

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Télécommunications

Spécialité : Réseaux et Télécommunications

Par : BENABDERRAHMANE WARDA

Sujet

Etude et adaptation d'antennes TAG RFID

Soutenu publiquement, le 30 / 06 / 2019 , devant le jury composé de :

M. BENDIMERAD Fethi Tarik	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
M. ABDELLAOUI Ghouti	M. C. B	ESSA. Tlemcen	Examineur
M. MERIAH Sidi Mohammed	Professeur	Univ. Tlemcen	Encadreur
Melle. GOURARI Fatima Zohra	M. A. B	Univ. Tlemcen	Co-Encadreur

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah, le tout puissant, de nous avoir donné le courage et la patience pour terminer nos études et réaliser ce modeste travail.

Mes vifs remerciements aussi pour ma chère Mère qui était présents pour moi durant toute ma vie et pour la réalisation de mon projet de fin de cycle et de m'avoir donné la conscience pour venir à terme de mes études.

J'exprime mes remerciements à mon encadreur Mr. MERIAH Sidi MOHAMMED professeur à l'université Abou-Bekr Belkaid - Tlemcen pour m'avoir offert un cadre de travail agréable et un encadrement de qualité.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre co-encadreur Mademoiselle GOURARI Fatima Zohra maître assistant classe B à l'université Abou-Bekr Belkaid - Tlemcen, pour ses directives et son soutien tout au long de ce travail, nous leur témoignons ici toute notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

Mes mots de reconnaissance vont à Mr BENDIMERAD Fethi Tarik professeur à l'université Abou-Bekr Belkaid - Tlemcen, qui nous a fait l'honneur d'évaluer notre travail, et pour avoir accepté de présider cet honorable jury.

Nous adressons de même nos remerciements à Mr ABDELLAOUI Ghouti maître de conférences classe B à l'université Abou-Bekr Belkaid- Tlemcen, d'examiner et d'enrichir notre modeste travail.

En fin, nous remercions tous nos enseignants du département de Télécommunications de l'université Abou-Bekr Belkaid- Tlemcen, sans oublier de citer tous les enseignants qui ont contribué à ma formation depuis l'école primaire jusqu'aux études universitaires.

Dédicace

J'ai l'immense honneur de dédier ce mémoire :

A mes très chers parents

Ma mère, pour tous les sacrifices qu'elle a fait, pour tout l'amour qu'elle m'a témoigné et pour son soutien pendant tous les moments de ma vie, que dieu la garde en bonne santé...

Mon père, qui m'a quittée, puisse Allah avoir pitié de lui, que jamais je ne l'oublierai! Il restera toujours présent dans mon cœur.

Que ce travail soit le fruit de vos sacrifices et le modeste témoignage de mon plus profond respect et mon plus grand amour: mes parents

Je dédie ce travail aussi à

Ma grande famille, A tous mes amis, a tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin durant mes études.

A tous mes connaissances

A tous ceux qui me sont chers...

*A tous la promotion **RT 2019***

BENABDERRAHMANE WARDA

Résumé

L'identification par Radio Fréquence est une technologie très prometteuse dans tous les domaines, son exploitation été commencée à des axes d'applications très variés : passeports biométriques, cartes de crédits, badges sécurisés, systèmes de stock sécurisés et identification.

Le fonctionnement des étiquettes d'identification par radiofréquence (RFID) commerciales est essentiellement limité par les procédés actuels utilisés pour la conception de l'antenne des étiquettes. Actuellement les techniques industrielles sont intrinsèquement dépourvues de base électromagnétique reposent sur l'identification de l'application des étiquettes RFID et la construction de prototypes d'antennes de différentes configurations pour des exigences minimales de portée et ne permettent pas de fournir une solution à faible coût au processus de conception d'antenne par étiquette.

Les caractéristiques de performances des étiquettes RFID (plage de lecture, adaptation d'impédance d'antenne puce) peuvent être très complexes, Il est possible d'obtenir une conception complète de l'antenne de l'étiquette RFID grâce à une approche électromagnétique visant à réduire la taille et le coût global du système RFID.

L'objectif principal de ce sujet de master est l'adaptation d'antenne tag RFID, une étude détaillée sur le système RFID est exposé, nous avons donnés quelque définitions des paramètres d'antennes, mettant en évidence des technique d'adaptation d'impédance, de la miniaturisation et les processus de conception ainsi une simulation d'antenne tag RFID.

Mots clés: RFID "Identification par radiofréquence", tag, puce RFID, conception d'antenne RFID, adaptation d'impédances, miniaturisation, Boucle à couplage inductif.

Abstract

Radio Frequency Identification is a very promising technology in all areas. Its operation starts with a wide range of applications: biometric passports, credit cards, secure badges, secure stock systems and identification.

The operation of commercial radio frequency identification (RFID) tags is essentially limited by current methods used for the design of the tag antenna. Currently industrial techniques are inherently free of electromagnetic base, rely on the identification of the application of RFID tags and the construction of prototypes of antennas of different configurations for minimum range requirements and do not provide a low-cost solution cost to the antenna design process per tag.

The performance characteristics of RFID tags (read range, antenna impedance matching chip) can be very complex; it is possible to obtain a complete design of the RFID tag antenna through an electromagnetic approach aimed at to reduce the size and overall cost of the RFID system.

The main objective of this master subject is the adaptation of RFID tag antenna, a detailed study on the RFID system is exposed; we have given some definitions of antenna parameters, highlighting adaptation technique of impedance, miniaturization and design processes as well as an RFID tag antenna simulation.

Keywords: RFID (Radio Frequency Identification), tag, RFID chip, RFID antenna design, impedance matching, miniaturization, inductive coupling loop.

ملخص

يعتبر تحديد الترددات الراديوية تقنية واعدة للغاية في جميع المجالات ، وقد بدأ تشغيلها مع مجموعة واسعة من التطبيقات: جوازات السفر البيومترية وبطاقات الائتمان والشارات الآمنة وأنظمة الأوراق المالية الآمنة وتحديد الهوية.

يقتصر تشغيل علامات تحديد الترددات الراديوية التجارية (RFID) بشكل أساسي على الطرق الحالية المستخدمة لتصميم هوائي الوسم. التقنيات الصناعية حاليًا خالية بطبيعتها من قاعدة كهرومغناطيسية ، وتعتمد على تحديد تطبيق علامات RFID وبناء نماذج أولية من الهوائيات بتكوينات مختلفة لمتطلبات المدى الأدنى ولا توفر حلاً منخفض التكلفة لعملية تصميم الهوائي لكل علامة.

يمكن أن تكون خصائص أداء علامات RFID (مدى القراءة ، رقاقة مطابقة مقاومة الهوائي) معقدة للغاية ، فمن الممكن الحصول على تصميم كامل لهوائي علامة RFID من خلال نهج كهرومغناطيسي يهدف إلى تقليل الحجم والتكلفة الإجمالية لنظام RFID .

الهدف الأساسي من هذا الموضوع الرئيسي هو تكييف هوائي بطاقة RFID، دراسة مفصلة على نظام RFID مكشوف، لقد قدمنا بعض التعريفات لمعلومات الهوائي، مع إبراز تقنية التكيف عمليات المقاومة والتصغير والتصميم وكذلك محاكاة هوائي بطاقة RFID.

كلمات البحث : RFID (تحديد الهوية بترددات الراديو)، العلامة، رقاقة RFID ، تصميم هوائي

RFID، مطابقة مقاومة، التصغير، حتي حلقة اقتران.

Table des matières

<i>Remerciements</i>	i
<i>Dedevace</i>	ii
Abstract	iv
ملخص	v
Table des illustrations.....	ix
Introduction générale.....	1
Chapitre I.....	1
La technologie RFID	1
I.1. Introduction.....	4
I.2. Historique.....	4
I.3. Principe de fonctionnement	5
I.4. Composants du système RFID	6
I.4.1. Tags.....	7
I.4.1.1. Tags passives	7
I.4.1.2. Tags actives.....	8
I.4.1.3. Tags semi-passives.....	9
I.4.2. Lecteur RFID	9
I.4.3. Middleware	10
I.5. Fréquence de fonctionnement	10
I.6. Norme RFID	13
I.6.1. Les Normes RFID ISO.....	13
I.6.2. La norme EPCglobal	13
I.7. Protocoles de communication	14
I.7.1. Protocole TTF	14
I.7.2. Protocole RTF	14
I.8. Domaine d'application	14
I.8.1. La logistique.....	15
I.8.2. La traçabilité	15
I.8.3. Le Contrôle d'accès	16
I.8.4. Le paiement.....	17
I.8.5. La santé	17

I.8.6. La sécurité	18
I.8.7. RFID pour les bibliothèques	19
I.9. Avantages et Inconvénients du système RFID	19
I.10. Conclusion	20
Chapitre II	1
Les systèmes RFID UHF	1
II.1. Introduction	22
II.2. Mécanismes de couplage	22
II.2.1. Couplage par champ proche	22
II.2.2. Couplage par champ lointain	23
II.3. Les paramètres fondamentaux d'une antenne	24
II.3.1. Rapport d'Ondes Stationnaires (ROS)	24
II.3.2. Coefficient de réflexion	24
II.3.3. Coefficient de transmission	25
II.3.4. L'impédance d'entrée	25
II.3.5. Bande passante	26
II.3.6. Efficacité	27
II.3.7. La directivité	28
II.3.8. Le gain	29
II.3.9. Diagramme de Rayonnement	29
II.3.10. La polarisation	30
II.3.11. Ouverture effective	31
II.4. Equation de Friis	31
II.5. Les tags dans les systèmes RFID	33
II.5.1. Types d'antennes	33
II.5.2. Les puces pour les systèmes RFID	36
II.6. Conclusion	38
Chapitre III	39
Conception d'antenne tag RFID	39
III.1. Introduction	40
III.2. Techniques d'adaptation d'impédance	40
III.2.1. Adaptation avec T-match	41
III.2.2. Adaptation avec boucle à couplage inductif	42

III.2.3. Configuration Tip-loading.....	43
III.3. Techniques de miniaturisation de la taille.....	44
III.3.1. Dipôle méandre.....	44
III.3.2. Configuration F- inverted.....	46
III.3.3. Géométries de fractale.....	48
III.4. Processus de conception d'étiquette RFID.....	49
III.5. Résultats de simulations.....	50
III.5.1. Dipôle à méandres alimenté par boucle à couplage inductif.....	51
III.5.2. La sensibilité du tag proposé par rapport à la présence de matière.....	58
III.6. Conclusion.....	59
Conclusion Générale.....	60
Références.....	61
Abréviations.....	65

Table des illustrations

Chapitre I :

Figures :

Figure I. 1 :Système RFID typique	6
Figure I. 2 : Tag RFID passive montrant une antenne et la puce.....	7
Figure I. 3 : Système RFID passive	8
Figure I. 4 :Tag RFID Active.....	8
Figure I. 5 : Système RFID Active	8
Figure I. 6 : Système RFID semi-passive	9
Figure I. 7 : Lecteur RFID.	10
Figure I. 8 : Aperçu des fréquences de la RFID dans le spectre électromagnétique.	11
Figure I. 9 : Les tags RFID UHF, HF, LF.....	12
Figure I. 10 :RFID pour la logistique et la distribution.	15
Figure I. 11 :Un mouton avec une étiquette d'oreille.....	16
Figure I. 12 :RFID pour le contrôle d'accès.	16
Figure I. 13 :Le modèle Pidion BIP-1300	17
Figure I. 14 :RFID dans le domaine de la santé.....	18
Figure I. 15 :Passeport allemand avec son étiquette RFID mise en évidence sous un fort éclairage.	18
Figure I. 16 :système RFID en bibliothèque.....	19

Tableaux :

Tableau I. 1 :Avantages & Inconvénients de la technologie RFID.....	20
---	----

Chapitre II :

Figures :

Figure II. 1 : Mécanismes de couplage.....	23
Figure II. 2 : Représentation de l'impédance de l'antenne	26
Figure II. 3 : Illustration de la bande passante à -10dB d'une antenne.	27
Figure II. 4 :Diagramme de rayonnement	30
Figure II. 5 :Polarisation du champ électromagnétique	31
Figure II. 6 : Transmission entre deux antennes	32
Figure II. 7 :Géométrie d'une antenne dipôle.....	34
Figure II. 8 :Types des tags RFID dipôle	34
Figure II. 9 :Différentes formes de l'antenne patch	35
Figure II. 10 : Circuit parallèle équivalent de la puce	37
Figure II. 11 :Circuit série équivalent de la puce.....	37

Tableaux :

Tableau II. 1 :Exemple de puces RFID disponible dans le marché	36
--	----

Chapitre III :

Figure :

Figure III. 1 : Configuration T-match avec son circuit équivalent	41
Figure III. 2 : Structure à couplage inductif et son circuit équivalent.	42
Figure III. 3 : Le dipôle raccourci par l'ajoutant des capacités aux bouts.....	43
Figure III. 4 : Géométrie d'une MDA symétrique comprenant 2N méandres	44
Figure III. 5 : Antenne à méandre équidistante	45
Figure III. 6 : Antenne à ligne de méandres équidistante avec barre de chargement	45
Figure III. 7 : Antenne à ligne de méandre avec alimentation en boucle à couplage inductif	45
Figure III. 8 : Antenne multi conductrice à double allumette en T (T-match) et pliage en spirale	46
Figure III. 9 : Structure de l'antenne IFA.	47
Figure III. 10 : Antenne PIFA élémentaire.....	47
Figure III. 11 : géométrie fractale de "Koch".	48
Figure III. 12 : géométrie fractale de "Minkowsky".	49
Figure III. 13 : Processus de conception d'antenne d'étiquette RFID	50
Figure III. 14 : géométrie de l'antenne dipôle à méandres.....	51
Figure III. 15 : Circuit équivalent de l'antenne proposé.....	52
Figure III. 16 : Variation de l'impédance d'entrée avec la longueur de la boucle " l", a) la partie réelle b) la partie imaginaire. La valeur nominale du " l" est de 26 mm.	53
Figure III. 17 : Variation de l'impédance d'entrée avec la longueur de l'antenne dipôle " a1", a) la partie réelle b) la partie imaginaire. La valeur nominale du " a1" est de 60mm.....	54
Figure III. 18 : Variation de l'impédance d'entrée avec la largeur de dipôle à méandre " a2", a) la partie réelle b) la partie imaginaire. La valeur nominale du " a2" est de 20 mm.....	55
Figure III. 19 : Coefficient de réflexion S_{11} (dB) de l'antenne dipôle à méandre.....	56
Figure III. 20 : Résultats de simulations de l'impédance d'entrée de l'antenne méandre.....	57
Figure III. 21 : Diagramme de rayonnement 3D (Gain) de l'antenne méandre.....	57
Figure III. 22 : Tags conçus sous CST avec une plaque diélectrique en dessous.	58
Figure III. 23 : Coefficient de transmission de puissance pour le circuit d'adaptations. Influence de la permittivité de la plaque diélectrique en dessous	58

Tableaux :

Tableau III. 1 : Dimensions d'antenne de méandre proposé.	55
---	----

Introduction générale

La technologie est en plein essor dans nos jours et touche tous les secteurs. Les télécommunications passent en premier, parce qu'elles donnent constamment lieu à plusieurs normes telles que les réseaux sans fil. Ces nouvelles technologies sont devenues omniprésentes dans notre société moderne, Elles contribuent à l'échange des informations, et à leur diffusion. Les technologies d'identification ou l'identification automatique en font partie. L'Auto-ID est apparu depuis la Seconde Guerre mondiale avec le système identifiant ami ou ennemi IFF. Cette technologie est définie comme étant des techniques de collecte d'information qui identifient les objets de façon automatique, extraient les informations véhiculées par ces objets et les stockent dans une base de données.

Il existe plusieurs méthodes d'identification notamment les codes-barres qui est la technique la plus répandue au monde, Une autre technologie d'identification similaire, appelée RFID (Radio Frequency IDentification).

L'identification par radiofréquence, mieux connu comme la RFID, est une technologie intelligente qui est très performante, flexible et convient bien pour des opérations automatiques. La RFID est une méthode d'identification automatique qui utilise les ondes radio pour identifier et suivre des objets à distance. Les systèmes RFID actuels sont appliqués aux bandes LF (125-134 kHz), HF (13,56 MHz), UHF (433 MHz et 860-960 MHz) et hyperfréquences SHF (2.4 et 5.8 GHz), et la conception de l'antenne est axée sur ces bandes de fréquences.

Le système RFID se compose de trois composants de base: transpondeurs (tags) attachée ou incorporée à l'objet, lecteurs qui permet de lire et d'écrire les informations numériques dans la puce du tag, système d'information /middleware.

L'étiquette RFID, est composée d'une puce « chip »de circuit intégré reliée à une antenne qui communique avec le lecteur via d'ondes électromagnétiques. En fonction du type d'étiquette (active, passive ou semi-passive). Le but de la conception est de réaliser l'adaptation d'impédance conjuguée antenne / puce requise.

Dans la cadre de notre projet, nous nous sommes intéressé à étudier et adapter des antennes tag RFID

Ce projet de fin d'étude est scindé en trois chapitres avec une conclusion générale, fruit de ce que nous avons pu et su réaliser tout au long de ce modeste projet.

Dans le premier chapitre, nous présentons le contexte général de la technologie RFID. Nous souhaitons mettre en évidence le principe de fonctionnement, des différents domaines d'application de la technologie ainsi que les avantages et les inconvénients de cette technologie RFID.

Le deuxième chapitre concerne La théorie de l'antenne et les mécanismes de couplage lecteur-étiquette sont discutés. Ensuite nous allons voir brièvement les principales caractéristiques de l'antenne, quelques types d'antennes et les puces commerciales utilisées dans la technologie RFID.

Le dernier chapitre est consacré à la conception d'antennes de tags RFID, donne un aperçu sur les techniques d'adaptation d'impédance et de miniaturisation des antennes RFID, ainsi les processus de conception de l'antenne de l'étiquette RFID. Aussi, présente l'ensemble des configurations d'antennes pour les tags RFID et dévoile les différents résultats obtenus.

Finalement, on termine par une conclusion générale sur ce travail qui est élaboré pour bien aider le lecteur à mieux assimiler cet angle de technologie.

Chapitre I

La technologie RFID

I.1. Introduction

L'identification automatique (Auto-ID) des objets est un ensemble de procédures permettant de fournir des informations sur un objet. La RFID est l'un des moyens les plus importants d'Auto-ID tels que le code-barres.

Le terme RFID signifie identification par radiofréquence, c'est une technologie qui assure l'identification détaillée d'objets de tous types. Elle permet de procéder à une saisie de données rapide et automatique grâce aux ondes radio [1], aux moyen d'un tag (ou étiquette) incorporé à l'objet. La RFID comprend une puce, où est stockée l'information, et une antenne, pour leur permettre de recevoir et de répondre aux requêtes radio fréquence à partir d'un lecteur RFID [2].

La RFID est maintenant la technique d'identification la plus courante. Elle a traversé notre monde à partir des domaines plus divers, utilisée dans des secteurs public et privé. Ce premier chapitre a pour objectif de faire une présentation générale de la RFID, leurs différents composants, ainsi que leurs domaines d'applications.

I.2. Historique

La radio-identification est une technologie relativement moderne, qui a été développée récemment. Cependant, la première application RFID est connue sous le nom «Identify:Friend or Foe» (IFF) fut utilisée pendant la seconde guerre mondiale dans le domaine militaire permettant de vérifier l'appartenance « amie » ou « ennemie » des avions arrivant dans l'espace aérien Britannique et cela en 1935 [3].

En 1948 Harry Stockman envisage l'utilisation de ce qui est connu aujourd'hui comme la RFID par le principe de la modulation de rétrodiffusion [4], en 1960 La RFID était considérée pour la première fois comme une bonne solution d'identification pour le monde commercial [5].

Dans les années 1980, l'avancée de la technologie avec l'invention des microsystèmes utilisant les circuits intégrés conduisit à l'utilisation de tags passifs. L'absence de source d'énergie embarquée rend le tag moins coûteux, mais l'oblige à obtenir de l'énergie qui lui sera transmise par le lecteur.

Entre 1999 et 2003, le centre d'identification automatique (Auto-ID) a été formé par le MIT (Massachusetts Institute of Technology) afin de rechercher et développer des normes et des protocoles universels pour la technologie RFID [6].

En 2010-2013, il a été prévu dans le Projet de Loi sur la santé, que tous les Américains se verront implanter une micro-puce dans le but de créer un registre national d'identification, pour permettre un meilleur suivi des patients en ayant toutes les informations relatives à leur santé [3].

I.3. Principe de fonctionnement

Les systèmes RFID consistent en des étiquettes attachées aux objets à identifier. Chaque tag a sa propre mémoire interne «en lecture seule» ou «réécriture» en fonction du type et de l'application. La configuration typique de cette mémoire est de stocker des informations sur le produit, telles que la date de fabrication de l'ID unique de l'objet, etc [7].

Le lecteur RFID génère des champs magnétiques qui permettent au système RFID de localiser des objets se trouvant dans son champ de lecture. Cette énergie électromagnétique et le signal d'interrogation généré par le lecteur active les étiquettes cette dernière transmettent alors en retour un signal et donc un dialogue s'établit entre les deux entités, selon un protocole de communication prédéfini, et des données pourront être échangées [3] [7].

Donc la communication du tag vers le lecteur repose sur la technique de rétro-modulation. Le moyen utilisé pour réaliser cette rétro-modulation, consiste à commuter une charge (impédance) placée en parallèle entre la puce électronique et l'antenne de l'étiquette [8].

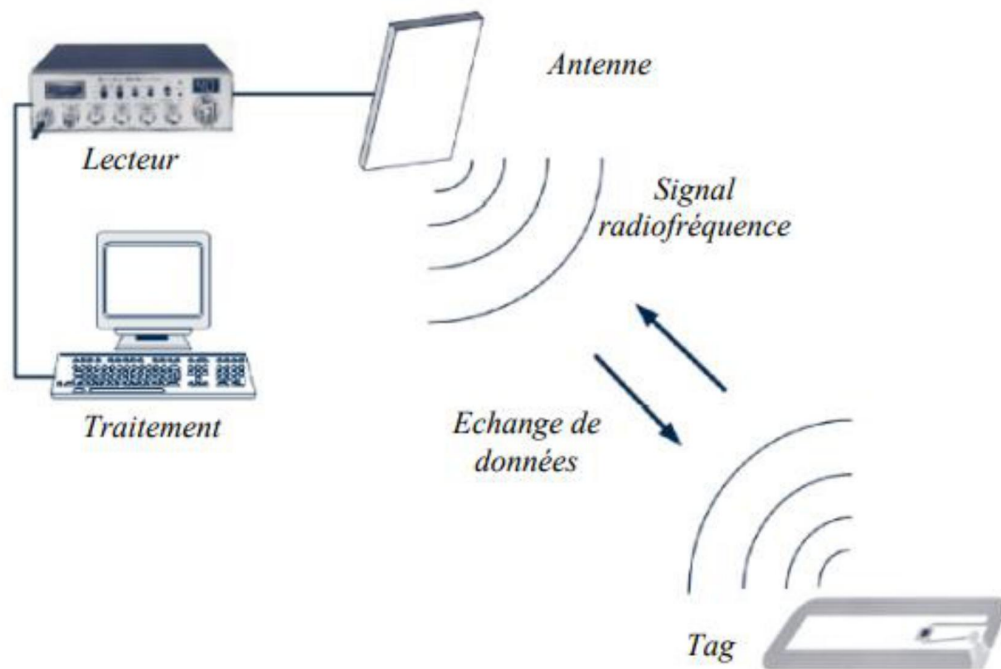


Figure I. 1 : Système RFID typique

S'il y a plusieurs tags valides, ils répondent tous en même temps, ce qui entraîne une collision de signaux à la fin du lecteur qui est considéré comme une indication de plusieurs étiquettes. Le lecteur gère ce problème en utilisant un algorithme anticollision conçu pour permettre aux étiquettes d'être triées et sélectionnées individuellement [9] et permettre à plusieurs étiquettes de communiquer avec un lecteur unique.

I.4. Composants du système RFID

Le Système RFID qui permet de localiser, mémoriser et de récupérer des informations à distance se compose de trois types de dispositifs (Figure I. 1) : d'une étiquette (Tag), un lecteur, système d'information (ordinateur) / middleware.

Le tag est attaché à l'élément à suivre, l'interrogateur ou Station de base RFID qui a pour mission d'identifier le tag. Le lecteur envoie une onde électromagnétique en direction de l'élément à identifier et transmet les informations vers le niveau suivant du système (middleware). Le Middleware Transforme les informations brutes en informations applicatifs.

I.4.1. Tags

L'étiquette électronique appelée aussi transpondeur (à cause de sa double fonction d'émettre et de répondre) [2], est l'une des méthodes d'identification les plus utilisées est d'abriter un numéro de série ou une suite de données dans une puce et de relier cette dernière à une petite antenne [8].

L'antenne est déposée sur l'étiquette grâce à des ultrasons (systèmes de vibrations). Les étiquettes RFID utilisent un champ électromagnétique créé par l'antenne du lecteur. Le champ électromagnétique alimente l'étiquette en énergie et active la puce. Pour transmettre les informations qu'elle contient, elle va créer une modulation d'amplitude ou de phase sur la fréquence porteuse [10].

On distingue trois types d'étiquette : les étiquettes passives lorsque le tag est totalement alimenté par le champ électromagnétique du lecteur. Les tags semi-passifs utilisent l'énergie du lecteur pour générer la réponse à une requête lecteur. Enfin un tag actif, est totalement alimenté par une pile, il génère la réponse vers le lecteur à partir de sa propre énergie.

I.4.1.1. Tags passives

Cette étiquette est passive dans le sens qu'elle n'a aucune source d'énergie embarquée, telle qu'une batterie pour leur fonctionnement [11]. Un tag passif contient une petite antenne connectée à une puce. Il récolte l'énergie électromagnétique émise par le lecteur et la convertit en courant continu (alimentation DC) pour alimenter et actionner la puce [12]. Puis transmet l'information au lecteur par rétrodiffusion d'une partie de l'énergie propagée [11].

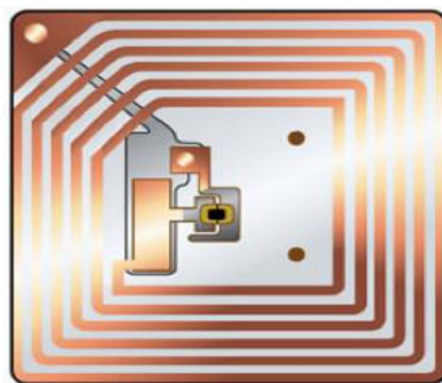


Figure I. 2 : Tag RFID passive montrant une antenne et la puce.

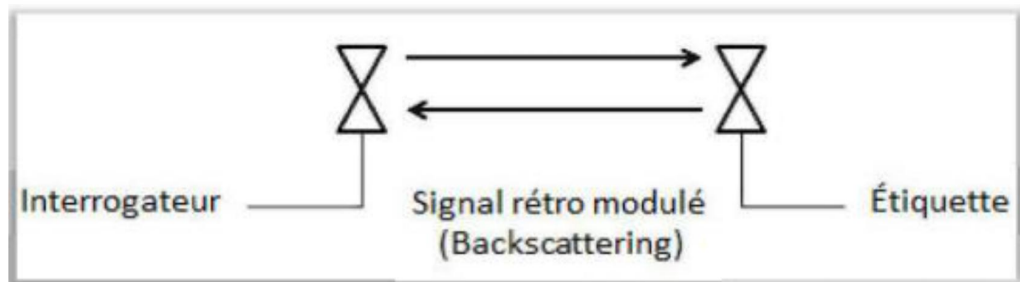


Figure I. 3 : Système RFID passive.

I.4.1.2. Tags actives

Cette catégorie de tag est dite active parce qu'elle porte une source interne d'énergie (batterie) [2]. Il est capable de répondre aux requêtes des lecteurs avec son propre signal RF au lieu de la rétrodiffusion du signal du lecteur et permet également l'écriture de données, avec une mémoire EPROM, Cette caractéristique fournit de nouvelles fonctionnalités comme la communication tag-à-tag [12], et il offre la plus longue distance de lecture pouvant atteindre des kilomètres [2].

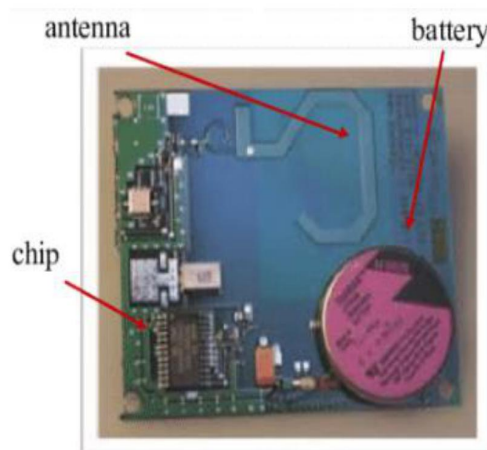


Figure I. 4 : Tag RFID Active

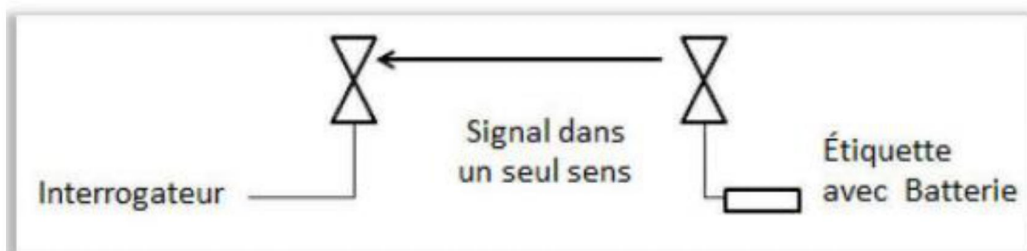


Figure I. 5 : Système RFID Active.

I.4.1.3. Tags semi-passives

Une étiquette semi-passive a une batterie pour actionner la puce, et emploie également la rétrodiffusion pour communiquer avec le lecteur. Elle n'utilise pas leur batterie pour émettre des signaux, mais leur permet, par exemple, d'enregistrer des données lors du transport [11].

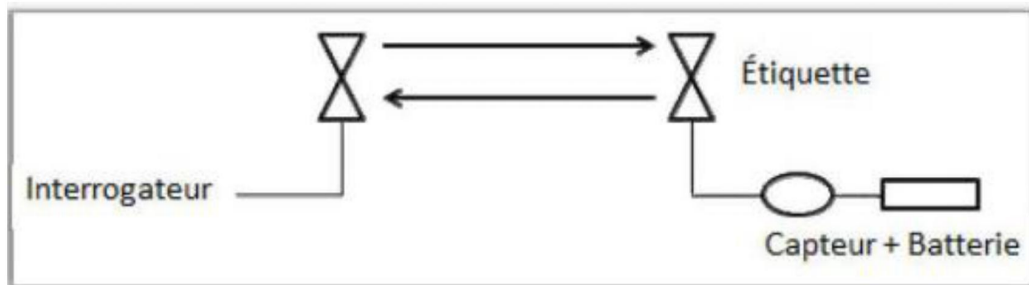


Figure I. 6 : Système RFID semi-passive.

I.4.2. Lecteur RFID

Le lecteur ou interrogateur est un élément clé de tout système RFID [9], il est responsable de la lecture des étiquettes radiofréquence et de la transmission des informations qu'elles contiennent et les transforme en code binaire vers le niveau qui suit du système (middleware) pour être les traitées. Cette communication entre le lecteur et l'étiquette s'effectue en quatre temps :

- 1) Le lecteur transmet par radio l'énergie nécessaire à l'activation du tag.
- 2) Il lance alors une requête interrogeant les étiquettes à proximité.
- 3) Il écoute les réponses et élimine les collisions entre les réponses.
- 4) Enfin, il transmet les résultats obtenus aux applications concernées.

La puissance du lecteur est à combiner avec l'antenne adéquate, ceci permettant de déterminer la portée optimale de la lecture. Généralement, on distingue quatre modalités :

- Lecture de proximité : entre 10 et 25 cm ;
- Lecture de voisinage : jusqu'à 1 mètre ;
- Lecture à moyenne distance : de 1 à 9 mètres ;
- Lecture longue portée : jusqu'à plusieurs centaines de mètres [10].



Figure I. 7 : Lecteur RFID.

I.4.3. Middleware

Le système d'information et le middleware forment une partie très importante du système RFID. Sans le système d'information, les données collectées par le lecteur sont redondantes. Donc le rôle du système d'information est de traiter les données d'étiquette collectée par le lecteur et de les mettre sous forme utilisable [13].

Le Middleware est un sous- système qui prend en charge la collecte de données et réduit la redondance des données dans le système d'information. La gestion des données est une exigence très critique, et si elle n'est pas effectuée efficacement, elle augmentera le trafic de données [13].

Les fonctions principales du middleware sont [11] :

- Gestion des Lecteurs RFID.
- Gestion des données (agrégation, filtrage).
- Collection et traitement des données en temps réel ou en asynchrone.

I.5. Fréquence de fonctionnement

Les systèmes RFID utilisent des ondes électromagnétiques, ils se doivent de respecter un certain nombre de réglementations. Le signal radiofréquence se situe entre le signal électrique et le signal infrarouge. Il couvre un large spectre allant de 3 KHz à 300 GHz. Les systèmes RFID utilisent des gammes de fréquences qu'on peut se classer en quatre catégories [12] :

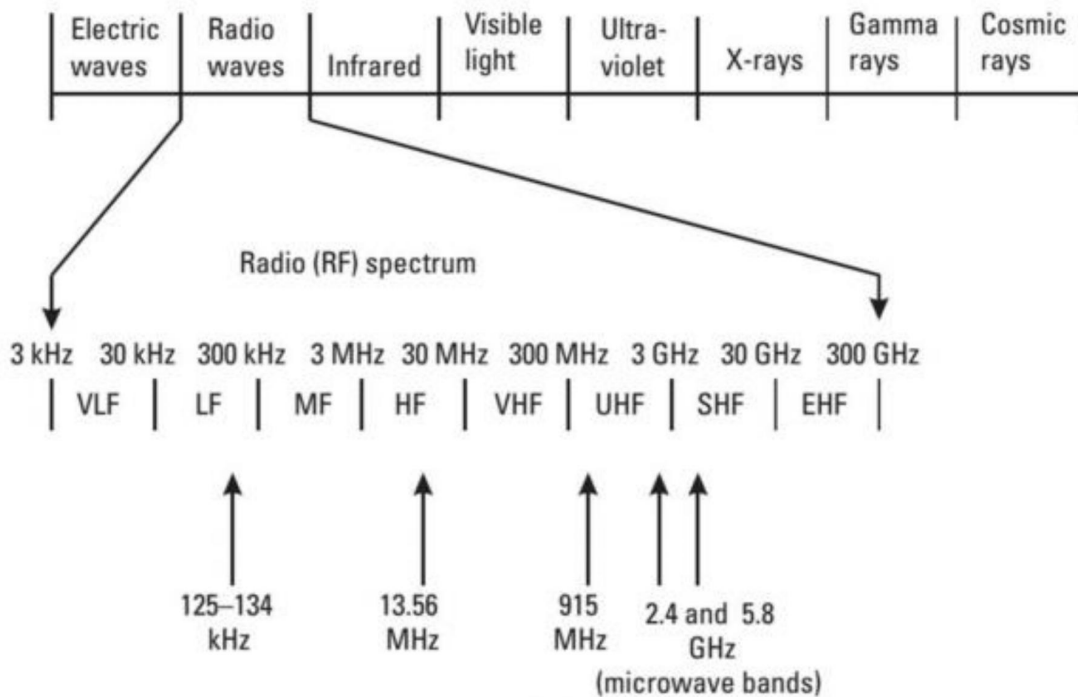


Figure I. 8 : Aperçu des fréquences de la RFID dans le spectre électromagnétique [12].

• Les étiquettes Basses fréquence (125-134 kHz)

La portée de détection d'une étiquette répondant à ces fréquences va de quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres. Ils ont le taux de transfert de données le plus bas parmi toutes les fréquences RFID et stockent généralement une petite quantité de données. Les étiquettes LF n'ont pas ou peu de capacités anticollision [14].

• Les étiquettes Hautes fréquence (13,56 MHz)

Les étiquettes HF ont une meilleure plage de lecture peuvent être lues jusqu'à un demi-mètre environ. Ils ont un meilleur taux de transfert de données et une plus grande taille de mémoire (jusqu'à 4 Ko) [14].

Les domaines d'application de cette fréquence sont polyvalents tels que les cartes de crédit, les étiquettes de livres de bibliothèque, les étiquettes de bagages des compagnies aériennes [14].

• **Les étiquettes Ultra-hautes fréquences (433 MHz et 860 - 960 MHz)**

La fréquence de 433 MHz est utilisée pour les étiquettes actives, tandis que la gamme de fréquences de 860 à 960 MHz est principalement utilisée pour les étiquettes passives.

Contrairement aux étiquettes LF et HF, les étiquettes UHF utilisent un couplage par rétrodiffusion. Ces étiquettes ont une portée de lecture allant jusqu'à 20 m dans de bonnes conditions. Tous les protocoles de la gamme UHF ont un type de capacité anticollision permettant la lecture simultanée de plusieurs étiquettes [14].

• **Les étiquettes Super hautes fréquences ou Micro-ondes (2,4 GHz et 5,8 GHz)**

Les tags fonctionnant à ces fréquences peuvent être passifs, semi-passifs ou actifs. La portée de lecture pour les étiquettes passives est d'environ 6,1m, les semi-passives sont autour de 30,48m, et celle pour les actives autour de 106,68m [14].

Les tags SHF sont physiquement les plus petites en taille, en raison de leur longueur d'onde qui est plus courte [2].

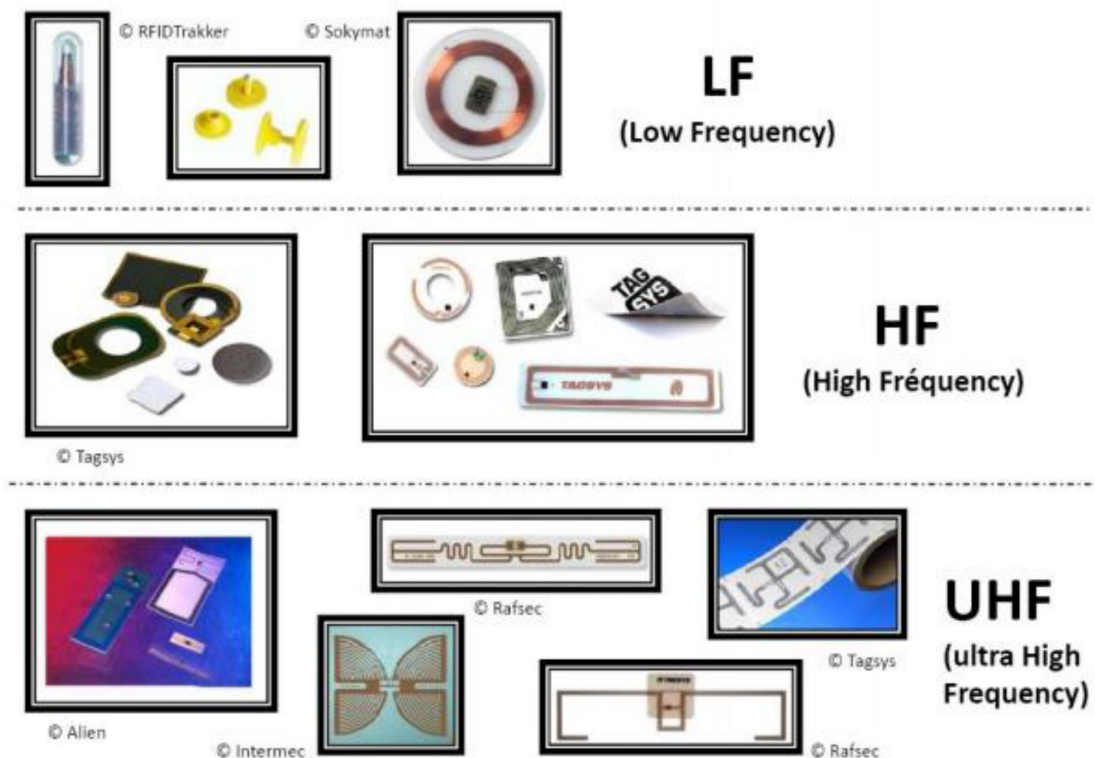


Figure I. 9 : Les tags RFID UHF, HF, LF.

I.6. Norme RFID

Les normes contribuent à créer un cadre harmonisé, à améliorer la transparence, l'efficacité et la sécurité dans un marché complexe en pleine croissance, tout en optimisant les processus des entreprises et en réduisant leurs coûts de fonctionnement [11].

Les deux normes RFID les plus pertinentes sont celles de l'Organisation Internationale de Standardisation ISO/IEC 18000 et les normes EPCglobal [14]. Ces normes ne sont pas en concurrence, et il est concevable que la norme EPCglobal pourrait éventuellement être adoptée dans une norme ISO [2].

I.6.1. Les Normes RFID ISO

Les normes RFID de l'ISO apportent également des avantages significatifs dans le suivi des produits à mesurer. Ainsi en réponse aux dernières tendances du marché, l'ISO travaille actuellement sur des normes qui porteront l'identification RFID à un nouveau stade d'évolution [11].

Les normes ISO relatives aux protocoles de communication des différentes bandes de fréquences sont [15] :

- ISO 18000-1 : définit l'architecture de référence et les paramètres à normaliser.
- ISO 18000-2 : paramètres de communication pour les fréquences inférieures à 135 KHz.
- ISO 18000-3 : définit les paramètres de communication pour la fréquence 13,56 MHz.
- ISO 18000-4 : concerne la fréquence 2,45 GHz.
- ISO 18000-5 : concerne la fréquence 5.8 GHz.
- ISO 18000-6 : pour les fréquences situées entre 860 et 930 MHz.
- ISO 18000-7 : pour un fonctionnement en 433 MHz.

I.6.2. La norme EPCglobal

Le Projet EPCglobal a été créé en juillet 2003 suite à l'accord entre Auto ID center (leader des laboratoires de recherche sur les systèmes RFID) et GS1 (Organisme qui définit et diffuse les standards GS1 (RFID)) [11]. Cette organisation a pour mission le développement et le déploiement des standards EPC (Electronic Product Code) et EPC Network, ainsi que la promotion de la technologie RFID à travers le monde [12].

I.7. Protocoles de communication

Pour permettre à plusieurs étiquettes de communiquer avec un lecteur unique et de limiter le parasitage systématique des appareils RF à proximité, un ensemble d'instructions constituant le protocole RF (Radio Fréquence) est intégré au système (lecteur + étiquette).

Il y a classiquement deux types de protocole : RTF (Reader Talk First) et TTF (Tag Talk First) [16].

I.7.1. Protocole TTF

Dans le cas du protocole TTF, le lecteur émet en permanence un signal porteur non modulé. Lors du passage d'une étiquette à proximité, celle-ci va intégrer le signal porteur et commence la production de son énergie d'alimentation pour envoyer un identifiant au lecteur. Le lecteur va indiquer le succès de la transaction par une brève modulation du signal d'alimentation et la communication de données va débiter [16].

I.7.2. Protocole RTF

Lorsque le système RFID utilise le protocole RTF, le lecteur envoie en continu un signal d'alimentation modulé contenant une information d'interrogation des étiquettes présentes dans son champ de portée. Les étiquettes entrant dans la zone de détection lisent le signal d'interrogation. Pour identifier les transpondeurs présents, le lecteur enverra successivement et en continu une demande d'identification à chaque étiquette qui, si elle est présente répondra positivement à la requête [16].

I.8. Domaine d'application

La RFID est actuellement une technologie en plein essor et qui se développe dans des domaines de plus en plus variés : Sécurité, transport, logistique, fidélisation client, paiement, santé, etc. Son utilisation varie selon la fréquence (LF, HF, UHF) où chaque plage de fréquence répond à une norme qui décrit une série de technologies.

I.8.1. La logistique

Est l'un des secteurs d'activités principales de la technologie RFID. L'étiquetage RFID permet, bien mieux que le code barre, afin d'assurer le suivi des produits en fabrication, en stock et en distribution. Les constructeurs automobiles et les grands distributeurs ont aussi pionniers dans ce domaine. La RFID embarque de plus une quantité incroyable d'informations sur le produit (taille, poids, volume, prix...) [17] voir la Figure I. 10.



Figure I. 10 : RFID pour la logistique et la distribution.

I.8.2. La traçabilité

C'est une dérivation de l'application précédente (logistique) : les puces apposées sur un produit assurent un historique des déplacements et des temps de stockage. Particulièrement utile pour tracer le parcours de produits qui doivent être surveillés.

Cette technique est utilisée pour la vérification, par exemple : l'origine et la non-péremption de produits spéciaux, la gestion de la traçabilité des bouteilles de gaz pour des raisons de sécurité est très strictement réglementée. Des applications de plus en plus nombreuses de traçabilité des animaux se développent, que ce soit les étiquettes auriculaires sur les animaux d'élevage comme illustré dans la Figure I. 11 ou les étiquettes sous cutanées pour les chevaux ou les animaux domestiques [17].



Figure I. 11 : Un mouton avec une étiquette d'oreille.

I.8.3. Le Contrôle d'accès

L'application de contrôle d'accès utilise le système RFID pour accorder de manière sélective l'accès à un objet donnée Par exemple, des étiquettes RFID peuvent être attachées à un véhicule, une carte à main, un porte-clés comme le montre la Figure I. 12 ou un bracelet permettant d'accéder à une route, un bâtiment ou une zone sécurisée [18].



Figure I. 12 : RFID pour le contrôle d'accès.

I.8.4. Le paiement

Le paiement est un des défis importants de la RFID. Parmi les applications de la RFID dans ce domaine, le modèle Pidion BIP-1300 comme illustré dans la Figure I. 13 se présente comme un PDA durci, qui accepte des techniques de paiement diverses, comme les cartes bancaires à puce ou à bande. Il est également équipé d'un module RFID permettant la lecture de cartes sans contact.

On peut aussi utilisée cette technique dans les systèmes de transport public aussi dans des domaines beaucoup plus larges comme les pompes à essence. [19], [17].



Figure I. 13 : Le modèle Pidion BIP-1300 [19].

I.8.5. La santé

Dans le domaine de la santé les usages de la RFID sont intrinsèquement liés aux questions de sécurité des personnes, malades ou nouveau-nées, plusieurs hôpitaux maintenant sont utilisé ces puces pour la traçabilité des analyses et des médicaments, le traitement et le suivi des patients atteints de maladies exigeant des conditions spécifiques ou d'urgence (par exemple de la maladie d'Alzheimer ou de diabète) [20] voir la Figure I. 14.



a) Suivre des patients et des médicaments



b) Suivre des nouveau nés

Figure I. 14 : RFID dans le domaine de la santé.

I.8.6. La sécurité

La sécurité est l'une des applications les plus évidentes de la RFID. Citons comme exemple les puces RFID dans les nouveaux passeports biométriques pour identifier rapidement les voyageurs et réduit le taux d'erreur, la lutte contre la fausse monnaie et le blanchiment font aussi partie des enjeux stratégiques (billets équipés de puces permettant leur radio-identification) [20] comme le montre la Figure I. 15.

**Figure I. 15** : Passeport allemand avec son étiquette RFID mise en évidence sous un fort éclairage.

I.8.7. RFID pour les bibliothèques

La RFID est la dernière technologie à utiliser dans les systèmes de détection de vol de bibliothèque comme l'indique la Figure I. 16. Les systèmes basés sur la RFID devenir des systèmes de suivi combinant sécurité et suivi plus efficace des documents dans toute la bibliothèque, y compris une charge et décharge plus rapides, inventaire et manutention des matériaux [21].



Figure I. 16 : système RFID en bibliothèque.

I.9. Avantages et Inconvénients du système RFID

La technologie des étiquettes RFID se trouve parmi les techniques de lecture pour identifications automatiques les plus utilisées dans plusieurs domaines. Donc il est bien entendu que cette technologie présente d'énormes avantages rendant son utilisation la plus attrayante. Cependant d'autre part la RFID présente aussi des inconvénients. Pour tout déploiement de la technologie RFID, il sera plus indiqué d'examiner de plus près les avantages et les inconvénients par rapport à l'application concernée.

Certains des avantages et des inconvénients de la technologie RFID sont mentionnés dans le Tableau I-1 ci-dessous.

Avantages	Inconvénients
1. Identification de plusieurs étiquettes : Plusieurs étiquettes dans la plage de communication peuvent être identifiées simultanément.	1. Coût plus élevé par rapport aux codes-barres.
2. Stockage des données : les étiquettes RFID passives peuvent stocker environ 30 fois plus de données de produit que les étiquettes de codes à barres.	2. Norme globale inexistante (chaque pays utilise ses propres fréquences).
3. Plage de communication : La plage de communication est variable pour différentes applications.	3. Problème d'atteinte à la vie privée : la RFID peut être utilisée à des fins néfastes pour les utilisateurs
4. Fiabilité : les systèmes RFID peuvent être utilisés dans des environnements difficiles et sales.	4. Perturbations de la transmission en présence de liquide ou de métal ; ce qui peut fausser ou empêcher la lecture.

Tableau I. 1 : Avantages et Inconvénients de la technologie RFID.

I.10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue générale sur la technologie RFID et leur fonctionnement, les différentes fréquences utilisées ainsi que ces différents domaines d'applications. Aujourd'hui, les techniques mises en œuvre dans les systèmes RFID sont globalement maîtrisées par les fournisseurs de solutions.

En outre, nous avons présenté la structure et les normes d'un système RFID. Ainsi, nous pouvons mieux identifier les caractéristiques et les propriétés de chaque composante. L'analyse de l'environnement et la customisation des solutions restent des éléments incontournables pour garantir le succès de l'application.

Enfin, nous avons terminés le présent chapitre par quelques avantages et inconvénients de cette technologie.

Chapitre II

Les systèmes RFID UHF

II.1. Introduction

Bien que la technologie RFID est une technologie émergente qui suscite un intérêt croissant, tant de la part des scientifiques que des industriels. En tant qu'élément essentiel et intégré du système du RFID, les antennes RFID ont suscité beaucoup d'attention au fil des ans et leur conception est très urgente et importante, son développement revêt une importance théorique et une valeur pratique pour le système RFID.

Les antennes constituent des éléments essentiels dans la chaîne de communication, qui est utilisé pour diffuser les ondes électromagnétiques par rayonnement. Elle joue deux rôles réciproques : la transmission et la réception. La recherche électromagnétique concerne principalement la conception des antennes d'étiquettes ayant une haute efficacité et de petite taille. Les tags RFID est une innovation par rapport aux codes-barres, leurs propriétés permettent de tracer les déplacements ou bien de suivre une chaîne de froid. De ce fait, cette technologie représente une avancée majeure dans le monde de l'industrie, de la médecine, du commerce... car elle est vue comme la solution finale aux problèmes liés à la logistique.

Dans ce deuxième chapitre, nous allons présenter les mécanismes de couplage associés aux étiquettes RFID. Nous détaillerons les paramètres fondamentaux des antennes couramment utilisées dans le système RFID, et nous allons citer quelques modèles de puces existantes.

II.2. Mécanismes de couplage

Le principe physique de fonctionnement de la RFID est basé sur les interactions électromagnétiques entre le lecteur et le tag. Les systèmes RFID actuellement sur le marché se divisent en deux catégories principales: les systèmes en champ proche qui utilisent le couplage inductif (magnétique) de l'étiquette du transpondeur à l'énergie réactive qui circule autour de l'antenne du lecteur et les systèmes en champ éloigné qui couplent la puissance réelle contenue en libre ondes planes électromagnétiques à propagation spatiale [15].

II.2.1. Couplage par champ proche

Les techniques de couplage en champ proche sont généralement appliquées aux systèmes RFID fonctionnant dans les bandes LF et HF avec des distances de lecture relativement courtes [15] (quelques cm à 1,5 m). Les antennes sont alors constituées de boucles inductives comme les enroulements d'un transformateur.

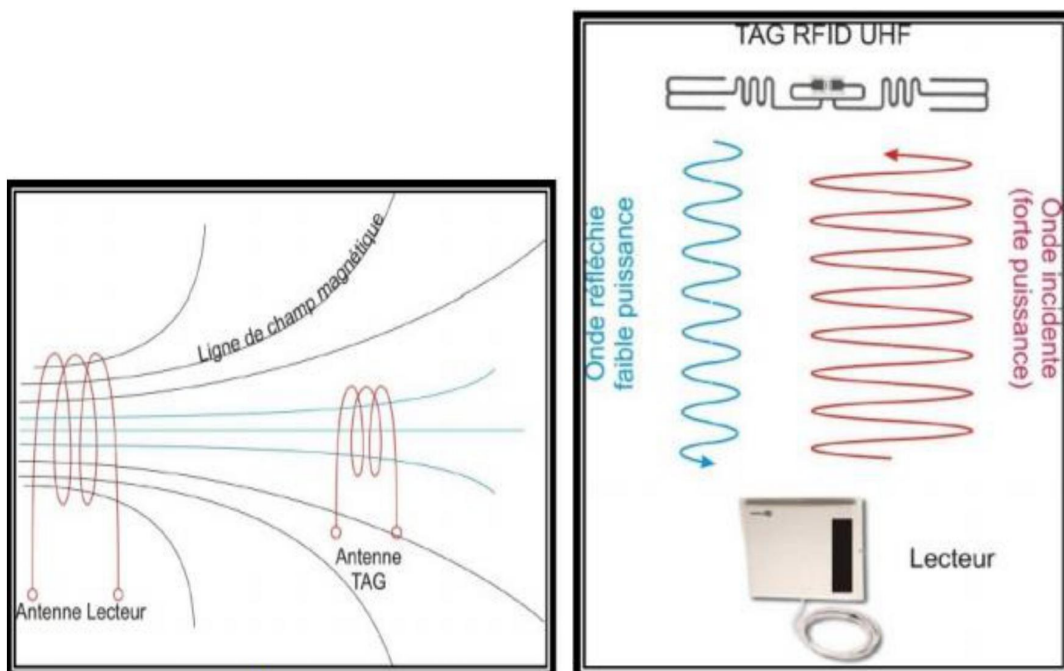
Le champ proche est essentiellement magnétique et inductif, pour des applications courte distance comme les étiquettes standard ou les cartes à puce sans contact... etc.

II.2.2. Couplage par champ lointain

Le couplage en champ lointain est applicable aux plages de lecture potentiellement plus longues des systèmes RFID UHF et hyperfréquences [15].

Ce mode d'interaction permet de communiquer sur des distances plus grandes, de 10 mètres et plus [17]. Le champ électromagnétique EM dans la région de champ éloigné est de nature radioactive. Le couplage capte l'énergie électromagnétique au niveau de l'antenne d'une étiquette en tant que différence de potentiel. Une partie de l'énergie incidente sur l'antenne d'une étiquette est renvoyée en raison d'une inadéquation d'impédance entre l'antenne et le circuit de charge [22].

Parmi les topologies d'antennes existantes, l'antenne de type patch ou antenne imprimée est la préférée pour les applications RFID UHF en champ lointain qui comprennent les processus de chaîne logistique, pharmaceutiques, de santé... etc.



a) Couplage champ proche HF et LF.

b) Couplage champ lointain UHF et SHF.

Figure II. 1 : Mécanismes de couplage.

II.3. Les paramètres fondamentaux d'une antenne

Les paramètres fondamentaux des antennes se classent en deux catégories : les paramètres circuits et les paramètres de rayonnement. Dans cette partie, on va exposer les principaux paramètres d'antennes.

II.3.1. Rapport d'Ondes Stationnaires (ROS)

Pour une antenne, si l'adaptation n'est pas réalisée entre l'impédance de la ligne de transmission et l'impédance de l'antenne, les ondes subissent des réflexions vers la source causant ainsi le phénomène d'interférences avec les ondes incidentes, et donnant naissance à des ondes stationnaires caractérisées par le Rapport d'Ondes Stationnaires (ROS) ou bien VSWR défini par la relation suivante [23] :

$$\text{VSWR} = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|} \quad (\text{II} - 1)$$

Le ROS est toujours supérieure ou égal à 1, La valeur maximale du ROS généralement admise pour la sécurité du matériel est de 2, ce qui donne un paramètre S_{11} inférieur ou égale à -10 dB.

II.3.2. Coefficient de réflexion

Une antenne s'adapte à une ligne de transmission à impédance caractéristique Z_0 réelle (Généralement 50 Ω ou 75 Ω). Le coefficient de réflexion d'une antenne S_{11} est défini par [23]:

$$S_{11} = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0} \quad (\text{II} - 2)$$

Le rapport entre la puissance réfléchiée par une charge et la puissance maximale totale pouvant lui être transmise est définie par le coefficient de réflexion en puissance S_{11}^* [23]:

$$S_{11}^* = \frac{Z_c - Z_a^*}{Z_c + Z_a^*} \quad (\text{II} - 3)$$

Si la charge est complexe conjuguée à l'impédance de l'antenne ($Z_c = Z_a^*$), dans ce cas le maximum de la puissance lui est transmise.

II.3.3. Coefficient de transmission

Le coefficient de transmission en puissance τ , est le rapport de la puissance transférée à une charge sur la puissance totale maximum pouvant lui être transférée. Il est défini par la relation suivante [24] :

$$\tau = 1 - |S_{11}^*|^2 \quad (\text{II} - 4)$$

Où $|S_{11}^*|^2$ correspond aux pertes d'insertions.

La relation suivante est déterminée à partir des relations (II-3) et (II- 4) où le coefficient de transmission est relié aux impédances d'une antenne et de sa charge (Z_a et Z_c) en considérant l'antenne en réception.

$$\tau = \frac{4R_a R_c}{|Z_c + Z_a|^2} \quad (\text{II} - 5)$$

Cette relation est très utile en RFID, car elle correspond au rapport de la puissance transférée à une puce RFID sur la puissance totale maximum pouvant lui être transférée [24].

II.3.4. L'impédance d'entrée

L'impédance d'entrée d'une antenne est définie comme le rapport entre la tension et le courant aux terminaux de l'antenne ou comme le rapport entre les composantes appropriées des champs électriques et magnétiques. L'expression de l'impédance d'entrée d'une antenne Z_{in} se décompose en une partie réelle R_{in} et une partie imaginaire X_{in} , et s'écrit comme suit [26] :

$$Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} = R_{in} + j X_{in} \quad (\text{II} - 6)$$

Avec :

$$R_{in} = R_{pertes} + R_{ray} \quad (\text{II} - 7)$$

Où : R_{in} est constituée de la résistance de rayonnement R_r et la résistance de pertes R_p .

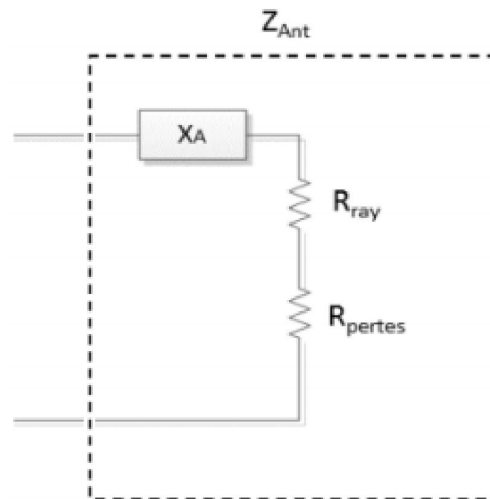


Figure II. 2 : Représentation de l'impédance de l'antenne [25].

II.3.5. Bande passante

La bande passante d'une antenne est définie comme la plage de fréquences dans laquelle l'antenne est adaptée. Elle peut donc être déterminée en considérant la bande pour laquelle le coefficient de réflexion de l'antenne est inférieur à - 10 dB [26].

La bande passante tout simplement est la différence entre les fréquences hautes f_{\max} et basse f_{\min} d'utilisation de l'antenne. Elle est définie par la formule suivante [26] :

$$BP = f_{\max} - f_{\min} \quad (\text{II} - 8)$$

Nous pouvons aussi exprimer la bande passante en pourcentage :

$$BP\% = \frac{BP}{f_c} \cdot 100 \quad (\text{II} - 9)$$

Où : f_c la fréquence centrale définie comme étant la moyenne arithmétique des fréquences f_{\max} et f_{\min} [26].

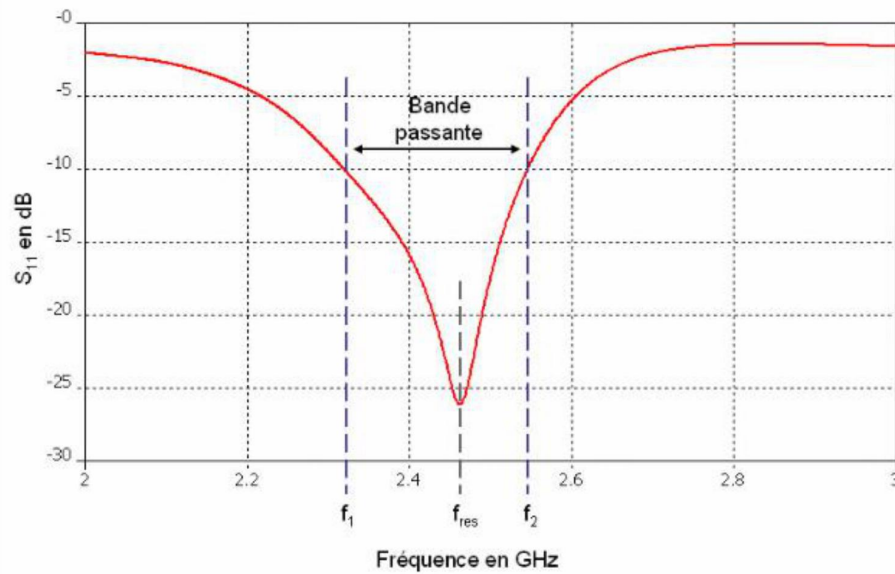


Figure II. 3 : Illustration de la bande passante à -10 dB d'une antenne.

II.3.6. Efficacité

Pour une antenne donnée, la puissance rayonnée P est généralement inférieure à la puissance d'alimentation P_R , le rendement ou efficacité d'une antenne est alors défini comme étant le rapport de la puissance totale P qu'elle rayonne à sa puissance d'alimentation P_A . On la note η [27] :

$$\eta = \frac{P_R}{P_A} \quad (\text{II} - 10)$$

Et avec d'autre définition le rendement est le rapport entre l'énergie rayonnée par une antenne et celle que lui fournit l'alimentation. Elle est exprimée par [27] :

$$\eta = \frac{R_r}{R_r + R_p} \quad (\text{II} - 11)$$

R_r : Résistance liée à son rayonnement.

R_p : Résistance liée aux pertes de l'antenne.

L'efficacité totale e_0 d'une antenne est utilisée pour prendre en compte les pertes à l'entrée de l'antenne et les pertes liées aux conducteurs. Les pertes peuvent être dues aux réflexions provenant d'une mauvaise adaptation de l'antenne et aussi des propriétés

intrinsèques des matériaux qui la constituent (conducteur, diélectrique). Généralement l'efficacité globale peut être écrite [28] :

$$e_0 = e_r \cdot e_c \cdot e_d \quad (\text{II-12})$$

e_0 = Efficacité totale

e_r = Efficacité de la réflexion = $(1 - |S_{11}|^2)$

e_c = Efficacité de conduction

e_d = Efficacité diélectrique

II.3.7. La directivité

La directivité d'une antenne caractérise la manière dont cette antenne concentre son rayonnement dans certaines directions de l'espace. La directivité a été définie comme : le quotient de l'intensité de rayonnement dans une direction de l'antenne par la valeur moyenne de cette intensité de rayonnement pour toutes les directions de l'espace.

Une antenne isotrope rayonne uniformément la même densité de puissance quel que soit la direction.

$$D = \frac{U}{U_i} = \frac{4\pi U}{P} \quad (\text{II-13})$$

Ou :

D : est la directivité de l'antenne.

U : est l'intensité de rayonnement de l'antenne.

U_i : est l'intensité de rayonnement d'une source isotrope.

P : est la puissance totale rayonnée.

Parfois la direction de la directivité n'est pas spécifiée. Dans ce cas, la direction de l'intensité de rayonnement maximale est implicite et la directivité maximale est donnée par :

$$D_{\max} = \frac{U_{\max}}{U_i} = \frac{4\pi D_{\max}}{P} \quad (\text{II-14})$$

Ou :

D_{\max} : est la directivité maximale.

U_{\max} : est l'intensité de rayonnement maximal.

Une antenne qui a un lobe principal étroit aurait une meilleure directivité, puis celui qui a un lobe principal large, par conséquent elle est plus directive [29].

II.3.8. Le gain

Le gain d'une antenne dans une direction donnée est la quantité descriptive de la performance de l'antenne, c'est la quantité d'énergie rayonnée dans cette direction comparée à l'énergie qu'une antenne isotrope rayonnerait dans la même direction avec la même puissance d'entrée. Le rapport de gain est donné par [30] :

$$\text{Gain} = 4\pi \frac{P(\theta, \varphi)}{P_a} \quad (\text{II} - 15)$$

Le gain est lié à la directivité, il définit l'augmentation de la puissance émise ou reçue dans le lobe principal, il est dû au fait que l'énergie est focalisée dans une seule direction, il est exprimé en dBi (décibels par rapport à l'antenne isotrope).

$$\text{Gain} = \eta D \quad (\text{II} - 16)$$

Pour avoir un gain important, l'antenne doit avoir un diagramme de rayonnement directif et réciproquement.

II.3.9. Diagramme de Rayonnement

Le diagramme de rayonnement représente les variations de la puissance rayonnée par l'antenne dans les différentes directions de l'espace et indique les directions privilégiées, dans lesquelles la puissance rayonnée est maximale. Il existe des diagrammes de rayonnement quasi-omnidirectionnels ou directifs comme illustré dans la Figure II. 4. La notion d'antenne isotrope, antenne rayonnant uniformément dans toutes les directions de l'espace, est tout à fait théorique [31].

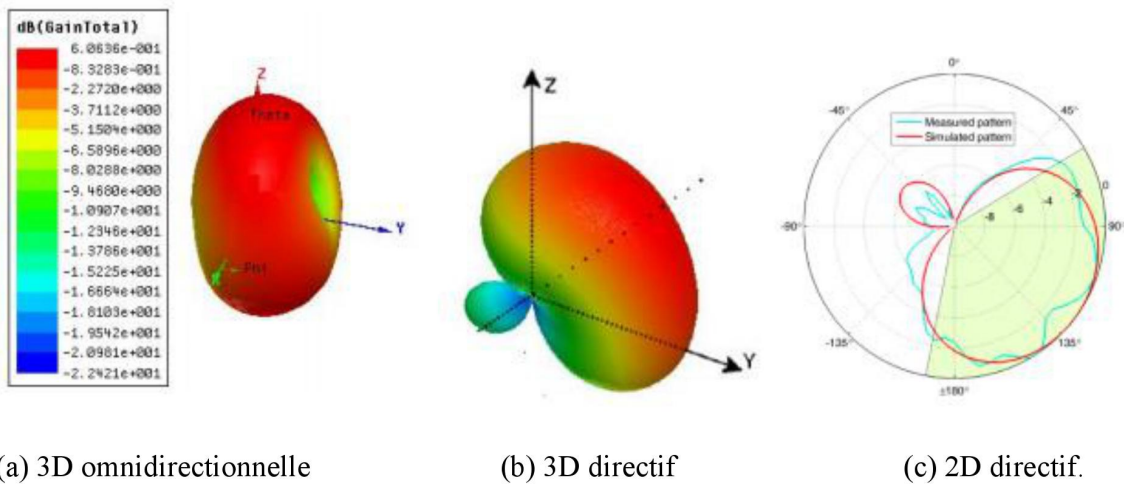


Figure II. 4 : Diagramme de rayonnement [31].

La fonction caractéristique de rayonnement $F(\theta, \phi)$ de l'antenne permet d'avoir une vision globale du rayonnement. Elle est définie comme étant le rapport de la puissance transmise dans une direction donnée $P(\theta, \phi)$ à la puissance P_{\max} de la direction où le rayonnement est maximal [31].

$$P(\theta, \phi) = \frac{P_a}{4\pi} \tag{II - 17}$$

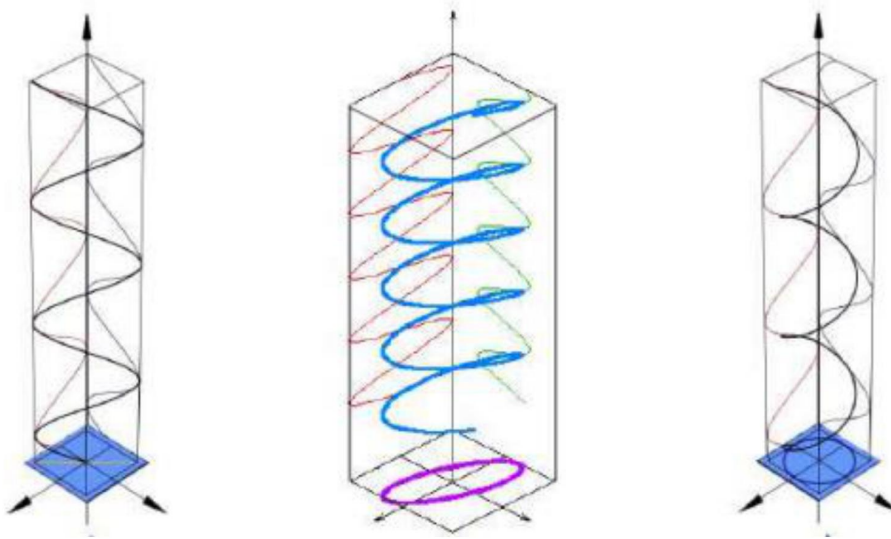
Généralement, le diagramme de rayonnement est standardisé à sa valeur maximale et tracé sur une échelle logarithmique (dB).

II.3.10. La polarisation

La polarisation est définie comme étant l'orientation du champ électrique d'une onde électromagnétique.

La polarisation d'une onde est une donnée fondamentale pour l'étude des antennes. En effet selon la constitution de l'antenne, elle ne recevra qu'une certaine forme de polarisation.

La polarisation du champ électromagnétique rayonné par une antenne est donnée par la direction du champ électrique E . Si E garde une direction constante dans le temps, on dit que l'on a une polarisation rectiligne. Si la direction varie avec le temps de telle sorte que si, en un point donné, on schématise les positions successives de E , l'extrémité du vecteur représentatif décrit un cercle ou une ellipse. On dit alors que le champ rayonné est à polarisation circulaire ou elliptique [32].



a) polarisation linéaire. b) polarisation elliptique. c) Polarisation circulaire.

Figure II. 5 : Polarisation du champ électromagnétique [32].

II.3.11. Ouverture effective

Ce paramètre décrit la caractéristique de capture de puissance de l'antenne, quand la vague l'atteint. Dans le cas d'une onde plane entrante avec une densité de puissance S , l'ouverture effective A_e relie S à la puissance maximale reçue qui peut être tirée d'une antenne, étant donné l'alignement et la polarisation correcte [13] :

$$P_e = A_e \cdot S \quad (\text{II-18})$$

II.4. Equation de Friis

L'équation de transmission Friis concerne la puissance d'une liaison radioélectrique entre une antenne émettrice et une antenne réceptrice, séparées par une distance r grande par rapport aux dimensions de l'antenne et à la longueur d'onde (Figure II. 6). On suppose que ces antennes sont correctement polarisées et que l'impédance est adaptée aux lignes de transmission reliant à la fois le récepteur et l'émetteur. Le lien est défini par les paramètres suivants [33]:

- P_T est la puissance acceptée par l'antenne émettrice.
- P_R correspond à la puissance reçue au terminal de l'antenne de réception.
- G_T est le gain d'antenne d'émission (dans la direction de l'antenne de réception).

- G_R est le gain de l'antenne de réception (dans la direction de l'antenne d'émission).
- A_{eR} est la surface effective de l'antenne de réception (dans la direction de l'antenne d'émission).

La puissance reçue au terminal de l'antenne de réception est de

$$P_R = A_{eR} \frac{dP}{dS} \quad (\text{II-19})$$

Où $\frac{dP}{dS} = \frac{P_T G_T}{4\pi r^2}$ est la densité de flux de puissance à l'antenne de réception.

Et $A_{eR} = \frac{G_R \lambda^2}{4\pi}$ est la surface effective de l'antenne de réception.

Cependant, il peut y avoir un désaccord de polarisation (ρ) entre le lecteur et les antennes de l'étiquette, et toute la puissance absorbée par le récepteur n'est pas disponible pour la charge en raison de la différence d'impédance (r). En déduit l'équation de Friis modifiée est écrite comme indiqué dans l'équation suivante [13], [33]:

$$P_R = \rho \tau \frac{\lambda^2 G_T G_R P_T}{(4\pi r)^2} \quad (\text{II-20})$$

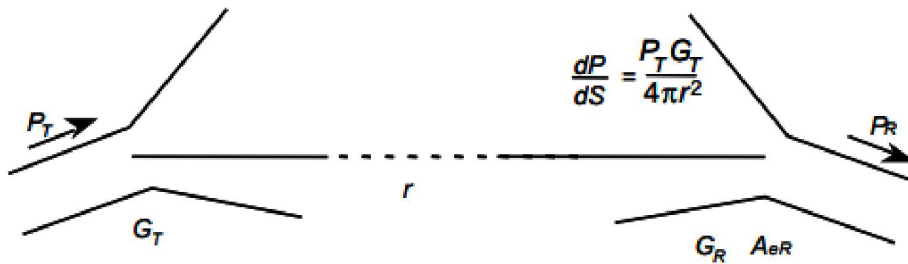


Figure II. 6 : Transmission entre deux antennes [33].

L'équation de transmission de Friis peut être utilisée une fois quand le lecteur interroge d'abord l'étiquette ensuite dans le sens inverse quand l'étiquette reçoit l'énergie de l'onde d'interrogation et utilise cette puissance pour rétrodiffuser un signal au lecteur.

- **Distance de lecture**

La plage de lecteur théorique est plus longue que la plage de lecteur réelle. La plage de lecteur peut être calculé en utilisant la formule d'espace libre de Friis, notez qu'il est supposé que la plage de lecture est dans l'espace libre :

$$r_{\max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_T G_T G_R \tau}{p_{\text{th}}}} \quad (\text{II} - 21)$$

Où λ est la longueur d'onde, p_{th} est la puissance de seuil minimum pour alimenter l'étiquette, et τ est le coefficient de transmission de puissance à la fréquence de résonance de l'étiquette, $p_t G_t$ est la PIRE. Le gain de puissance ou de courant peut être exprimé en décibel (dB).

II.5. Les tags dans les systèmes RFID

Un tag RFID est composé d'une antenne conçue pour fonctionner dans une bande de fréquence donnée, connectée à une puce électronique [4], où la communication et le flux de courant entre le lecteur et l'étiquette se font par l'intermédiaire de l'antenne [14].

II.5.1. Types d'antennes

Les antennes utilisées dans la technologie RFID peuvent être passives ou actives avec des dispositions de strabisme de faisceau. En fait, les antennes préférées pour les étiquettes RFID sont des antennes plates, généralement des microrubans, en tant que un dipôle ou des structures de patch selon la nature de l'utilisation [14].

Les fondamentales estimations lors du choix d'une antenne pour la conception sont indiquées ci-dessous [34] :

- Doit être suffisamment petit pour pouvoir se fixer à un objet (généralement 50,8 mm x 101,6 mm).
- Avoir un diagramme de rayonnement omnidirectionnel de sorte que l'étiquette puisse être lue dans n'importe quelle direction.
- Doit avoir une impédance minimale d'activation pour le tag-IC.
- Éviter le désaccord de polarisation.
- Soyez très solide et pas cher.

➤ Antennes dipôles

Ce type d'antenne est de loin le plus mis en œuvre en RFID à cause de sa structure en 2 dimensions. L'antenne Tag Dipôle existe sous plusieurs formes, Il permet d'obtenir un rayonnement omnidirectionnel avec une polarisation linéaire. La géométrie de ce type d'antenne est présentée sur la Fig. II. 7. Elle est constituée de deux branches conductrices de longueur L . Théoriquement, il est de $\lambda/4$ alimentées en leur centre [24], [35].

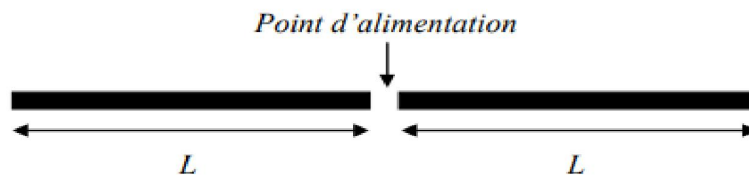


Figure II. 7 : Géométrie d'une antenne dipôle.

Récemment, la forme du dipôle a été modifiée pour s'adapter à différentes utilisations et pour réduire la taille, ce qui est très requis en technologie RFID. On trouve le dipôle replié «Folded dipôle », « dipôle en cravate » et « dipôle en méandre » Fig. II. 8. Ces antennes peuvent être utilisées dans la gestion des chaînes logistiques, identification et traçabilité ... [35].

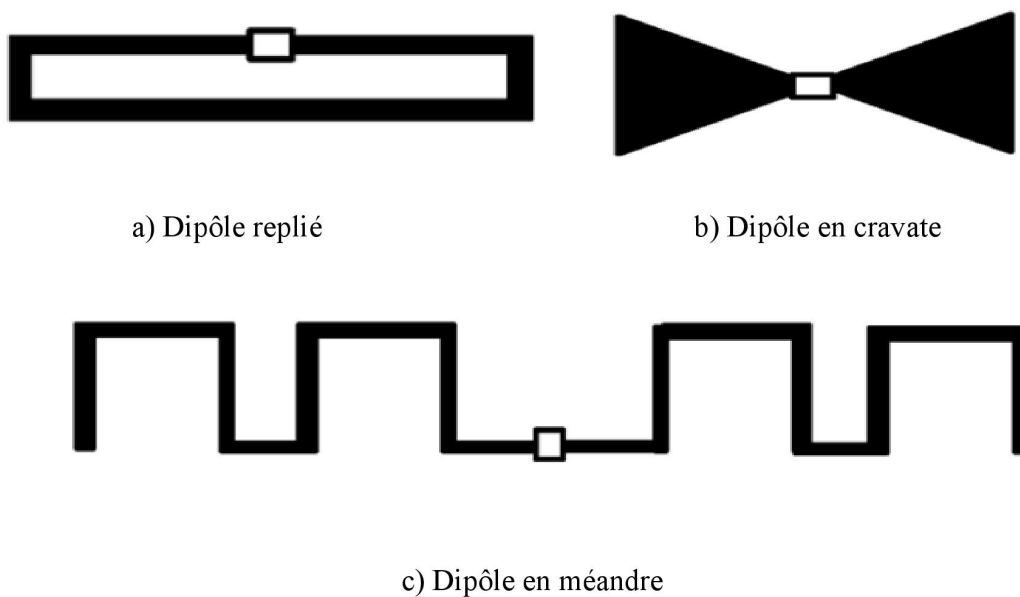


Figure II. 8 : Types des tags RFID dipôle [35].

➤ Antennes patches

Une antenne patch est une ligne microbande, se compose d'une pièce métallique rayonnante de forme arbitraire, déposée sur un substrat diélectrique. Un plan de masse couvre la surface inférieure du substrat. Le patch est généralement fabriqué à base d'un matériau conducteur, tel que le cuivre ou l'or, la fréquence de fonctionnement de l'antenne est déterminée par L. Pour obtenir un rayonnement large avec une bonne efficacité, l'approche de conception la plus simple consiste à fixer L égale à $\lambda / 2$ [36].

Il existe un grand nombre de formes d'antennes patch microruban ; ils ont été conçus pour correspondre à des caractéristiques spécifiques. Certains des types les plus courants sont illustrés à la figure II. 9 [36].

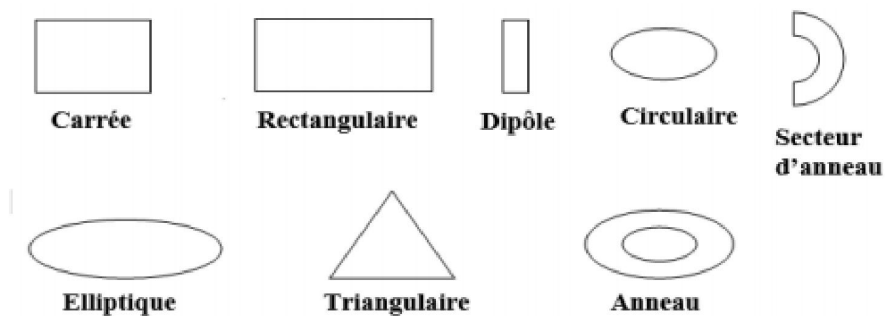


Figure II. 9 : Différentes formes de l'antenne patch [36].

Une antenne patch rectangulaire est l'antenne la plus courante, elle est facile à modéliser pour la compréhension des mécanismes de rayonnement des antennes microbandes [36], Elle est utile pour les hautes performances dans les applications extrêmes : avions, satellites, missiles, téléphones portables et appareils électroniques.

Les antennes patch sont caractérisées par leur faible coût, simplicité de fabrication, poids léger et la facilité de les intégrer avec d'autres composants ou matériaux. Elles sont discrets, conformables, simples et peu coûteux à fabriquer, robustes sur le plan mécanique et très polyvalents. Mais cela a des inconvénients, faible rendement, faible puissance, Q élevé, largeur de bande de fréquence très étroite, dimensions encore importantes à hautes fréquences.

II.5.2. Les puces pour les systèmes RFID

Les puces d'identification par radiofréquence (RFID), sont de minuscules puces informatiques connectées à des antennes miniatures. Elle sert donc à stocker des informations et à les transmettre au lecteur RFID via des ondes radio. Et contient un numéro de série unique appelé code de produit électronique (EPC). L'EPC est utilisé pour identifier de manière unique l'objet. La puce a de la mémoire et peut aujourd'hui stocker des informations allant jusqu'à 128 Ko.

Les puces RFID sont en silicium (SiO₂), elles sont extrêmement fines, ont une taille réduite à quelques millimètres et ont une masse négligeable.

Il existe de nombreuses puces disponibles dans le commerce. Le tableau II.1 montre un certain nombre de puces que les fabricants de RFID ont produits au cours de la dernière décennie, ainsi que leurs impédances et sensibilités.

Puce IC	Bande passante (MHZ)	Sensibilité P_{th} (dBm)	Résistance R_{in} (Ω)	Capacitance (pF)
Monza [56]	860-960	-9	415	1.4
Alien Higgs-3 [57]	860-960	-18	1500	0.85
Monza 3 [58]	860-960	-15	1350	1.2
Alien Higgs-2 [59]	860-960	-14	1500	1.2
Monza 4 [60]	860-960	-14.6	1000	2.48
EM4324 [61]	860-960	-9	6012	0.71
XRAG2 [62]	860-960	-15	5800	0.88

Tableau II. 1 : Exemple de puces RFID disponible dans le marché [13].

La modélisation électrique d'une puce peut se faire selon un circuit série ou parallèle comme le montre la figure II. 10.

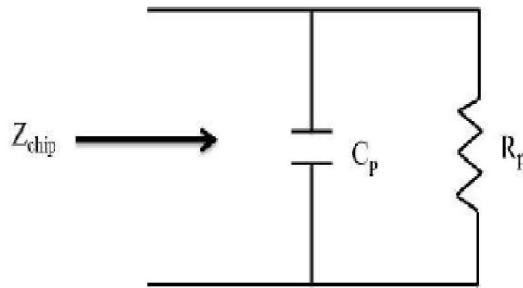


Figure II. 10 : Circuit parallèle équivalent de la puce [13].

Le circuit série constitué d'une résistance R_s en série avec un condensateur C_s est illustrée par la figure II. 11 où la conversion du circuit parallèle en un circuit série permet une analyse plus simple de l'adaptation de l'antenne au chip en fonction de la fréquence [13].

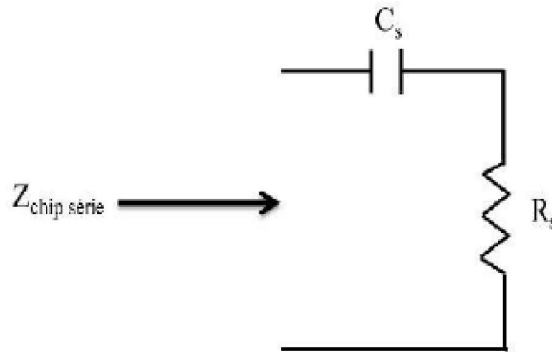


Figure II. 11 : Circuit série équivalent de la puce.

L'impédance Z_{chip} calculée avec les éléments parallèle de la figure II. 11 est donnée par l'équation suivante [13]:

$$Z_{\text{chip}} = \frac{R_p}{1+(R_p C_p \omega)^2} (1 - j C_p R_p \omega) \quad (\text{II- 22})$$

D'où on extrait l'expression de la résistance série R_s et la réactance série X_s du chip :

$$R_s = \text{Re} (Z_{\text{chip}}) = \frac{R_p}{1+(R_p C_p \omega)^2} \quad (\text{II- 23})$$

$$X_s = \text{Im} (Z_{\text{chip}}) = \frac{-j}{C_s \omega} = \frac{-j C_p R_p^2}{1+(R_p C_p \omega)^2} \quad (\text{II- 24})$$

II.6. Conclusion

Dans ce chapitre on a défini les différents types de couplage de la RFID. Nous avons aussi donné un aperçu et une vue générale sur les antennes des tags RFID, et ses paramètres fondamentaux tels que l'impédance, le coefficient de réflexion et le diagramme de rayonnement..., ainsi que l'équation de FRIIS. Et nous avons présenté quelques types d'antennes tag RFID.

Finalement, nous avons donné des exemples de puces RFID commerciales.

Chapitre III

Conception d'antenne tag RFID

III.1. Introduction

Les étiquettes RFID nécessitent certaines exigences concernant les antennes utilisées, en effet la taille des étiquettes est généralement miniature, d'où la nécessité d'utiliser des antennes appropriées de petites dimensions. Les antennes peuvent être de différents types, Parmi celles-ci, les antennes dipôles et les antennes patch sont largement utilisées dans les étiquettes RFID. L'antenne patch est très populaire pour les lecteurs RFID et l'antenne dipôle pour les étiquettes RFID. Une antenne méandre est très efficace dans la conception d'étiquettes RFID afin de minimiser la taille de l'antenne. L'antenne boucle à couplage inductif. C'est une méthode très utile pour l'appariement conjugué dans une antenne d'étiquette RFID.

Une fois la conception d'antennes RFID adoptée, Il est important de définir ce que l'on entend par miniaturisation. Nous définissons la miniaturisation par la diminution de la longueur d'antenne [37].

Il existe plusieurs techniques de miniaturisation qui peuvent être mises en œuvre dans la conception des antennes RFID tels que les dipôles de méandre, la configuration F-inverted et la géométrie fractale.

Dans ce présent chapitre, nous aborderons les exigences de conception d'antenne d'étiquette RFID et les procédures de test. Il comprend trois parties; la première partie introduit différents Techniques d'adaptation d'impédance et de réduction de la taille des antennes RFID. La deuxième partie met en évidence les processus de conception du tag RFID. Et la dernière section traite les résultats de simulation des étiquettes conçues en utilisant le simulateur CST.

III.2. Techniques d'adaptation d'impédance

Pour le réglage de l'antenne, différentes stratégies de puissance peuvent être adoptées. Les plus couramment utilisées sont les versions modifiées de la structure T-match, le couplage à boucle inductive. De plus, les configurations utiles devraient permettre un ajustement presque indépendant de la résistance et de la réactance en travaillant sur les paramètres géométriques de l'étiquette.

III.2.1. Adaptation avec T-match

Le circuit équivalent d'une structure d'adaptation en T (T-match) est illustré à la Figure III-1. L'impédance d'entrée d'un dipôle de longueur « l » peut être modifiée en utilisant un stub court-circuité. La source d'antenne est connectée au second dipôle de longueur $a < l$ et placée à une distance b séparant les deux dipôles. Le courant électrique distribue le long des brins du dipôle principal en fonction de la taille.

L'impédance d'entrée vue par la source est exprimée dans l'équation (III-1) ci-dessous tirée de [38].

$$Z_{in} = \frac{2Z_t(1 + \alpha)^2 + Z_A}{2Z_t + (1 + \alpha)^2 + Z_A} \tag{III - 1}$$

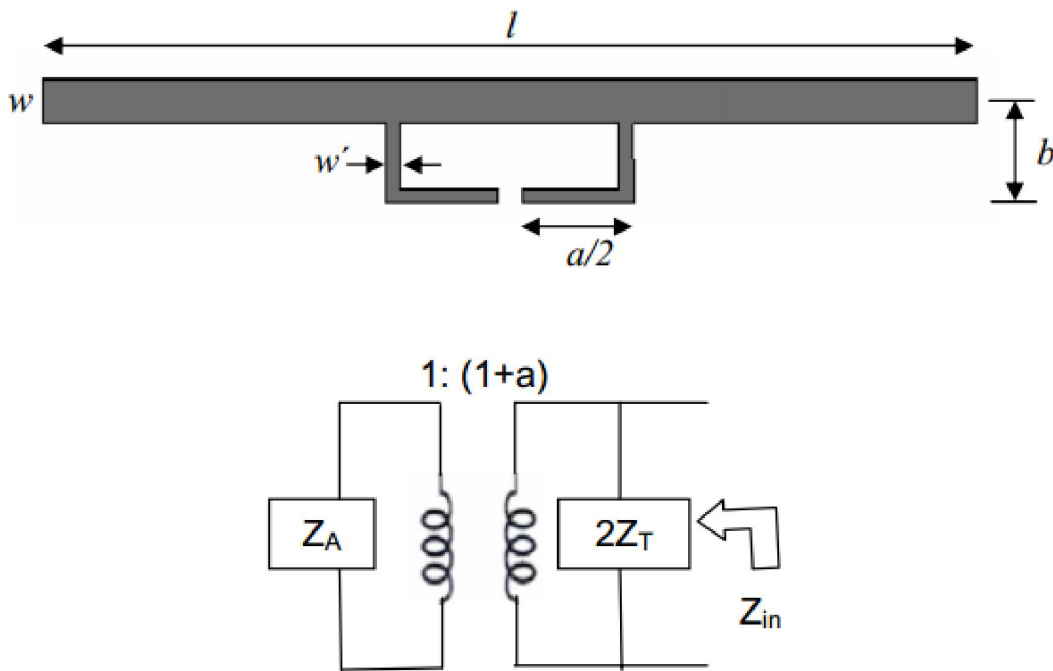


Figure III. 1 : Configuration T-match avec son circuit équivalent [38].

Z_T est l'impédance d'entrée des stubs court-circuités et Z_0 est l'impédance caractéristique de la ligne de transmission à deux conducteurs avec l'espacement b. Ils sont donnés par les relations suivantes.

$$Z_t = jZ_0 \tan ka/2 \tag{III - 2}$$

$$Z_0 \cong 276 \log_{10} \left(\frac{b}{\sqrt{r_e r'_e}} \right) \quad (\text{III} - 3)$$

avec $r_e = 0,25w$ et $r'_e = 8,25w'$ sont les rayons équivalents du dipôle et du stub d'adaptations respectivement. $\alpha = \ln(b/r'_e) / \ln(b/r_e)$ est le facteur de division actuel entre les deux conducteurs.

Les paramètres géométriques a , b et w' peuvent être ajustés pour adapter à l'impédance de la puce complexe Z_{chip} . Pour les dipôles à demi-longueur d'onde, le port T-match est inductif et pour les dipôles à plus petite longueur d'onde, cette impédance peut être à la fois inductive et capacitive [38].

III.2.2. Adaptation avec boucle à couplage inductif

Comme la montre la Figure III. 2, une petite boucle à couplage inductif, placée à proximité du dipôle principal. Les bornes de la boucle sont directement connectées à la puce. Cette disposition ajoute une inductance équivalente dans l'antenne [38]. La réactance est contrôlée en faisant varier la distance de la boucle par rapport au dipôle principal.

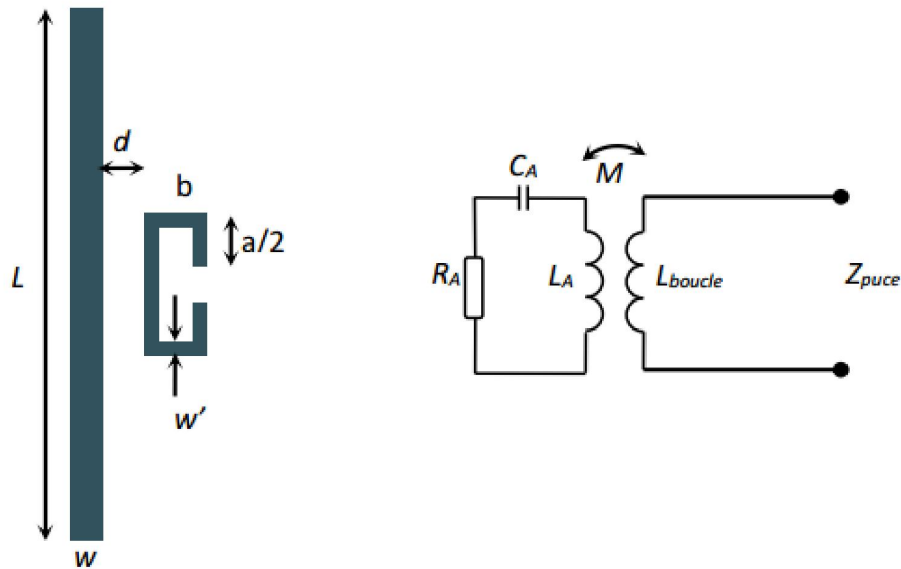


Figure III. 2 : Structure à couplage inductif et son circuit équivalent.

Le couplage inductif peut être modélisé par un transformateur. L'impédance résultante vue des bornes de la boucle est donnée par [38].

$$Z_{in} = Z_{loop} + \frac{(2\pi f M)^2}{Z_A} \quad (\text{III} - 4)$$

Dans l'équation ci-dessus, $Z_{loop} = j2\pi f L_{loop}$ est l'impédance d'entrée de la boucle. Que le dipôle soit à la résonance ou non, l'impédance d'entrée totale dépend de l'inductance de la boucle, L_{loop} . La résistance est liée à l'inductance mutuelle du transformateur (ou facteur de couplage) M comme indiqué ci-dessous [38].

$$R_{in}(f_0) = \frac{(2\pi f_0 M)^2}{R_A(f_0)} \quad (\text{III} - 5)$$

$$X_{in}(f_0) = (2\pi f_0 L_{loop}) \quad (\text{III} - 6)$$

Dans les équations (III-5) et (III-6), R_A représente la résistance d'impédance de l'antenne, f_0 est la fréquence de résonance, M est le facteur de couplage du transformateur et L_{loop} est l'inductance de la boucle. La résistance totale d'entrée dépend de la forme de la boucle et de la distance dipôle-boucle [38].

III.2.3. Configuration Tip-loading

Une autre méthode consiste à utiliser une antenne plus courte avec une impédance convenable puis de lui ajouter une structure de grande taille à ses extrémités. Cette grande structure est connue comme le « Tip-loading capacitive » et a globalement un effet capacitif [39]. Un dipôle Tip-loading semble plus inductif qu'un dipôle conventionnel de la même longueur et est donc plus facile à adapter.

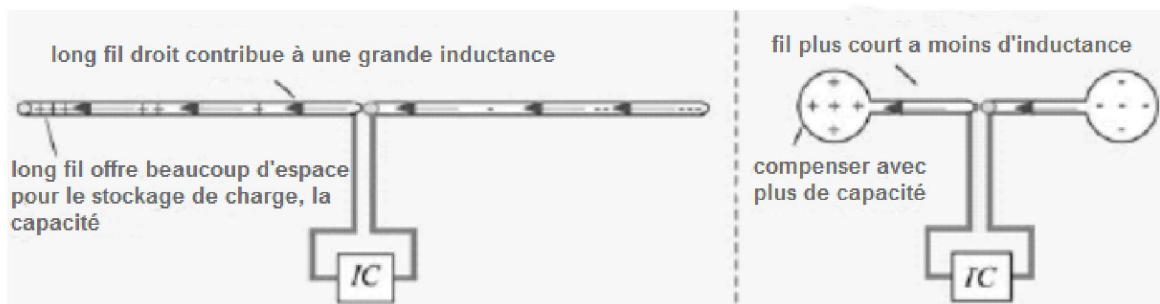


Figure III. 3 : Le dipôle raccourci par l'ajoutant des capacités aux bouts.

III.3. Techniques de miniaturisation de la taille

III.3.1. Dipôle méandre

Les antennes à méandres constituent une classe intéressante d'antennes résonantes. Elles ont été largement étudiées afin de réduire la taille physique des éléments rayonnants dans les antennes filaires telles que: antennes unipolaires, dipôles et dipôles repliés.

L'augmentation de la longueur totale du fil dans l'antenne de longueur axiale fixe réduira sa fréquence de résonance [40]. Un exemple d'une telle application d'antennes à méandres est celui des dispositifs d'identification par radiofréquence (RFID).

L'une des exigences de la conception est la miniaturisation de l'antenne. Par conséquent, des sections sinueuses sont ajoutées à l'antenne dipôle ordinaire afin de réduire sa taille physique, comme indiqué ci-dessous dans la Figure III. 4 [40].

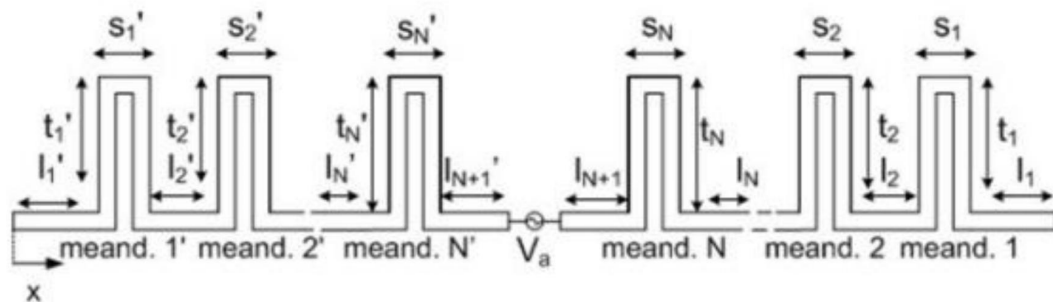


Figure III. 4 : Géométrie d'une MDA symétrique comprenant 2N méandres.

Des résonances sont atteintes à des fréquences inférieures par rapport aux dipôles droites. En outre, la bande passante est réduite avec un faible rendement [38].

➤ Exemples de structure sinueuse:

Les différentes structures sinueuses sont [41] :

A) Une antenne à ligne de méandres équidistante ($f = 953$ MHz [38]) avec alimentation en match-T : dans ce type, le corps rayonnant est plié par un nombre égal de plis espacés à la même distance

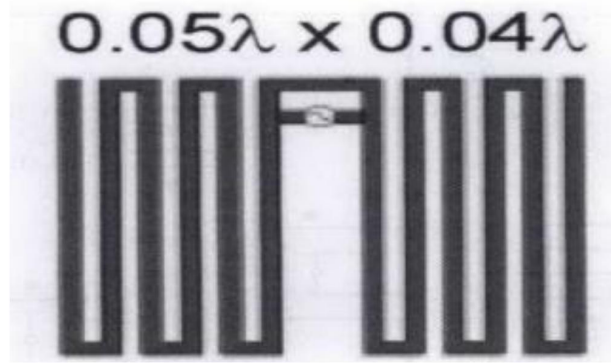


Figure III. 5 : Antenne à méandre équidistante [41].

B) Une antenne à méandre équidistante ($f = 920$ MHz) avec une barre de chargement. : Il y a une barre de chargement au-dessus de la ligne des méandres. La réactance et la résistance de l'antenne peuvent être contrôlées en ajustant l'antenne à lignes de méandres et la barre au moyen de perforations [38], [41].

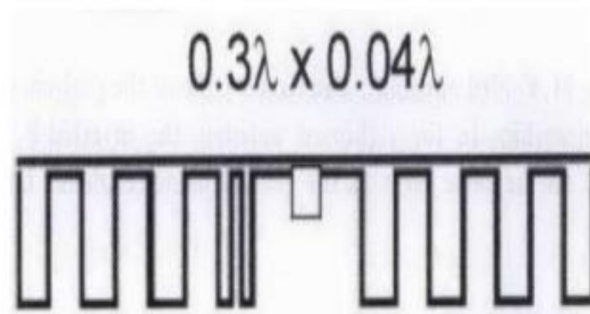


Figure III. 6 : Antenne à ligne de méandres équidistante avec barre de chargement [41].

C) Antenne à ligne de méandre ($f = 915$ MHz [38]) avec alimentation de boucle à couplage inductif.

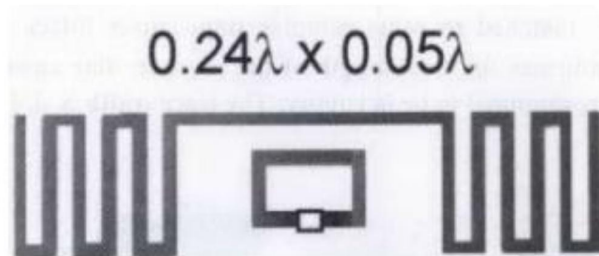


Figure III. 7 : Antenne à ligne de méandre avec alimentation en boucle à couplage inductif [38].

D) Antenne multiconductrice ($f = 900$ MHz) avec un schéma à double T-match et un repliement en spirale: utilisée pour obtenir l'inductance requise. Le conducteur externe supplémentaire permet d'augmenter la bande passante de l'antenne, en particulier lorsqu'elle est fixée à une dalle diélectrique ou à un objet métallique [38], [41].

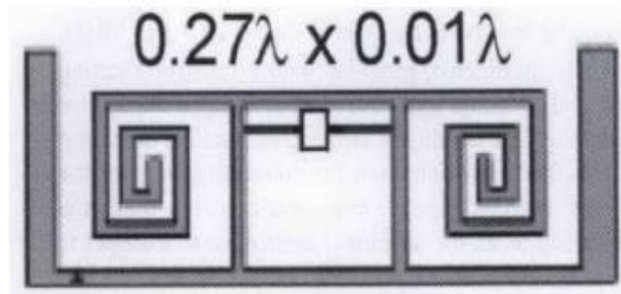


Figure III. 8 : Antenne multi conductrice à double allumette en T (T- match) et pliage en spirale [41].

III.3.2. Configuration F- inverted

L'antenne IFA (Inverted-F Antenna) est une variante de l'antenne monopole, où la section supérieure a été pliée vers le bas pour réduire la hauteur de l'antenne tout en conservant une longueur nécessaire pour créer la résonance. Ces antennes sont normalement imprimées sur un substrat diélectrique [42].

Son principe de fonctionnement consiste à établir un mode de résonance quart d'onde. Pour forcer l'établissement de ce mode, on impose une condition de circuit ouvert à l'une des extrémités de la ligne et une condition de court-circuit à l'autre extrémité. Il reste alors à exciter le mode en un point d'impédance adaptée à la source d'alimentation [42].

Les paramètres basiques prépondérants pour la conception d'une antenne IFA sont : La longueur L , la hauteur H (Figure III-9) et l'épaisseur l du bras de l'antenne et L'écart S qui est utilisé pour optimiser l'adaptation.

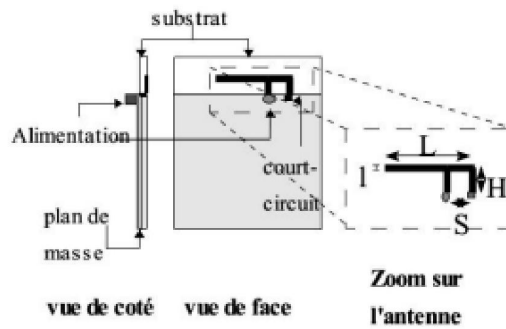


Figure III. 9 : Structure de l'antenne IFA.

Une structure similaire est l'antenne PIFA (Planar Inverted F-Antenna en anglais). Contrairement à l'antenne IFA, le fil horizontal est remplacé par un plan rectangulaire avec un fil ou une plaque pour réaliser le court-circuit, comme le montre la Figure III. 10 [42].

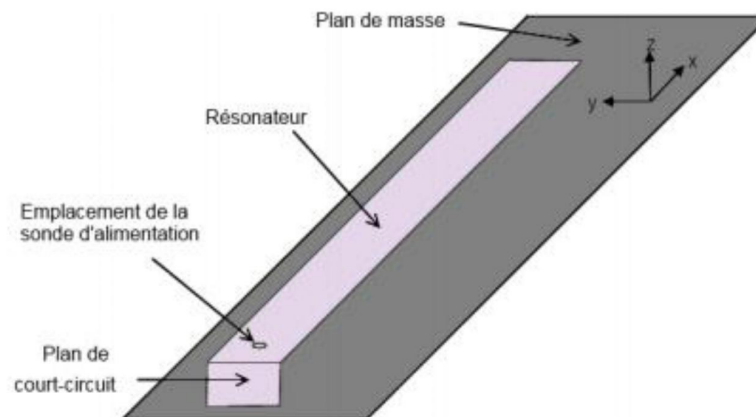


Figure III. 10 : Antenne PIFA élémentaire.

L'inconvénient majeur de ces antennes est leurs bandes passantes étroites et le caractère difficilement maîtrisable de la polarisation des ondes et du rayonnement. De plus, les antennes PIFA sont complexes et leur configuration volumique rend leur fabrication normalement difficile et coûteuse [42].

III.3.3. Géométries de fractale

La géométrie fractale est une branche des mathématiques qui concerne les motifs irréguliers constitués de pièces qui ressemblent en quelque sorte à l'ensemble. Elles ont tout d'abord été utilisées pour expliquer des formes d'objets naturels comme les feuilles ou encore les flocons de neige. Les géométries fractales présentent la particularité de réduire l'espace occupé en une, deux ou trois dimensions, alors que le périmètre total reste le même que celui de la forme non réduite [43].

Les principales caractéristiques de la géométrie fractale sont les suivantes [44]:

- Auto-similarité, C'est la plus courante dans les structures fractales.
- Récursivité: La structure fractale commence à être générée au moyen d'une procédure récursive, plus il y a d'itérations, plus la structure devient fine.

Grâce aux propriétés des géométries fractales, il est ainsi possible de réduire la longueur de matière conductrice d'une antenne planaire, de telle sorte qu'elle occupe la surface planaire différemment [43].

On trouve de nombreuses formes initiales, parmi lesquelles sont celle de Koch (Figure III. 11) et celle de Minkowsky (Figure III. 12). Ces géométries sont générées de manière itérative.

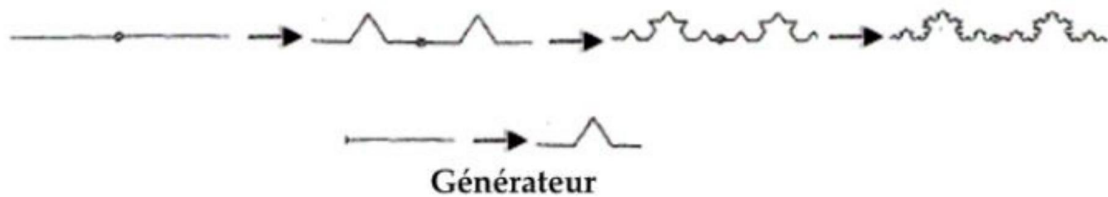


Figure III. 11 : géométrie fractale de "Koch"[43].

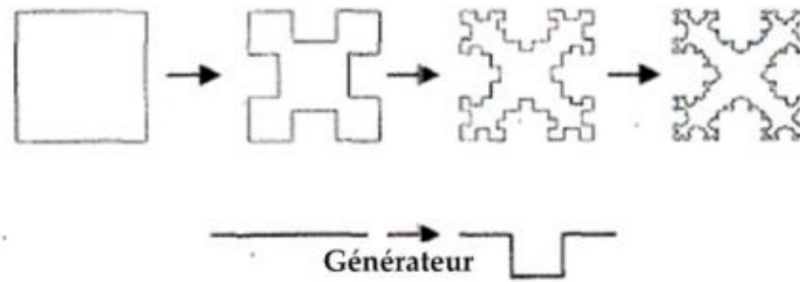


Figure III. 12 : géométrie fractale de "Minkowsky"[43].

III.4. Processus de conception d'étiquette RFID

Les performances de l'antenne des étiquettes RFID reposent fortement sur l'impédance complexe de la puce qui dépend de la fréquence. La plage de lecture des étiquettes doit être soigneusement examinée dans le processus de conception afin de satisfaire aux exigences de conception. Souvent, la conception d'antenne accordable est souhaitable pour permettre la tolérance des variations de fabrication des étiquettes et l'optimisation des performances de l'antenne sur divers matériaux dans différentes bandes de fréquences [45].

Le processus de conception de l'antenne des étiquettes RFID est présenté sur un organigramme présenté à la figure III. 13. La première étape consiste à identifier les exigences de la balise à partir de son application. Une fois que les paramètres d'antenne requis sont connus, l'étape suivante implique une étude paramétrique et une optimisation avec l'un des outils de simulation EM. L'antenne de l'étiquette est ensuite simulée et optimisée pour obtenir les meilleures performances en termes de plage de lecture, de gain et d'impédance.

Lors de la dernière étape du processus de conception, des prototypes sont construits et la performance mesurée. Si les exigences de conception sont satisfaites, la conception de l'antenne est prête. Sinon, la conception est encore modifiée et optimisée jusqu'à ce que les exigences soient satisfaites [45].

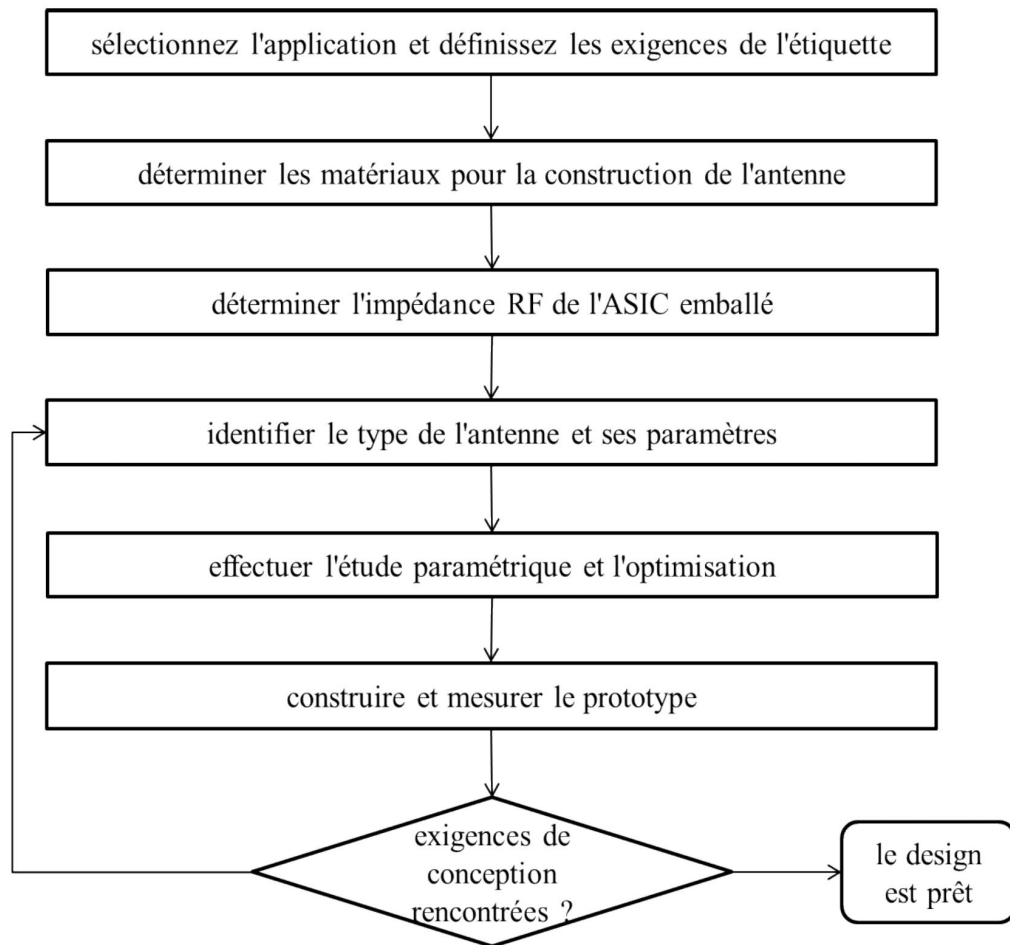


Figure III. 13 : Processus de conception d'antenne d'étiquette RFID [14].

III.5. Résultats de simulations

La communication entre le lecteur et le tag s'effectue à travers les antennes qui équipent l'un et l'autre. L'antenne d'une étiquette RFID est généralement mise en œuvre en tant que dipôles imprimés modifiés, sa directivité doit être omnidirectionnelle afin de pouvoir lire ou identifier les objets dans toutes les directions. Ces antennes doivent être également de petite taille, d'un faible coût [41].

La conception des antennes RFID demande de mettre en œuvre des techniques d'adaptation telles que le repliement (méandre) en pliant ou en ondulant le bras d'antenne [46], afin d'obtenir la réactance d'entrée pour avoir une bonne adaptation d'impédance de puce électronique et pour minimiser la taille de l'antenne.

Les antennes dipôles à méandre sont largement utilisées dans les antennes d'étiquettes RFID en raison de leur petite taille et de leur efficacité de rayonnement relativement élevée.

III.5.1. Dipôle à méandres alimenté par boucle à couplage inductif

➤ Conception de l'antenne proposée

L'antenne à prises proposée est composée d'une source de couplage et d'une ligne de méandres, comme le montre la Figure III. 14. La pièce source de couplage est équivalente à une petite boucle connectée à deux résonateurs à anneau divisé SRRs parallèles. Les trois structures essentielles peuvent former trois fréquences de résonance, Leurs valeurs diffèrent de celles d'une boucle unique en raison de l'effet du couplage entre elles, où f_0 est la fréquence de résonance équivalente de la boucle

La configuration de la nouvelle source de couplage a deux fonctions. La première est de changer facilement la partie imaginaire de l'impédance d'entrée. Nous pouvons gagner une valeur élevée de la partie imaginaire de l'impédance d'entrée pour la correspondance conjuguée, donc la condition de correspondance est rapidement remplie. La deuxième propriété remarquable de l'antenne est sa largeur de bande étendue car les deux fréquences de résonance peuvent se rapprocher de la fréquence de fonctionnement lorsque la condition d'adaptation d'impédance conjuguée est atteinte.

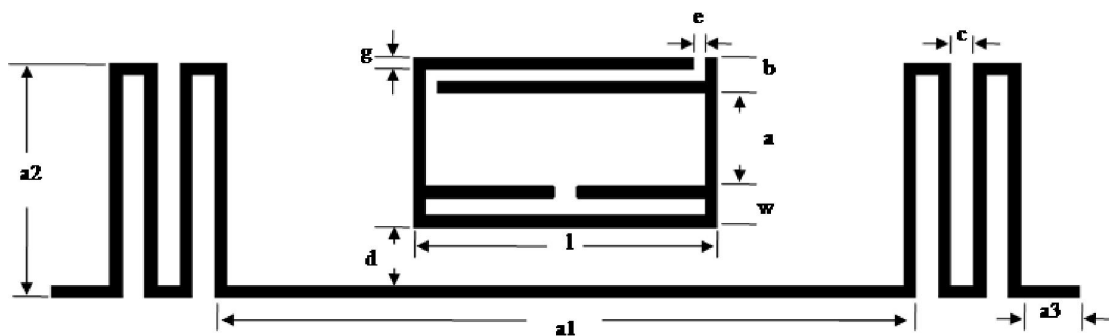


Figure III. 14 : géométrie de l'antenne dipôle à méandres.

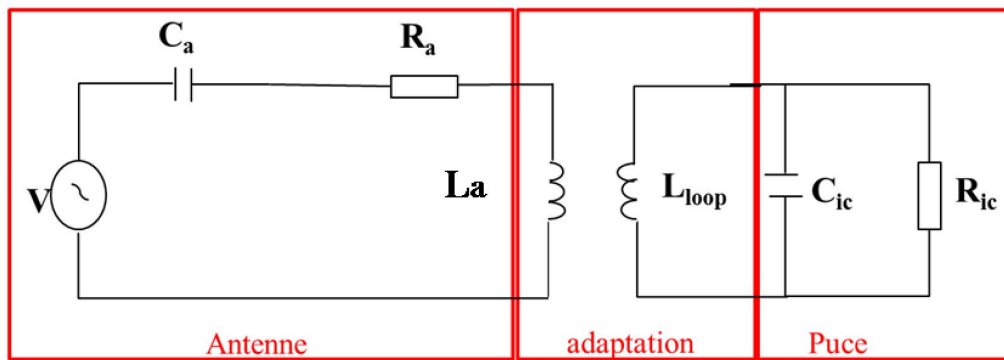


Figure III. 15 : Circuit équivalent de l'antenne proposé.

➤ Étude paramétrique

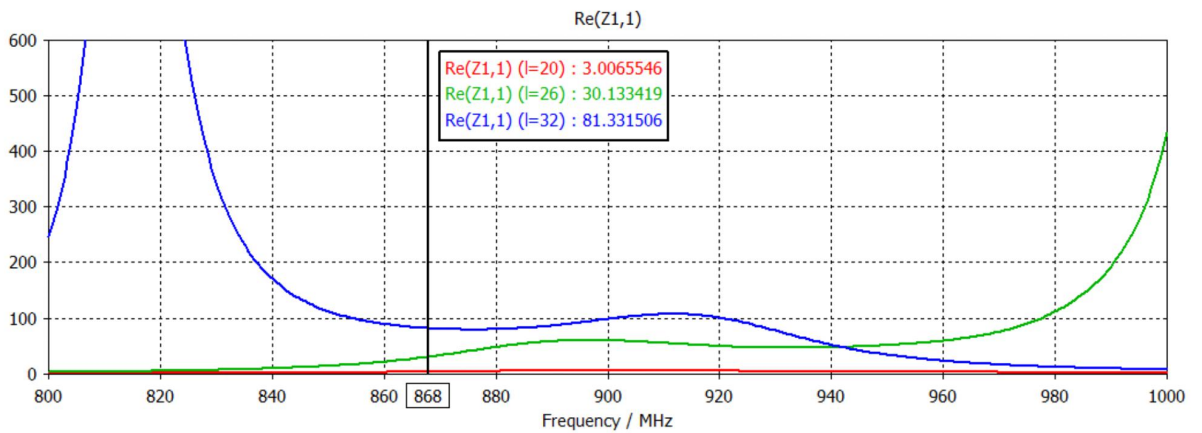
Il en existe plusieurs logiciels commerciaux pour la simulation électromagnétique tel que HFSS de la compagnie Ansoft et Microwave Studio de CST. Dans nos méthodologies d'étude et d'adaptation, nous utilisons le logiciel CST. On fait la réalisation de l'étude paramétrique des paramètres clés, ces paramètres affectant l'impédance de l'antenne qui détermine la résonance de l'étiquette. Les valeurs nominales des paramètres sont ajustées pour avoir le conjugué de la puce utilisée.

L'antenne de l'étiquette est imprimée sur un substrat diélectrique FR4, avec une tangente de perte de 0.02, une épaisseur de 0.035 mm et une permittivité relative de 4.2. L'impédance d'entrée de la puce est $27-j198 \Omega$ à la fréquence 868 MHz. L'antenne couvre une surface de 90×23 mm.

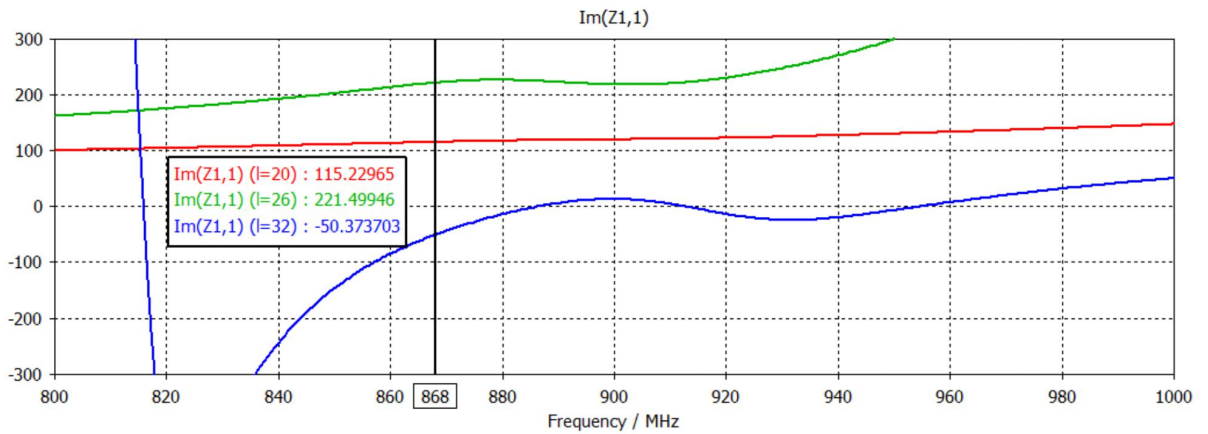
✓ Effet de la longueur de la boucle "l" :

La longueur de la boucle de couplage peut varier pour obtenir une réactance et une résistance idéale et on effectue l'adaptation par la modification du paramètre "l".

Comme le montre la Figure III-16, on remarque une variation de l'impédance de l'antenne de l'étiquette, la partie réelle de cette impédance augmente rapidement de 3Ω à 81Ω , quand le "l" augmente de 20 à 32 Ω .



a)



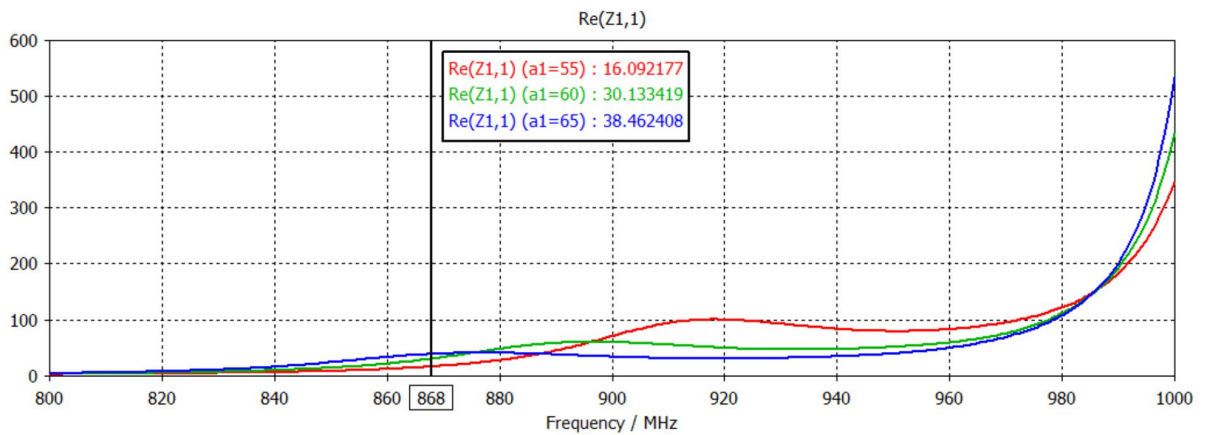
b)

Figure III. 16 : Variation de l'impédance d'entrée avec la longueur de la boucle " l", a) la partie réelle b) la partie imaginaire. La valeur nominale du " l" est de 26 mm.

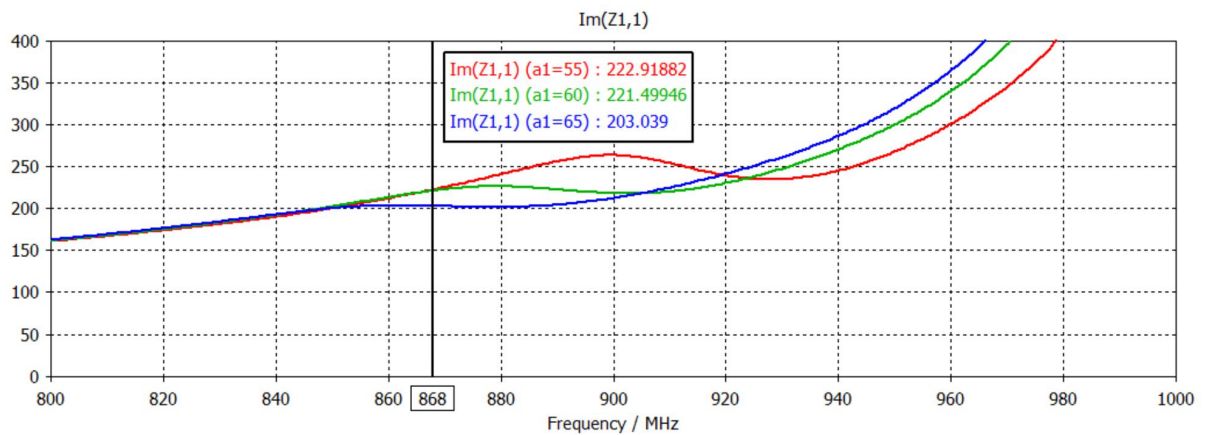
✓ Effet de paramètre "a1" :

Pour une meilleure adaptation de l'impédance conjuguée il est possible que la longueur A_1 de l'antenne dipôle soit modifiable.

Comme illustré sur la figure III. 17 la longueur de l'antenne dipôle a_1 varie de 55mm à 65 mm, la partie réelle de l'impédance augmente significativement de 16 à 38 Ω et la partie imaginaire diminue de 222 à 203 Ω .



a)



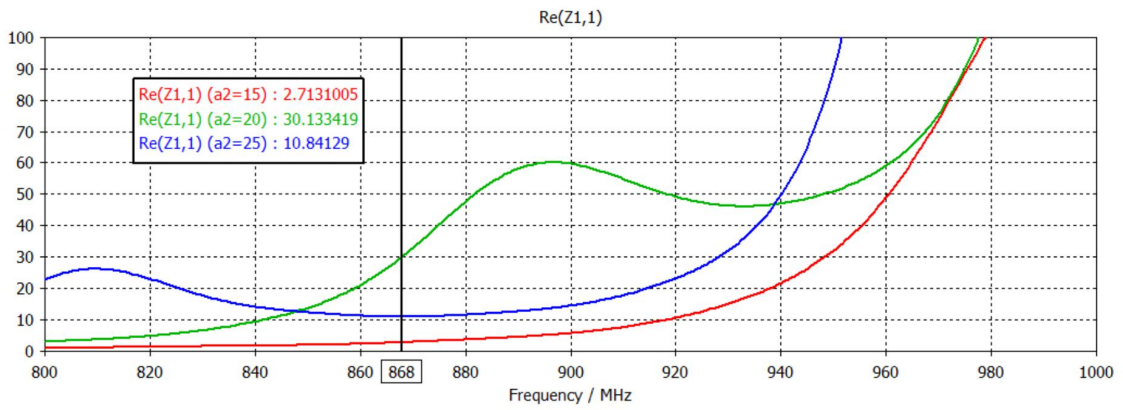
b)

Figure III. 17 : Variation de l'impédance d'entrée avec la longueur de l'antenne dipôle " a_1 ", a) la partie réelle b) la partie imaginaire. La valeur nominale du " a_1 " est de 60mm.

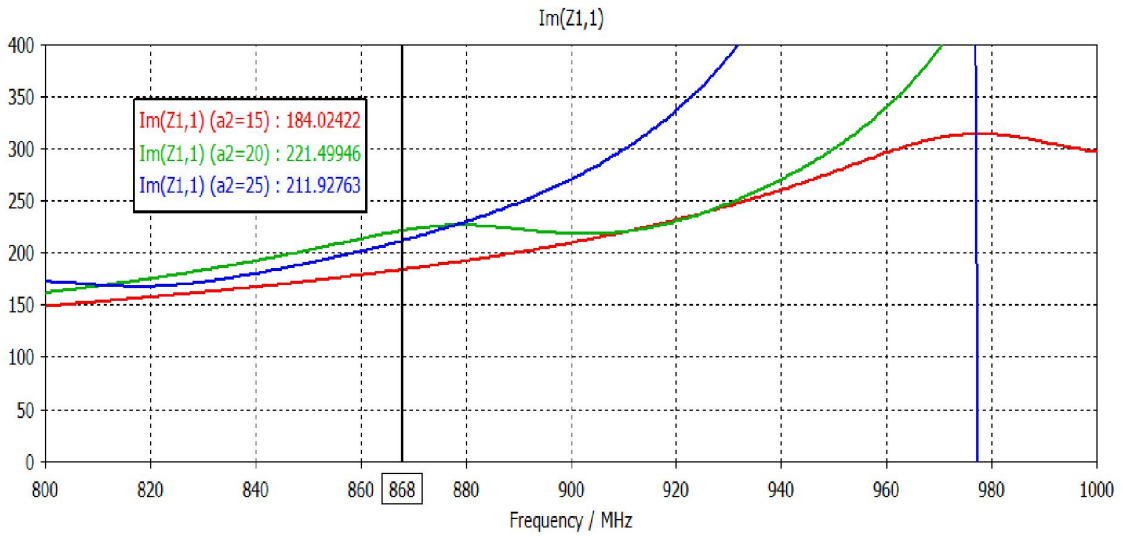
✓ Effet de paramètre " a_2 " :

La largeur de dipôle à méandre peut être modifiée pour obtenir une résistance et une réactance optimale d'impédance conjuguée.

Comme l'indique la figure III. 18 nous avons remarqué une forte variation de ± 4 mm autour de la valeur nominale $a_2 = 20$ mm.



a)



b)

Figure III. 18 : Variation de l'impédance d'entrée avec la largeur de dipôle à méandre " a_2 ", a) la partie réelle b) la partie imaginaire. La valeur nominale du " a_2 " est de 20 mm.

Finalement, les paramètres géométriques de cette antenne après l'optimisation en (mm) sont résumés dans le tableau III-1 :

Paramètre	a	b	c	e	w	l	a1	a2	a3	g	d	h
Valeur [mm]	8	3	2	1	3.5	26	60	20	5	1	5	0.2

Tableau III. 1 : Dimensions d'antenne de méandre proposé.

L'adaptation d'impédance conjuguée entre l'antenne et la puce est très importante dans la conception d'étiquette RFID.

Pour l'antenne d'étiquette proposée, et à partir des résultats précédents, il peut être noté que la structure d'adaptation par le couplage inductif influence fortement à la fois la résistance et la réactance de l'impédance d'entrée

Le tracé du module du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence est représenté dans la figure III. 19. On a atteint une bonne adaptation $S_{11} = -18$ dB à notre fréquence de travail (868 MHz).

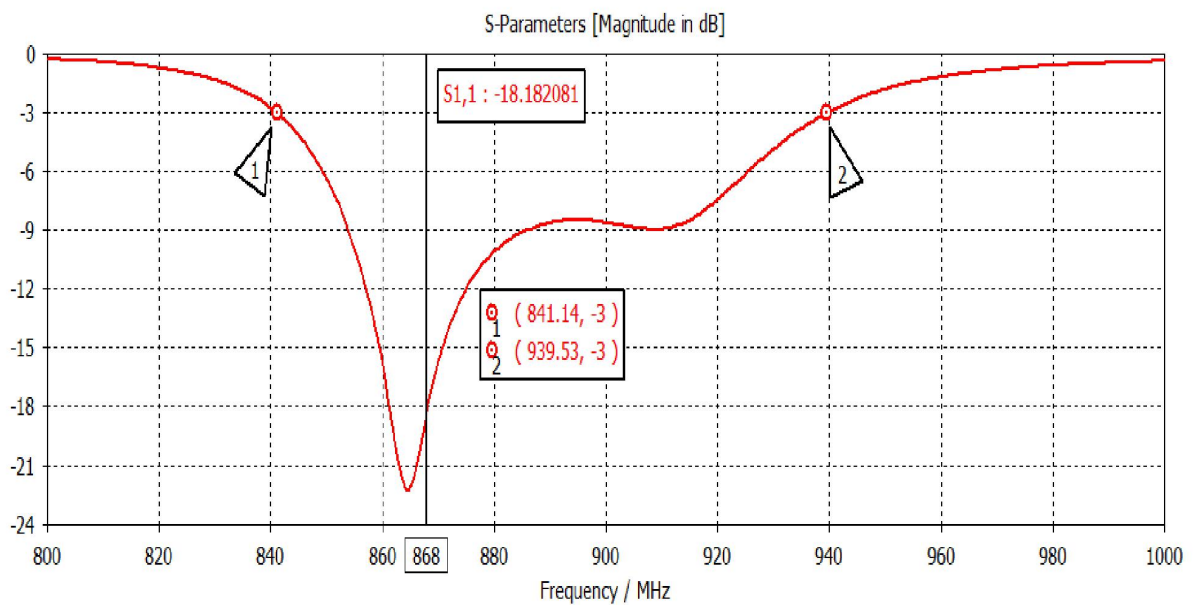


Figure III. 19 : Coefficient de réflexion S_{11} (dB) de l'antenne dipôle à méandre.

La figure III. 20 montre la partie réelle et imaginaire de l'antenne, l'impédance est $30 + j221\Omega$ à la fréquence 868 MHz elle est très proche du conjugué de la puce.

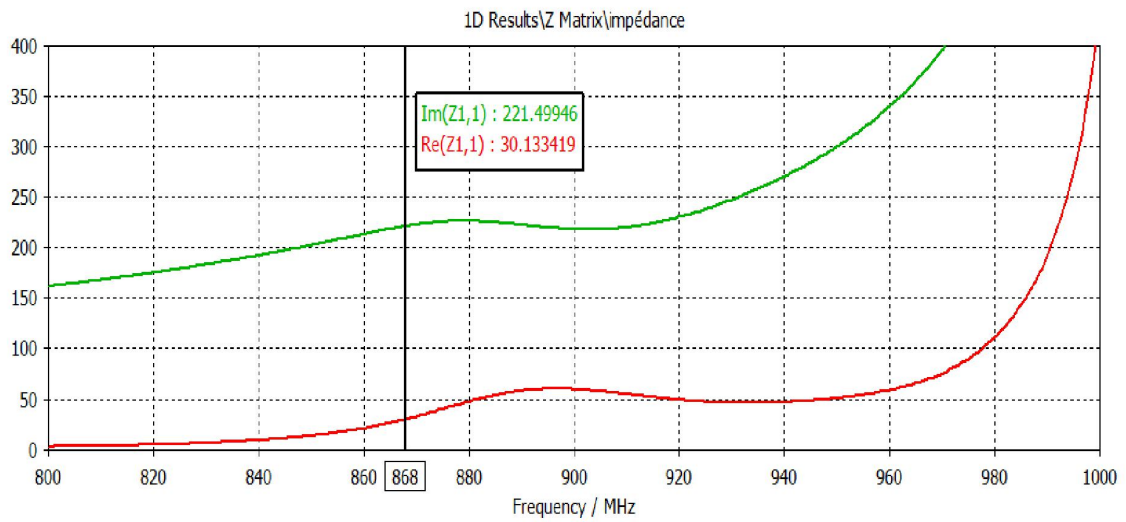


Figure III. 20 : Résultats de simulations de l'impédance d'entrée de l'antenne méandre.

On représente le diagramme de rayonnement en 3D pour cette conception d'antenne dans la figure III. 21. Ce diagramme est omnidirectionnel, avec un gain de 1.65 dB à la fréquence 868 MHz.

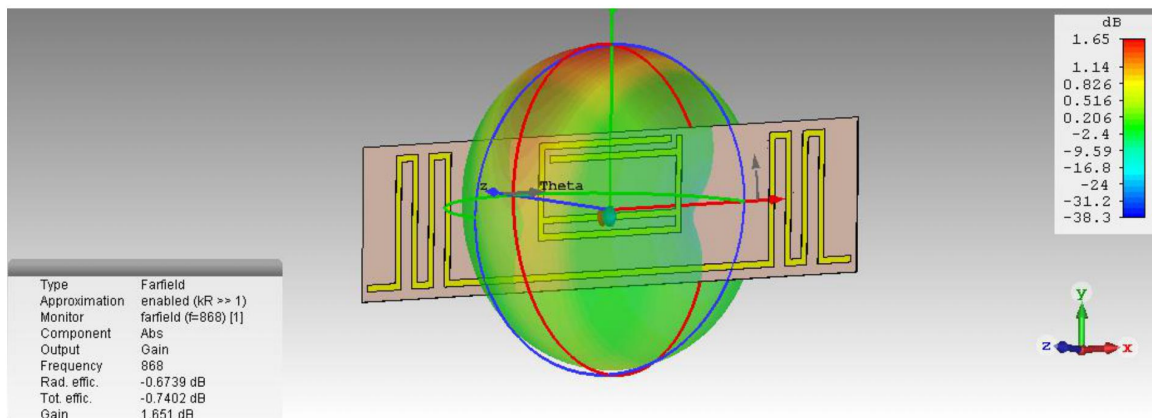


Figure III. 21 : Diagramme de rayonnement 3D (Gain) de l'antenne méandre.

III.5.2. La sensibilité du tag proposé par rapport à la présence de matière

Nous avons étudié la sensibilité du tag par rapport à la présence de matière (plastique, carton etc.), alors nous avons rajoutés une plaque diélectrique de 5 mm (Figure III. 22) sur chacun des tags avec une permittivité de 1.1 puis 1.5 puis 2 et voir l'impact sur les caractéristiques.

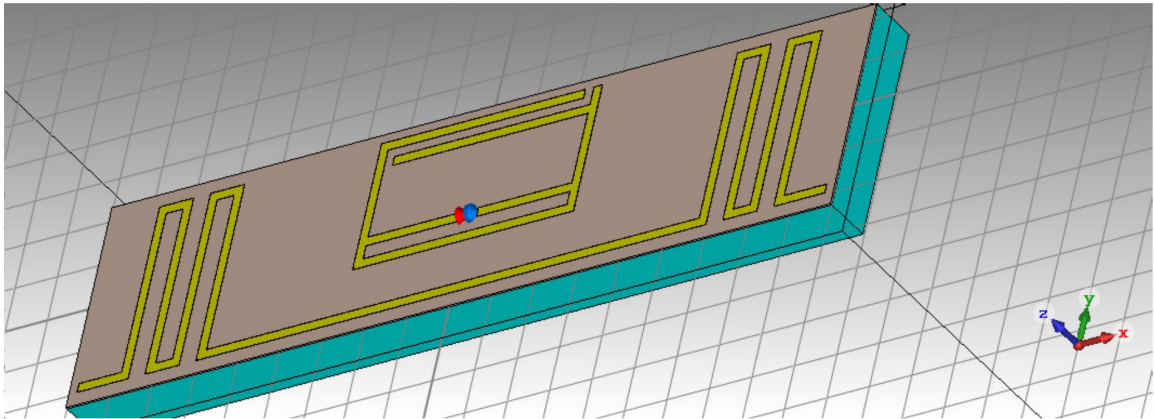


Figure III. 22 : Tags conçus sous CST avec une plaque diélectrique en dessous.

Les résultats que nous avons obtenus sont présentés dans la Figure III. 23.

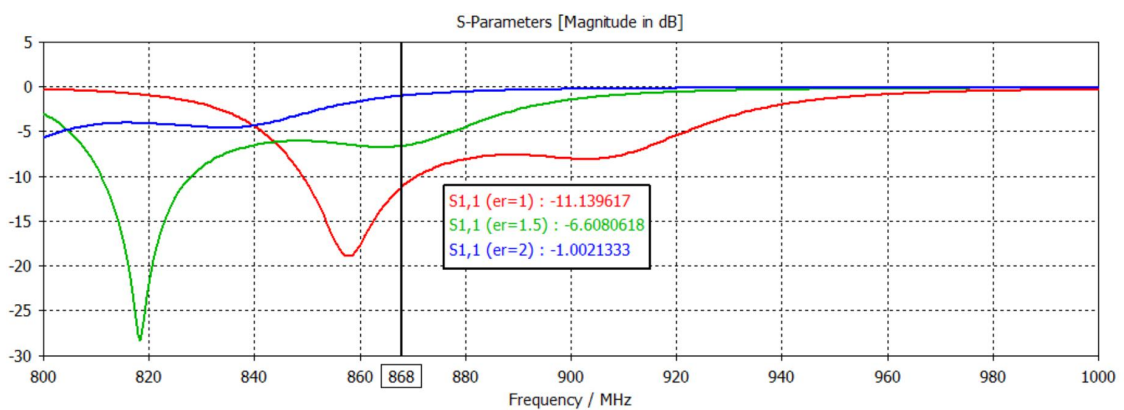


Figure III. 23 : Coefficient de transmission de puissance pour le circuit d'adaptations.

Influence de la permittivité de la plaque diélectrique en dessous

Nous pouvons conclure d'après les résultats que l'augmentation de la permittivité de la matière décale l'adaptation de l'antenne vers des fréquences plus basses.

III.6. Conclusion

En ce chapitre, nous avons étudié les techniques de réduction de la taille telles que les dipôles de méandre et les configurations inverted-F. Les exigences de conception des antennes d'étiquettes RFID ont été discutées.

Une antenne d'étiquette RFID avec une nouvelle structure de source de couplage est introduite. Les paramètres principaux sont pris en compte afin de réaliser une correspondance conjuguée. En outre, une largeur de bande d'impédance à large bande est obtenue et peut couvrir toute la bande de fréquence RFID. Les résultats simulés et mesurés sont présentés pour confirmer sa fonctionnalité.

Les antennes des tags conçues sont de taille comprimée, elles ont un coût faible et sont utilisables dans une diversité d'applications RFID.

Conclusion Générale

L'identification par radiofréquence (RFID) est une technologie en plein développement qui utilise les signaux RF pour l'identification automatique des objets. Bien que la RFID soit devenue très populaires ces dernières années, il subsiste un écart important en ce qui concerne la conception précise des étiquettes basée sur une application ou une utilisation spécifique, telle que les stocks, les vêtements, les produits pharmaceutiques, etc.

Le système RFID comprend généralement une étiquette RFID, un lecteur et un système d'application (ordinateur). Le tag RFID Constituées d'une puce électronique qui est placée au centre d'une antenne encapsulée ou imprimée. La valeur absolue de la partie imaginaire de l'impédance d'entrée de la puce est beaucoup plus grande que la partie réelle. Les performances de l'étiquette RFID reposent principalement sur l'état d'appariement conjugué entre la puce et l'antenne. Une conception d'antenne réussie doit satisfaire à une condition d'adaptation d'impédance conjuguée.

La première partie de cette mémoire était consacrée à un état de l'art sur la technologie RFID, ainsi nous exposons des différentes propriétés fondamentales des antennes utilisées dans le système RFID.

La seconde partie, les différentes techniques d'adaptation antenne-puce et de miniaturisation avec les processus de conception ont été exposées. Enfin, les résultats de simulation d'antenne d'étiquette ont été traités.

Perspectives

En perspectives, nous envisageons de passer à la conception des antennes lecteur RFID, avec différentes polarisation. Aussi concevoir le système RFID global et étudier en particulier la partie récupération d'énergie.

Références

- [1] Barthe Frédéric, «RFID : Quelles perspectives pour la chaîne logistique amont ? », Mémoires de fin d'études, Année 2005-2006.
- [2] Y. Sanogo, « Réalisation à l'aide d'une plateforme ni pxi-e d'un lecteur RFID reconfigurable pour des applications en milieux hostiles », mémoire présenté à l'université du Québec à Trois-Rivières comme exigence partielle de la maîtrise en Génie Électrique, Novembre 2016.
- [3] F.Z.Maarouf « étude et conception d'antennes imprimées pour Identification Radio Fréquence RFID UHF », Thèse de Doctorat en Télécommunication, UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID – TLEMCEM, 2013.
- [4] Arnaud VENA thèse, « Contribution au développement de la technologie RFID sans puce à haute capacité de codage », Thèse de Doctorat, UNIVERSITÉ DE GRENOBLE, le 28 Juin 2012.
- [5] S.Aryal, «Integrating camera recognition and RFID system for assets tracking and warehouse management », These Degree Program in Industrial Management , Programme De Licence En Gestion Industrielle, CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, YLIVIESKA UNIT , April 2012.
- [6] Bob Violino, The History of RFID Technology, RFID Journal disponible à : <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338/>.
- [7] K. AHSAN, H.SHAH et P.KINGSTON, «RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study », Faculty of Computing, Engineering & Technology Staffordshire University, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, Issue 1, No. 3, January 2010 .
- [8] <https://www.connectwave.fr/techno-appli-iot/rfid/fonctionnement-dun-systeme-rfid/>.
- [9] « A Basic Introduction to RFID Technology and its use in the supply chainLaran RFID white paper », <http://www.primtronix.com/library/assets/public/case-studies/rfid-laran-white-paperenglish.pdf>.
- [10] P. KATAMBA,« technologie rfid (radio fréquence identification) : concepts et stratégie de mise en œuvre », mémoire pour l'obtention du grade de maître es sciences (m. se.), faculté des sciences et de génie université Laval Québec, 2007.
- [11] I.Belkacem, «Analyse des données d'un système RFID en vue de sa sûreté de fonctionnement», Mémoire Master, Université Es-Sénia Oran - Faculté des Sciences Département Informatique.
- [12] R.Kheddam, «Approches logicielles de sûreté de fonctionnement pour les systèmes RFID», Thèse Doctorat, UNIVERSITÉ DE GRENOBLE Spécialité Informatique, le 09 avril 2014.

- [13] F.Z. GOURARI, «Etude et conception d'antennes RFID UHF – modèle électrique et miniaturisation», THESE DE DOCTORAT, Université de Tlemcen faculté de technologie département de télécommunications, en Novembre 2018.
- [14] N.C. Karmakar, «Handbook of Smart Antennas for RFID Systems», John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2010.
- [15] H. Lehpamer, «RFID Design Principles», Norwood, MA: ARTECH HOUSE, INC., 2008.
- [16] T. Huault, « SystèmeRfid », Master Recherche Optique Et Radio Fréquence, 2006.
- [17] J-P. HAUET, «L'IDENTIFICATION PAR RADIOFREQUENCE (RFID) – TECHNIQUES ET PERSPECTIVES», <https://www.researchgate.net>.
- [18] A. Sawadi, « An RFID Directional Antenna for Location Positioning » ,A Thesis Submitted to the Faculty of Graduate Studies through Electrical and Computer Engineering in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Applied Science at the University of Windsor, Ontario, Canada, 2012.
- [19] «La RFID comme outil de paiement» [En ligne]. Disponible sur : <https://www.journaldunet.com/solutions/cloud-computing/1039384-rfid-10-applications-qui-montent>
- [20] S. ZIANI-KERARTI, O. KADI, «étude et conception d'un system de présence automatique par RFID », Mémoire Master en électronique, UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEN FACULTÉ DE TECHNOLOGIE.
- [21] « Library RFID System » [En ligne]. Disponible sur: <http://www.rfid-library.com/>
- [22] A.A Wani, G. Mushtaq, « A Survey on NFC (Near Field Communication) and FFC (Far Field Communication) With Respect To RFID (Radio Frequency Identification) for Next Generation Network Infrastructure », International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), April 2016.
- [23] M.AMMARI, Z. MADJI, « Conception d'un TAG UHF-RFID à Haut Gain», Mémoire Master, Université Abderrahmane MIRA- Béjaïa, 2017.
- [24] A. GHIOTTO, « CONCEPTION D'ANTENNES DE TAGS RFID UHF, APPLICATION A LA REALISATION PAR JET DE MATIERE», Thèse de Doctorat, Institut polytechnique de Grenoble, Novembre 2008
- [25] F.A.Belainine, M.A.Salmi, «Etude de la miniaturisation des antennes par repliement Application pour la conception d'une antenne 2.4 GHZ», Mémoire de Master en Système Télécommunications, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 2014.

[26] A. Berkat, « Conception et Réalisation d'Antennes Miniatures Isotropes dans les Bandes C et ISM », Thèse Doctorat, UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID, TLEMCEN FACULTE DE TECHNOLOGIE, Mai 2014.

[27] Hafedh Ben Ibrahim Gaha, «Analyse et conception des antennes fractales – Application aux télécommunication large bande», Thèse pour obtenir le titre de Docteur de l'Institut National Polytechnique de Toulouse (France) et de Docteur de l'Ecole National d'Ingénieurs de Tunis de l'Université Tunis EL-MANAR, Juillet 2007

[28] C.A. Balanis, "Antenna Theory– Analysis and Design", John Wiley & Sons, 3rd edition, 2005.

[29] S. AZZAZ RAHMANI, «ANALYSE ET CONCEPTION DES ANTENNES IMPRIMEES MULTIBANDES EN ANNEAUX CONCENTRIQUES POUR LES RESEAUX DE TELECOMMUNICATIONS», THESE DE DOCTORAT, Université Abou BakrBelkaid–Tlemcen Faculté de Technologie, Juillet 2013.

[30] S.Melihi, T. Fengal, «Antenne de Téléphonie mobile, caractérisation et optimisation», Mémoire Master, Université ABDERRAHMANE MIRA-Bejaia, 2016.

[31] I.BEN TRAD, «Antennes Agiles pour les Télécommunications Multistandards», Thèse pour obtenir le titre de DOCTEUR DE L'INSA DE RENNES de l'Université européenne de Bretagne et de DOCTEUR DE LA FST de l'Université de Tunis El Manar, octobre 2014.

[32] Yu-Ming Lee, Shuming T. Wang, Hsien-ChiaoTeng, and ShenCherng, "A Functional Microstrip Circuit Module For Annular Slot Antenna", Progress In Electromagnetics Research, Vol. 136, pp255-267, 2013.

[33] S. DRABOWITCH, A. PAPIERNIK, H.D. GRIFFITHS, J. ENCINAS and B.L. SMITH, «Modern Antennas» 2nd edition, Springer P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands.

[34] Munam Butt, «Systemization of RFID Tag Antenna Design Based on Optimization Techniques and ImpedanceMatchingCharts», Thèse du diplôme de maîtrise en sciences appliquées au génie électrique et informatique, Ecole d'ingénieurs Université d'Ottawa Canada, avril 2012.

[35] M.B. Eunni, «A Novel Planar Microstrip Antenna Design for UHF RFID», Thèse Master, Madras University, India, May 2004.

[36] ATTI Bakouche, MEKAOUCHE Magdouda, «L'effet des caractéristiques de l'antenne patch sur sa directivité », Mémoire master, Université A. Mira de Béjaïa ,2014.

[37] A. Ghiotto, T.P. Vuong, E. Perret, S. Tedjini, «Conception et Miniaturisation des Antennes RFID UHF», JOURNÉES SCIENTIFIQUES DU CNFRS " NANOSCIENCES ET RADIOÉLECTRICITÉ", PARIS, 20 ET 21 MARS 2007.

[38] G. Marrocco, "The art of UHF RFID antenna design: impedance-matching and size reduction techniques," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 50, no.1, pp.66-79, February 2008.

[39] d.dobkin "the rf in rfid passive uhf rfid in practice : elsevier,"2008

[40] Ahmed M. A. Salama, «Antennas of RFID Tags», Collège de génie électronique Université de Mossoul Irak, Source: Principes et applications de l'identification par radiofréquence, Méthodes de conception et solutions, ouvrage publié par: Cristina Turcu, ISBN 978-953-7619-72-5, p. 324, février 2010, INTECH, Croatie, téléchargé de SCIYO.COM

[41] MAHESHW ARI SNEHA S, PRAMOD J.DEORE, JAGADISH B. JADHA V, «MEANDERING DIPOLE ANTENNA FOR PASSIVE UHF RFID APPLICATION», International Journal of Advances in Electronics and Computer Science, ISSN: 2393-2835 Volume-2, Issue-8, Aug.-2015.

[42] Evanaska Maria Barbosa Nogueira, «Conception d'un système d'antennes pour la localisation en temps réel avec réseau de capteurs sans fils », THÈSE Doctorat, UNIVERSITÉ DE GRENOBLE, 13.12.2013.

[43] Delphine Béchevet, « Contribution au développement de tag RFID UHF et Microondes sur matériaux plastiques », Thèse Doctorat, Institut national polytechnique de Grenoble, 09/12/2005.

[44] ING. ROBERTO LEYVA HERNÁNDEZ, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ANTENA FRACTAL MULTIBANDA PARA APLICACIONES DE SENSOR ELECTROMAGNÉTICO», these master en sciences en ingénierie électrique, ÉCOLE SUPÉRIEURE DE GÉNIE MÉCANIQUE ET ÉLECTRIQUE ADOLFO LÓPEZ MATEOS UNITÉ PROFESSIONNELLE, MEXIQUE, 2016.

[45] SEFA KALAYCI, «DESIGN OF A RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) ANTENNA», mémoire Master, ECOLE GRADUATE DES SCIENCES NATURELLES ET APPLIQUEES DE L'UNIVERSITE TECHNIQUE DU MOYEN-ORIENT, Mai 2009.

[46] A.Ghiotto, Tan-Phu Vuong, Smail Tedjini et Mustapha C. E. Yagoub, «Conception d'une Antenne de Tag RFID UHF Passif», 15èmes Journées Nationales Microondes 23-24-25 Mai 2007 Toulouse.

Abréviations

Auto-ID	Automatic identification
IFF	Identification friend or foe
LF	Low frequency
HF	Haut Frequency
UHF	Untra Haut Frequency
MIT	Massachusetts Institute of Technology
EPC	Electronic Product Code
ISO	International Organization for Standardization
RF	Radio Frequency
RTF	Reader Talk First
TTF	Tag Talk First
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
CST	Computer Simulation Technology
IFA	Inverted-F Antenna
PIFA	Planar Inverted F-Antenna
PDA	Personal Digital Assistant
SRR	Split-Ring Resonators

Résumé

L'identification par Radio Fréquence est une technologie très prometteuse dans tous les domaines, son exploitation été commencée à des axes d'applications très variés : passeports biométriques, cartes de crédits, badges sécurisés, systèmes de stock sécurisés et identification.

Le fonctionnement des étiquettes d'identification par radiofréquence (RFID) commerciales est essentiellement limité par les procédés actuels utilisés pour la conception de l'antenne des étiquettes. Actuellement les techniques industrielles sont intrinsèquement dépourvues de base électromagnétique reposent sur l'identification de l'application des étiquettes RFID et la construction de prototypes d'antennes de différentes configurations pour des exigences minimales de portée et ne permettent pas de fournir une solution à faible coût au processus de conception d'antenne par étiquette.

Les caractéristiques de performances des étiquettes RFID (plage de lecture, adaptation d'impédance d'antenne puce) peuvent être très complexes, Il est possible d'obtenir une conception complète de l'antenne de l'étiquette RFID grâce à une approche électromagnétique visant à réduire la taille et le coût global du système RFID.

L'objectif principal de ce sujet de master est l'adaptation d'antenne tag RFID, une étude détaillée sur le système RFID est exposé, nous avons donnés quelque définitions des paramètres d'antennes, mettant en évidence des technique d'adaptation d'impédance, de la miniaturisation et les processus de conception ainsi une simulation d'antenne tag RFID.

Mots clés: RFID "Identification par radiofréquence", tag, puce RFID, conception d'antenne RFID, adaptation d'impédances, miniaturisation, Boucle à couplage inductif.

Abstract

Radio Frequency Identification is a very promising technology in all areas. Its operation starts with a wide range of applications: biometric passports, credit cards, secure badges, secure stock systems and identification.

The operation of commercial radio frequency identification (RFID) tags is essentially limited by current methods used for the design of the tag antenna. Currently industrial techniques are inherently free of electromagnetic base, rely on the identification of the application of RFID tags and the construction of prototypes of antennas of different configurations for minimum range requirements and do not provide a low-cost solution cost to the antenna design process per tag.

The performance characteristics of RFID tags (read range, antenna impedance matching chip) can be very complex; it is possible to obtain a complete design of the RFID tag antenna through an electromagnetic approach aimed at to reduce the size and overall cost of the RFID system.

The main objective of this master subject is the adaptation of RFID tag antenna, a detailed study on the RFID system is exposed; we have given some definitions of antenna parameters, highlighting adaptation technique of impedance, miniaturization and design processes as well as an RFID tag antenna simulation.

Keywords: RFID (Radio Frequency Identification), tag, RFID chip, RFID antenna design, impedance matching, miniaturization, inductive coupling loop.

ملخص

يعتبر تحديد الترددات الراديوية تقنية واعدة للغاية في جميع المجالات ، وقد بدأ تشغيلها مع مجموعة واسعة من التطبيقات: جوازات السفر البيومترية وبطاقات الائتمان والشارات الأمنية وأنظمة الأوراق المالية الأمنية وتحديد الهوية.

يقتصر تشغيل علامات تحديد الترددات الراديوية التجارية (RFID) بشكل أساسي على الطرق الحالية المستخدمة لتصميم هوائي الوسم. التقنيات الصناعية حاليًا خالية بطبيعتها من قاعدة كهرومغناطيسية ، وتعتمد على تحديد تطبيق علامات RFID وبناء نماذج أولية من الهوائيات بتكوينات مختلفة لمتطلبات المدى الأدنى ولا توفر حلاً منخفض التكلفة لعملية تصميم الهوائي لكل علامة.

يمكن أن تكون خصائص أداء علامات RFID (مدى القراءة ، رقاقة مطابقة مقاومة الهوائي) معقدة للغاية ، فمن الممكن الحصول على تصميم كامل لهوائي علامة RFID من خلال نهج كهرومغناطيسي يهدف إلى تقليل الحجم والتكلفة الإجمالية لنظام RFID .

الهدف الأساسي من هذا الموضوع الرئيسي هو تكييف هوائي بطاقة RFID، دراسة مفصلة على نظام RFIDمكتشف، لقد قدمنا بعض التعريفات لمعلمات الهوائي، مع إبراز تقنية التكييف عمليات المقاومة والتصغير والتصميم وكذلك محاكاة هوائي بطاقة RFID.

كلمات البحث : RFID (تحديد الهوية بترددات الراديو)، العلامة، رقاقة RFID ، تصميم هوائي RFID ، مطابقة مقاومة، التصغير ، حثي حلقة اقتران.