Efficacité de l'antenne à boucle circulaire

La figure suivante présente les résultats du *Reverse engineering*. L'étiquette est constituer de deux couches de cuivre, la puce est fixée sur l'antenne avec *wire bonding*.

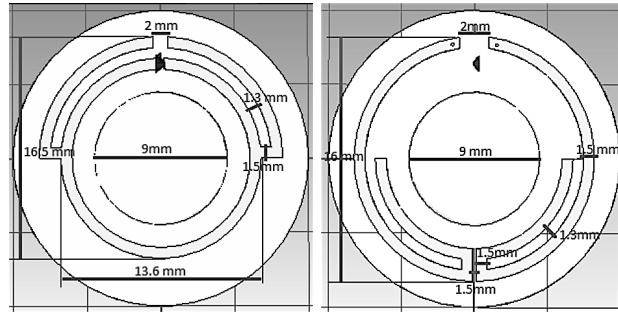


FIGURE 4.23 – Antenne du X-Ray

Les figures suivante représente les quatre importante paramètres à prendre en considération pour le jugement d'une antenne. S paramètres décrivent la relation d'entrée-sortie entre les ports (ou terminaux). S11 de notre système est d'environ -21 dB pour la fréquence de 915 MHz La bande passante est de 5MHz. Le VSWR ou ROS (Voltage Ratio ondes stationnaires) décrit la puissance réfléchie par l'antenne. Quand VSWR est de 1,0, aucune puissance est réfléchie, ce qui est idéal. Pour l'antenne proposé ROS = 1.5. Le diagramme de rayonnement se réfère à la direction (angulaire) la dépendance de l'intensité des ondes radio provenant de l'antenne ou d'une autre source. La figure ci-dessous montre une directivité de 1.95dbi.

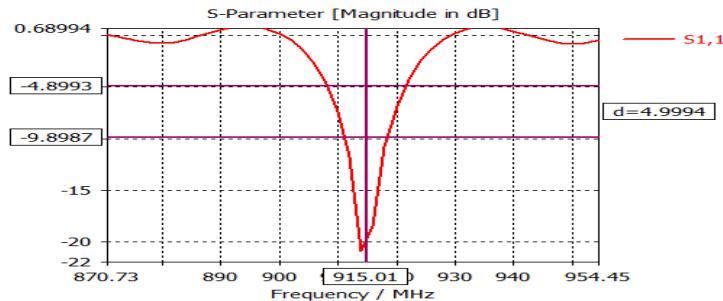


FIGURE 4.24 – S-paramètres de l'antenne X-Ray

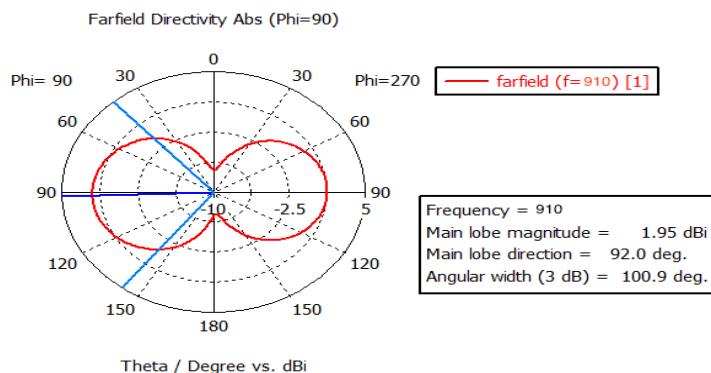


FIGURE 4.25 – Diagramme de rayonnement de l'antenne X-Ray

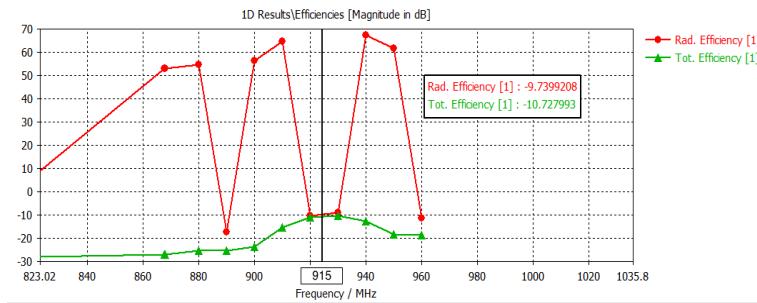


FIGURE 4.26 – Efficacité de l'antenne X-Ray

4.2.4 Conclusion

Dans ce chapitre j'ai présenté tous les outils de simulation que j'ai utilisé que ça soit pour la partie programmation ou simulation des antennes, ainsi que la description de toutes les fonctionnalités des interfaces graphique et les paramétrés de simulation de toutes les antennes.



Intérêt et Principe de la Technologie RFID

La technologie RFID permet d'identifier et suivre la bétail dans le paturage. Elle aide le propriétaire à vérifier que son troupeau est complet et aussi d'avoir toute la traçabilité nécessaire (date de naissance, vaccination ...).

Actuellement, l'historique est fait par téléchargement des données du reader portable vers un PC en fin de journée ou après plusieurs lectures.

La technique proposée est basée sur un téléchargement en temps réel avec sauvegarde et partage de données à tout moment grâce à l'insertion d'un téléphone mobile sur le lecteur pour assurer une communication à tout instant.

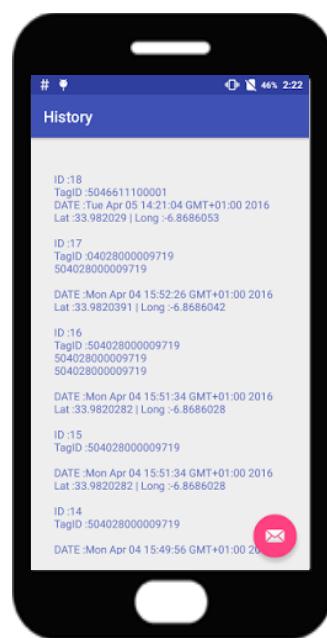
Application Mobile

Permet de :

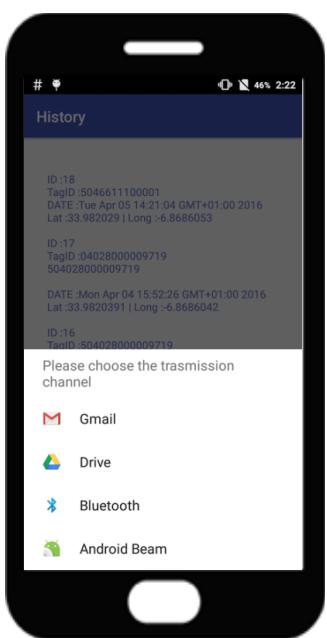
- ❖ Récupérer et afficher les résultats via Bluetooth ou wifi.
- ❖ Géo-localiser la bétail
- ❖ Envoyer les résultats par mail ou bluetooth
- ❖ Enregistrer l'historique sur votre compte ou sur Cloud.



Detection



Enregistrement des données



Partage des données

Annexe B

Article IEEE