

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
UNIVERSTE KASDI-MERBAH OUARGLA

Faculté des nouvelle technologies de l'information et de la communication
Département d'électronique et de télécommunication



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Télécommunication

Spécialité : Systèmes des télécommunications

Présenté par :

Narbi Riad

et

Hadjadj Rima

Thème :

**Etude et Conception d'une Antenne RFID à
Méandre**

Soutenu publiquement

Le : 12/06/2022

Devant le jury :

M ^{me} . LOUAZENE hassiba	MCB	Présidente	UKM Ouargla
Mr. BELHEDRI abdelkarim	MAA	Encadreur/rapporteur	UKM Ouargla
Mr. MKIMEH Boualem.	MCA	Examineur	UKM Ouargla
Mr. CHERGUI abdelhakim	MAB	Invité	UKM Ouargla

**Année universitaire :
2021 /2022**

Remercîment

Nous remercions d'abord Dieu qui nous a donné la force et le courage d'accomplir cet humble travail.

Nous tenons à remercier notre encadrant :**Dr. BELHEDRI abdelkarim** est maître de conférences de première classe à l'Université Kasdi Merbah pour sa patience et son soutien continu pour nous fournir un bon environnement de travail et un contrôle qualité.

Nous adressons nos remerciements à **Mme. LOUAZENE hassiba** de l'Université de Kasdi Merbah, Ouargla, pour avoir accepté de présider ce comité d'encadrement.

Nous remercions également **Mr. MKIMEH Boualem** de l'Université Kasdi Merbah de Ouargla, d'avoir accepté la discussion de ce travail par le jury estimé.

Enfin, nous tenons également à remercier nos chers amis et collègues et tous ceux qui ont aidé de près ou de loin afin pour mener à bien ce travail, nous remercions tous nos professeurs du département des communications et de l'électronique à l'université Kasdi Merbah - Ouargla, sans oublier de transférer tous les enseignants qui ont contribué à notre formation de l'école primaire aux études universitaires.

Dédicace

AVANT TOUT JE DIS EL HAMDYOU LILLAH QUI M'A AIDÉ À TERMINER CE TRAVAIL. JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À TOUS LES GENS QUE JE CONNAIS ET À TOUS CEUX QUI ME SONT TRÈS CHERS :

A MES CHERS PARENTS

QUE JE RESPECTE BEAUCOUP, CAR ILS M'ONT TOUT DONNÉE ET AISÉE DANS MA VIES PERSONNEL ET PROFESSIONNEL ET JE SOUHAITE QUE JE REMBOURSE TOUS CE SACRIFICES.

A MA PETITE FAMILLE

A MES FRÈRES CHACUN PAR SON PROPRE NOM SURTOUT, MERCI POUR L'AIDÉ, MERCI POUR L'ENCOURAGEMENT ET MERCI POUR TOUT.

A TOUS MES AMIS ET COLLÈGUES.

A TOUS MES PROFESSEURS QUI M'ONT ENCADRÉ TOUT AU LONG DE MON CURSUS UNIVERSITAIRE.

Narbi Riad

Dédicace

A MA CHÈRE MÈRE ET MON CHER PÈRE QUI SONT LA JOIE DE MA VIE ET QUI ME PROCURENT TANT DE SOUTIEN, D'AMOUR ET D'AFFECTION; MA MOINDRE RÉUSSITE EST LE FRUIT DE LEURS SACRIFICES, DÉVOUEMENTS ET PERSÉVÉRANCES; JE LEURS DÉDIE CE TRAVAIL EN SIGNE DE SINCÈRE RECONNAISSANCE ET DE GRATITUDE ÉTERNELLE.

A MES CHÈRES SOEURS, ET MES CHERS FRÈRES, JE VOUS AIME DE TOUT MON COEUR, JE VOUS SOUHAITE UNE VIE PLEINE DE JOIE, DE BONHEUR ET DE RÉUSSITE DANS VOS ÉTUDES.

A TOUS LES MEMBRES DE MA BELLE FAMILLE QUI ONT TOUJOURS ÉTÉ AFFECTUEUX ET SERVIABLES. EN TÉMOIGNAGE DE MON AMOUR, JE VOUS SOUHAITE LA BONNE SANTÉ.

A TOUTES MES FIDÈLES AMIES POUR LEURS AIDES ET LEURS ENCOURAGEMENTS.

A TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ À MA FORMATION, À TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS.

QUE CE TRAVAIL SOIT L'EXPRESSION DE MA VIVE GRATITUDE ET DE MON PROFOND ATTACHEMENT.

Rima hadjadj

Table des matières

Remercîment.....	I
Dédicace	II
Table des matières	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Nomenclature.....	X
Abréviation	XI
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Généralités sur les antennes RFID.....	3
1.1. Introduction.....	4
1.2. Définition.....	4
1.3. Principe de fonctionnement de la RFID	5
1.3.1. Emetteur.....	6
1.3.1.1. Antenne	6
1.3.1.2. Station de base.....	7
1.3.1.3. Système terminal	7
1.3.2. Récepteur	8
1.3.3. La puce.....	8
1.3.4. Les liaisons – transfert de données	9
1.3.4.1. Liaison montante	9
1.3.4.2. Liaison descendante	9
1.4. Les systèmes RFID	10
1.4.1. Fréquence de fonctionnement.....	10
1.4.2. Tag	11
1.4.2.1. Étiquette ou tag.....	11
1.4.2.2. Caractéristiques des tags et fréquences de fonctionnement	14
1.4.2.3. Tags sans puce.....	14
1.4.2.4. Architecture du Tag RFID UHF passif	15
1.4.3. Les systèmes RFID a couplage inductif	16
1.5. Réglementation et Normalisation	18
1.6. Domaines d’application de la technologie RFID.....	19

Table des matières

1.6.1. RFID dans l'Industrie automobile	19	
1.6.2. RFID dans le domaine médical.....	20	
1.6.3. RFID dans la Marine	21	
1.6.4. RFID et les documents d'identité	22	
1.6.5. RFID dans l'armée.....	22	
1.6.6. RFID dans les systèmes d'entreposage et de distribution	23	
1.7. Avantages et inconvénients de la technologie RFID	24	
1.7.1. Avantages.....	24	
1.7.2. Inconvénients	25	
1.8. Conclusion	25	
Chapitre 2 :	Notions fondamentales autour RFID	26
2.1. Introduction.....	27	
2.2. Mécanisme de travail	27	
2.3. Caractéristique de rayonnement.....	27	
2.3.1. Les régions du champ électromagnétique	27	
2.3.2. Diagramme de rayonnement.....	28	
2.3.3. Directivité et Gain.....	29	
2.3.4. La polarisation de champ.....	29	
2.4. Caractéristique de circuit	30	
2.4.1. Impédance d'entrée.....	30	
2.4.2. Coefficient de réflexion et coefficient de transmission	31	
2.4.3. Facteur de qualité et band passet	31	
2.4.4. Lecteurs à distance.....	32	
2.5. Le RFID a communication numérique	33	
2.6. Conclusion	34	
Chapitre 3 :	Stratégie de simulations et résultats	35
3.1. Introduction.....	36	
3.2. Définition du logiciel CST STUDIO SUITE.....	36	
3.3. Structure d'antenne et résultats avant adaptation	36	
3.3.1 Plan de masse et substrat	37	
3.3.2. L'élément rayonnant.....	37	
3.3.3. Antenne repliement du dipôle (ajout de méandre)	39	

Table des matières

3.4. Structure d'antenne et résultats après adaptation.....	43
3.5. Etude paramétrique et discussion	44
3.5.1. Effet des dimensions «w1» et « w2 » du t-match.....	44
3.5.2. Effet de l'épaisseur «h » du substrat.....	48
3.6. Conclusion	54
Conclusion générale.....	55
Bibliographies.....	56
Résumé	59

Liste des figures

Chapitre 1 : Généralités sur les antennes RFID

Figure 1. 1 principe de fonctionnement RFID.....	5
Figure 1. 2 Représentation schématique d'un système RFID.....	6
Figure 1. 3 Schéma fonctionnel du récepteur RFID	6
Figure 1. 4 Structure d'un tag RFID	8
Figure 1. 5 Spectre électromagnétique des radiofréquences	10
Figure 1. 6 Exemple de tag RFID UHF passif	12
Figure 1. 7 Exemple de tag RFID UHF semi-passif.....	13
Figure 1. 8 Exemple de tag RFID UHF active	13
Figure 1. 9 Principales caractéristiques des tags passifs RFID dans les trois bandes de fréquences les plus utilisées.	14
Figure 1. 10 Schéma fonctionnel d'un tag UHF RFID	15
Figure 1. 11 Schéma bloc front-end d'un tag UHF passif	15
Figure 1. 12 Schéma bloc de l'architecture d'un Tag RFID UHF	16
Figure 1. 13 Schéma explicatif d'un couplage Inductif	16
Figure 1. 14 Tag RFID LF	17
Figure 1. 15 Tag RFID HF	17
Figure 1. 16 Domaines d'applications de la technologie RFID	19
Figure 1. 17 Utilise d'RFID dans l'Industrie automobile	20
Figure 1. 18 Utilise de la RFID dans les soins de santé.....	20
Figure 1. 19 Utilisée la RFID dans la Marine	21
Figure 1. 20 Utilise de la RFID dans les documents d'identité	22
Figure 1. 21 Utilise de la RFID dans l'armée	23
Figure 1. 22 Utilise de la RFID dans les systèmes d'entrepotage et de distribution	24

Chapitre 2 : Notions fondamentales autour RFID

Figure 2. 1 Régions du champ électromagnétique d'une antenne	28
Figure 2. 2 Différent représentation du diagramme de rayonnement	28
Figure 2. 3 Antenne polarisée linéairement	29
Figure 2. 4 Antenne polarisée circulairement	30
Figure 2. 5 L'impédance modèle de circuit RFID.....	31
Figure 2. 6 Exemple d'une bande passante	32
Figure 2. 7 Illustration de la distance de lecture entre un lecteur RFID et un tag	33
Figure 2. 8 Capteur-RFID a communication numérique.....	33

Chapitre 3 : Stratégie de simulation et résultats

Figure 3. 1 Structure du plan de masse et du substrat. 37

Figure 3. 2 Structure du dipôle 38

Figure 3. 3 Coefficient de réflexion de l’antenne dipôle..... 39

Figure 3. 4 Structure de l'antenne dipôle avec méandre 40

Figure 3. 5 Coefficient de réflexion en dB. 40

Figure 3. 6 Impédance d’entrée simulée. 41

Figure 3. 7 Diagramme de rayonnement en 3D..... 42

Figure 3. 8 Gain réalise en 3D. 42

Figure 3. 9 Structure du T-match (circuit équivalent du T-match). 43

Figure 3. 10 La structure finale de l’antenne proposée 44

Figure 3. 11 Impédance d’entrée en fonction du paramètre $w1'$: (a) partie réelle, (b) partie imaginaire. 45

Figure 3. 12 Effet du paramètre $W1$ sur le coefficient de réflexion 46

Figure 3. 13 Impédance d’entrée en fonction du paramètre $w2'$: (a) partie réelle, (b) partie imaginaire avec $w1' = 4$ mm..... 47

Figure 3. 14 Effet du paramètre $W2$ sur le coefficient de réflexion avec $w1' = 4$ mm..... 48

Figure 3. 15 Impédance d’entrée en fonction du paramètre « h ». 49

Figure 3. 16 Coefficient de réflexion en fonction de paramètre h 50

Figure 3. 17 Diagramme de rayonnement en 3D..... 51

Figure 3. 18 Diagramme de rayonnement polaire de l'antenne 52

Figure 3. 19 Gain réalisé 3D 52

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Généralités sur les antennes RFID

Tableau 1. 1 Principales caractéristiques des bandes de fréquences dédiées à la RFID.....	11
--	-----------

Chapitre 3 : Stratégie de simulation et résultats

Tableau 3. 1 Dimensions de plan de masse.....	37
Tableau 3. 2 Dimensions d'un dipôle	39
Tableau 3. 3 Dimension du méandre	40
Tableau 3. 4 Dimensions du T-match	43
Tableau 3. 5 Résultats de simulation selon la variation du paramètre w_1'	46
Tableau 3. 6 Résultats de simulation selon la variation du paramètre w_2' avec $w_1' = 4$ mm.....	48
Tableau 3. 7 Résultats de simulation après installation de la puce	50
Tableau 3. 8 Distances de lecture en fonction du paramètre h.	53
Tableau 3. 9 Comparaison des conceptions précédentes avec l'antenne proposée.	53

Nomenclature

Nomenclature

Les symboles	Les désignations	Les unités
C	Coefficient de couplage	dB
$D(\theta, \varphi)$	Directivité de l'antenne lecteur dans la direction (θ, φ)	dB
$G(\theta, \varphi)$	Le Gain de l'antenne lecteur dans la direction (θ, φ)	dB
R	Résistance d'antenne	Ohm
T	Coefficient de transmission	W/m k
BW	Bande passante	Hz
D	La distance théorique de lecture	m
Gt	Le gain de l'antenne d'émission	dB
Gr	Le gain de l'antenne de réception	dB
Pr	La puissance collectée sur l'antenne de réception	W
λ	Longueur d'onde	m

Abréviation

AIDC	Automatic Identification and Data Captur
ASK	Amplitude-Shift Keying
BATs	Batterie Assisté Tags
CP-Reune	Région champ proche réactif
CP-Raune	Région champ proche radiatif
DSB-ASK	Double Side Band - Amplitude Shift Keying
EIRP	Equivalent isotropic radiated Power
HDX	half-duplex
HF	high frequency
IC	Circuit intégré
ISM	Industrielles scientifiques et médicales
PIE	Pulse Inversal Encoding
PR-ASK	Phase Reversal - Amplitude Shift Keying
PSK	Phase-Shift Keying
RF	Radio frequency
RFID	Radio fréquence Identification
RTF	Reader Talk First
SHF	Super-hautes fréquences
SB	Station de base.
SSB-ASK	Single Side Band - Amplitude Shift Keying
TBF	Très basses fréquences
UHF	Ultra haute fréquences
UCN	l'unité de contrôle numérique.

Introduction générale

Le système RFID est une technologie d'identification automatique qui exploite le rayonnement radiofréquence pour identifier les objets porteurs d'étiquettes lorsqu'ils passent à proximité d'un interrogateur [1].

Les premières applications à grande échelle de la technologie RFID (radio Frequency identification) ont vu le jour durant les années 90 pour l'identification des animaux, principalement les bovins et ovins, dans les systèmes de contrôle d'accès dans les immeubles ou les autobus, la logistique, ou encore pour la protection contre le vol. Les études de marché annoncent une utilisation accrue de cette technologie dans les années à venir et ce dans divers domaines de la vie courante [2].

Le principe de base du fonctionnement de la RFID est simple, il s'agit d'échanger des informations numériques à moyenne distance par radiofréquence. Ces informations devront être contenues dans un support de très petite taille et de très faible coût. Cette technologie offre la possibilité de faire de la lecture multiple (lecture de plusieurs objets simultanément) et la visibilité directe n'est pas nécessaire [3].

Le marché de la technologie RFID est en pleine expansion : 126 puces RFID sont vendues chaque seconde, soit 3,98 milliards d'étiquettes RFID par année. La bande de fréquence des tags RFID passifs la plus demandée sur le marché est de 860-960MHz. Cette bande comprend sous-bande UHF (902 à 928 MHz) [1].

Dans le premier chapitre, nous allons définir la technologie RFID et expliquer son principe de fonctionnement. Nous allons parler des différentes bandes radiofréquences, dont celle utilisée ou utilisable en RFID généralement et de la bande UHF particulièrement et encore sur les différents types de tags. Enfin nous donnons des exemples d'utilisations de RFID dans plusieurs différents domaines.

Dans le deuxième chapitre, nous allons présenter le mécanisme de travail et les principales notions sur les paramètres fondamentaux et enfin la différence entre le système RFID en communication analogique et numérique.

Introduction générale

Dans le troisième chapitre, nous allons concevoir une antenne tag RFID UHF à l'aide du simulateur "computer simulation technology (CST) " et nous allons adapter cette antenne avec une puce et enfin nous allons comparer cette antenne avec d'autres types des antennes de tag RFID.

Chapitre 1 :

Généralités sur les antennes RFID

1.1. Introduction

La technologie des puces sans fil sera expliquée, et cette technologie qui a commencé à se répandre récemment appelée RFID est souvent désignée comme la nouvelle tendance alors quelle est cette technologie, quelle est principe de fonctionnement, ses systèmes, ses utilisations et ses développements et nous citons les applications les plus intéressantes de cette technologie ? C'est ce que nous allons essayer de discuter et de clarifier ici.

1.2. Définition

Le terme « RFID », acronyme de l'expression anglo-saxonne Radio fréquence Identification » Identification (à l'aide d'ondes) Radiofréquences, elle fait partie des technologies d'identification automatique (AIDC, automatic Identification and Data Capteur), au même titre que le code à barres, la reconnaissance de caractères, la reconnaissance de formes, ou les cartes à pistes magnétiques [4].

C'est un terme générique qui désigne un vaste ensemble d'applications pour l'identification « d'objets » au sens large, d'en suivre le cheminement et de tirer des informations sur l'objet en question à distance grâce à une étiquette à radiofréquence, au moyen d'une communication par ondes radio, c'est-à-dire « sans- fil ».

Tout (personnes, objets, végétaux, etc.) est a priori identifiable et le terme « RF » couvre tous les types de liaisons « sans fil » ou « sans contact » réalisées à l'aide d'ondes électromagnétiques, des très basses fréquences (TBF) aux infrarouges et jusqu'à la lumière visible [4].

La technique d'identification la plus courante est le stockage d'un numéro de série dans une puce à laquelle est attachée une antenne d'émission / réception. L'ensemble puce-antenne est généralement appelé « étiquette RFID », Donc l'identification par radiofréquence (RFID) est une méthode pour stocker et récupérer des données à distance [2].

1.3. Principe de fonctionnement de la RFID

De manière générale, la RFID utilise des ondes électromagnétiques pour transmettre et recevoir des informations stockées dans un tag (également appelé étiquette ou transpondeur) vers ou depuis un lecteur (appelé aussi base station dont la fonctionnalité est non seulement de lire mais aussi d'émettre) [3].

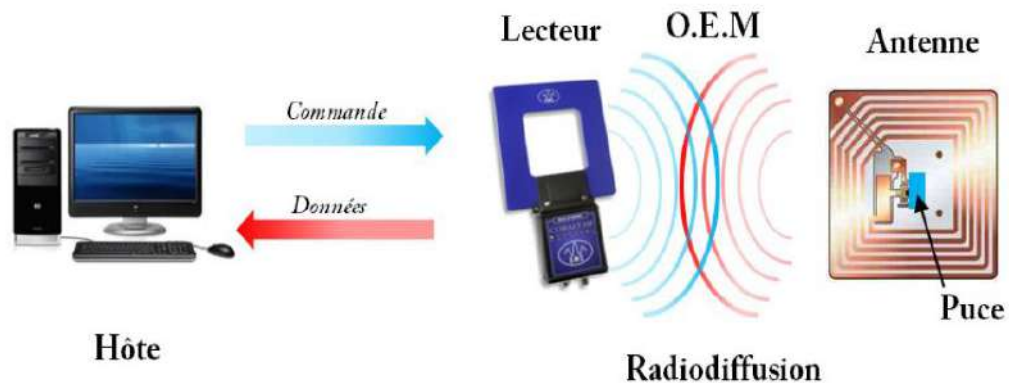


Figure 1.1 principe de fonctionnement RFID.

Un système RFID est toujours constitué de trois composants (voir Figure 1.1)

- L'élément déporté, situé sur l'objet à identifier, appelé communément en français étiquette ou transpondeur. En anglais : tag, label ou inlay.
- L'élément fixe, qui, selon la conception et la technologie utilisée, peut être un dispositif de lecture ou d'écriture / lecture. Cet élément est appelé interrogateur, lecteur RFID, modem ou station de base.
- Et d'un ordinateur, dit hôte, permettant d'avoir plus d'informations sur l'objet scanné, à l'aide d'un logiciel (ou une application) dédié. La figure.1.2 donne une représentation schématique du principe de fonctionnement décrit faisant aussi apparaître les deux liens radio: émetteur vers récepteur dit liaison montante, et récepteur vers émetteur dit liaison descendante. Le principe de fonctionnement d'un système RFID composé de l'émetteur et du récepteur [5].

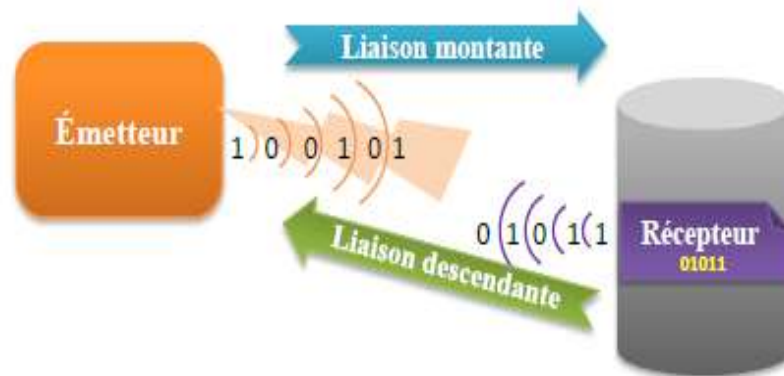


Figure 1. 2 Représentation schématique d'un système RFID.

1.3.1. Émetteur

L'émetteur ou lecteur est constitué des trois éléments suivants : une antenne, une station de base et un système hôte, (figure 1.3).

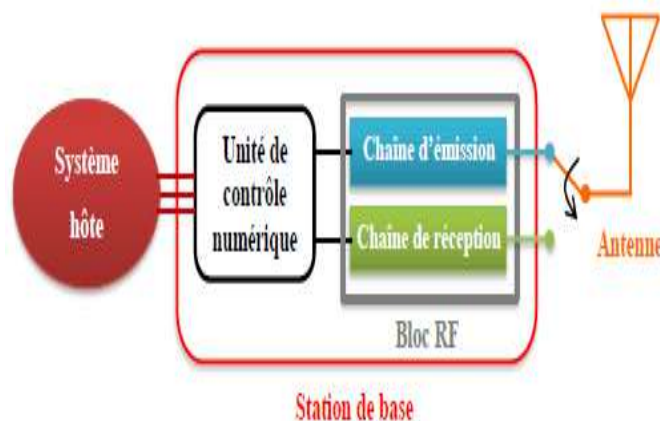


Figure 1. 3 Schéma fonctionnel du récepteur RFID

1.3.1.1. Antenne

Les antennes sont les conduits de communication de données entre l'étiquette et le lecteur.

La conception et le placement de l'antenne jouent un rôle important dans la détermination de la zone de couverture, de la portée et de la précision de la communication [6].

L'antenne d'étiquette est généralement fabriquée avec la puce d'étiquette sur la même surface et conditionnée en une seule unité. La figure 1.4 montre plusieurs configurations courantes d'étiquettes passives et d'antennes. Étant donné que la puce de l'étiquette peut être très petite, inférieure à 1 millimètre carré, la dimension de l'ensemble de l'emballage de l'étiquette est généralement déterminée par la taille en forme de l'antenne.

Les caractéristiques d'emballage de l'antenne du lecteur varient également considérablement en fonction des exigences de l'application. Dans certains cas comme les lecteurs portables, l'antenne est fabriquée directement sur le lecteur. Dans d'autres cas, plusieurs antennes peuvent être montées à distance d'un lecteur et positionnées stratégiquement pour améliorer la qualité et la portée des signaux radio [6].

1.3.1.2. Station de base

La station de base (SB) est le cœur du lecteur RFID. Elle transfère, traite, traduit les commandes et les informations reçues pour le système hôte. Les fonctions de base de la SB sont :

- Envoyer et fournir l'énergie RF pour réveiller le tag.
- Lire les informations stockées et/ou écrire de nouvelles informations dans le tag.
- Transmettre les informations reçues au système hôte et les commandes de celui-ci au tag.

L'architecture de la SB peut être divisée en deux blocs principaux : l'unité de contrôle numérique (UCN) et le bloc RF (figure 1.3). Le bloc RF contient la chaîne d'émission et la chaîne de réception des signaux RF. L'UCN est responsable du traitement des signaux numérisés [7].

1.3.1.3. Système terminal

Le système hôte est le système de contrôle responsable de la gestion de l'application à laquelle le système RFID est appliqué. Il s'agit du cerveau du système, l'endroit où les informations acquises par la SB seront intégrées dans la base de données. Le système hôte est aussi responsable du contrôle du réseau de toutes les SB qui lui sont connectées pour les applications pour lesquelles plusieurs lecteurs sont utilisés. Ce système peut se présenter sous la forme d'un logiciel intégré dans l'ensemble du lecteur ou d'une interface ordinatrice extérieure à la station de base et à l'antenne.

1.3.2. Récepteur

Le tag RFID est la « cible » du système et contient la clé, c'est-à-dire le code unique, qui permettra au lecteur d'identifier l'objet (ou la personne) auquel le tag est attaché. Le tag, dans sa configuration la plus classique, est composé d'une antenne et d'une puce électronique assemblées dans un même packaging semblable à une étiquette plastique avec un côté adhésif comme illustré du (figure 1.4).

L'antenne est responsable de la récupération de l'énergie RF qui sera transmise vers la puce lors de la liaison montante, et du renvoi d'une partie de cette énergie incluant les informations du tag lors de la liaison descendante [8].

- Le tag réalise trois fonctions principales.
- Récupérer l'énergie pour alimenter la puce.
- Acquérir les données envoyées par le lecteur.
- Renvoyer les informations demandées au lecteur.

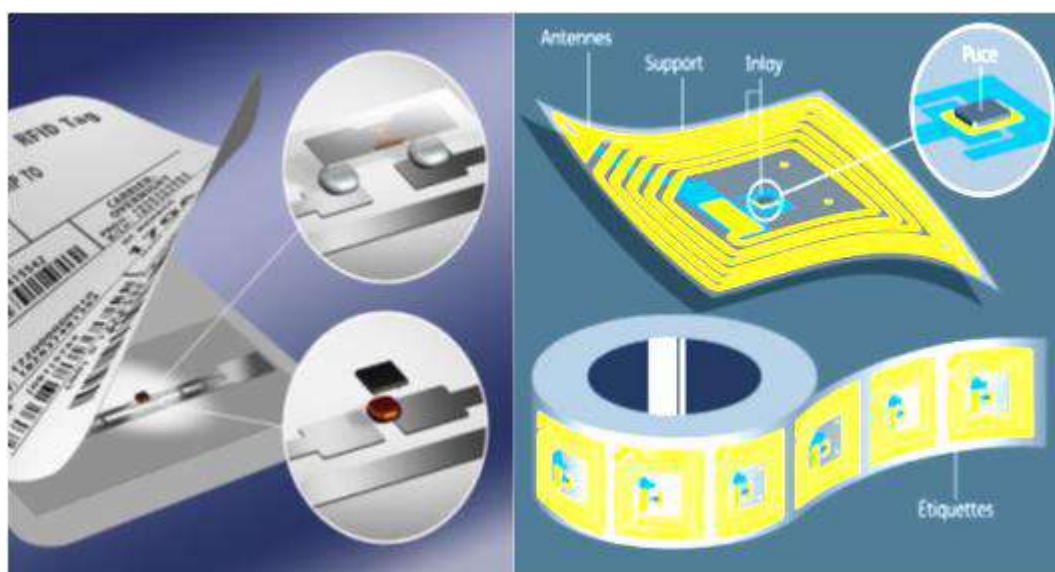


Figure 1. 4 Structure d'un tag RFID

1.3.3. La puce

La technologie RFID repose sur l'utilisation d'une puce qui est reliée à une antenne miniature. Cet ensemble constitue l'étiquette ou tag RFID.

La puce RFID contient des informations sur le produit ou l'étiquette est collée ou implantée. Elle sert donc à stocker ces données et à les transmettre au lecteur RFID via des ondes radio.

1.3.4. Les liaisons – transfert de données

Comme présenté dans la figure 1.2 et déjà évoqué, la communication de données dans l'air entre lecteur et tag est de type bidirectionnel ; le transfert de données se réalise dans les deux sens : du lecteur vers le tag – liaison montante et du tag vers le lecteur – liaison descendante. La communication, dans la majorité des cas, est initiée par le lecteur – « Reader Talks First » (RTF).

Dans le protocole RTF, le transfert de données est basé sur la procédure de communication appelé half-duplex (HDX).

Dans cette procédure, le transfert de données pendant la liaison descendante est alterné avec le transfert de données de la liaison montante [9].

1.3.4.1. Liaison montante

Le flux de données d'un système RFID démarre du système d'hôte qui définit quelles informations et quelles commandes doivent être transmises au tag. L'information numérique est traitée par l'UNC, où un type de système de codage défini par le lecteur est appliqué. Le type de codage généralement utilisé par le lecteur est le PIE (Pulse Inversal Encoding). Dans la liaison montante le lecteur envoie au tag à la fois de l'énergie et des commandes. L'énergie est fournie par la transmission d'un signal continu RF à une fréquence ou à une bande de fréquences donnée. Le lecteur envoie des commandes au tag en modulant le signal continu RF. Les exemples de modulations souvent utilisées par les lecteurs sont : DSB-ASK (Double Side Band - Amplitude Shift Keying), SSB-ASK (Single Side Band - Amplitude Shift Keying) et PR-ASK (Phase Reversal - Amplitude Shift Keying) [5].

1.3.4.2. Liaison descendante

Le tag communique ses informations à travers la technique de modulation de charge. Cette technique consiste à moduler le signal continu envoyé par le lecteur en modifiant l'impédance d'entrée de l'antenne du tag entre deux états. La modulation généralement utilisé par les puces du commerce peut être du type ASK (Amplitude-Shift Keying) ou PSK (Phase-

Shift Keying). Le choix du type de modulation est défini par le fabricant de la puce, tandis que le codage et le débit de données est établi par la station de base à partir de la commande Query [5].

1.4. Les systèmes RFID

Plusieurs critères peuvent être utilisés pour distinguer et caractériser les systèmes RFID [9], [10].

1.4.1. Fréquence de fonctionnement

La communication entre le tag et son lecteur se fait sur des plages de fréquences différentes et en fonction de trois paramètres importants : la distance entre le lecteur et l'étiquette, les normalisations internationales et les lieux d'utilisations, dans la partie haute de la figure 1.5, une représentation générale des différentes bandes radiofréquences dont celle utilisée ou utilisable en RFID.

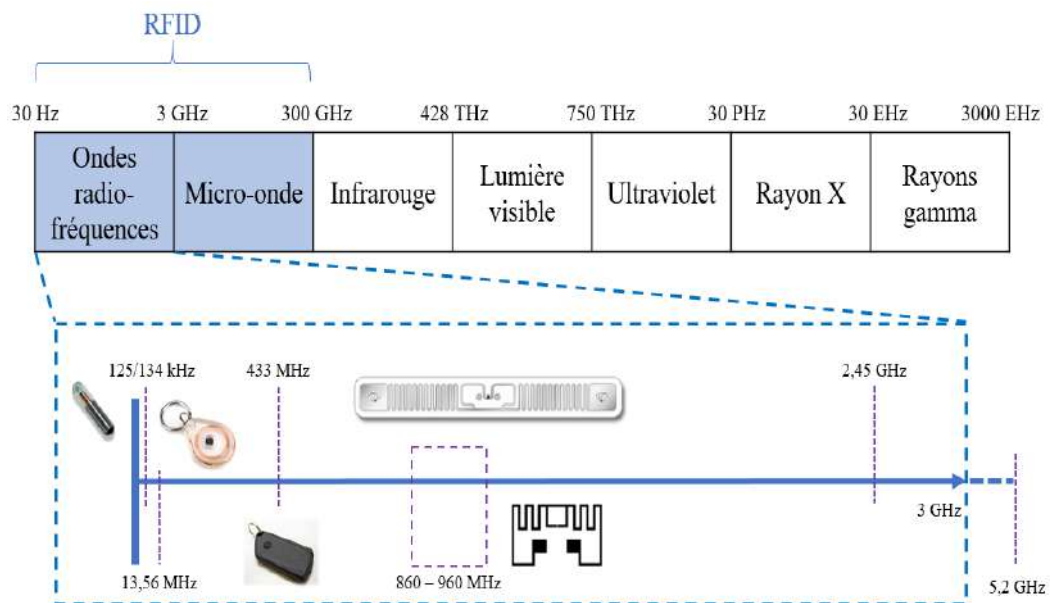


Figure 1. 5 Spectre électromagnétique des radiofréquences

La RFID utilise quatre plages de fréquences dans les bandes de fréquence radio sans licence dédiées aux applications industrielles scientifiques et médicales (ISM). Les ondes radio utilisées dans la RFID sont : les LF, les HF, les UHF, les super-hautes fréquences (SHF) ou microondes.

Tableau 1. 1 Principales caractéristiques des bandes de fréquences dédiées à la RFID.

Fréquence	< 135 KHZ LF	13.56 MHZ HF	433/860- 960MHz UHF	5.8GHz& 2.45GHZ SHF
Portée Maximum	0.5m	1m	3 à 6m	1m(passif)
Caractéristiques générales	- Tags relativement chers même par gros volumes ; - Faible dégradation des performances en milieu métallique ou liquide	- Tags moins chers que les tags LF ; - Bien adapté aux applications à courte portée ; -Fréquence unique dans le monde ; - Les plus utilisés actuellement.	- Tags moins chers que les tags HF et LF en gros volume; - Performances dégradées par rapport à la HF en milieu métallique ou aqueux ; - Adapté à la lecture en volume à longue distance	- Tag le plus cher due à la présence d'une source interne d'énergie (tag actif) ; - Très forte sensibilité aux métaux et liquides. - Liaison lecteur/ tag plus directive; - Échanges de données plus importants.

1.4.2. Tag

Plusieurs critères peuvent être utilisés pour classifier ou caractériser un tag RFID. Dans cette section les principaux sont rappelés.

Les tags RFID peuvent être différenciés entre eux selon le type d'alimentation qu'ils utilisent pour leur fonctionnement. Trois catégories sont possibles.

1.4.2.1. Étiquette ou tag

Les tags sont semblables aux codes à barres optiques, qui sont attachés à l'élément à identifier et qui stockent un unique identifiant dit ID. Les tags sont également appelés "émetteur-répondeurs. Ils se composent principalement de deux éléments : l'antenne et la puce

de circuit intégré. Dans certains cas, en fonction d'autres processus impliqués, ils peuvent servir ou être munis des capteurs environnementaux pour mesurer la température, l'humidité, et ainsi de suite.

➤ **Tags passives**

Elles sont passives parce qu'elles n'ont aucune source d'énergie embarquée pour leur fonctionnement. La puissance transmise par le lecteur est utilisée pour la mise sous tension de leur circuit et l'envoi du message de retour du tag au lecteur, cette catégorie de tag a une haute exigence en termes de quantité d'énergie fournie par l'antenne du lecteur. Ces étiquettes sont généralement moins chères et ont une durée de vie théoriquement infinie. Cependant, pour une même fréquence d'opération, ces tags ont une portée de lecture assez limitée par rapport à celle des tags actifs ; environ 60,96 cm à 6,096m [9], [11], [12].



Figure 1. 6 Exemple de tag RFID UHF passif

➤ **Tags semi-passives ou Batterie Assisté Tags (BATs).**

Les BATs ont une source d'alimentation à bord pour alimenter et maintenir en vie leur circuit intégré (IC), mais reportent aucun émetteur.

Ainsi, ils communiquent avec le lecteur par un couplage de rétrodiffusion. La portée de lecture peut aller jusqu'à 30,48m. En maintenant l'IC en vie, les Bats peuvent supporter les capteurs environnementaux dans les processus impliquant le contrôle de température, et ainsi de suite. En raison de l'absence de tout émetteur actif, ces balises ne contribuent pas à formation du bruit radio. Ces tags ont une plus grande capacité de mémoire que les étiquettes passives. Un inconvénient majeur d'une étiquette semi-passive est le fait que la durée de vie de l'étiquette est déterminée par la durée de vie de la batterie [13].

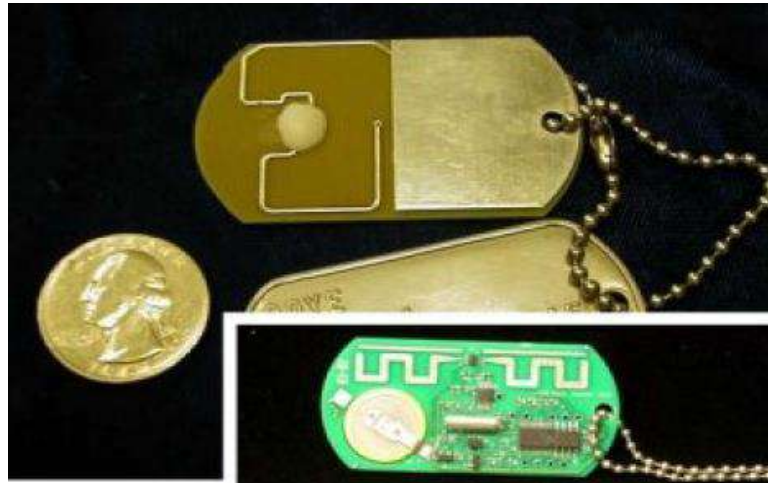


Figure 1. 7 Exemple de tag RFID UHF semi-passif

➤ **Tags actifs**

Cette catégorie de tag est dite active parce qu'elle porte une source interne d'énergie et un émetteur. La batterie fournit de l'énergie à la fois au circuit intégré et l'émetteur. En raison de la présence d'un émetteur, il n'est pas nécessaire de passer par couplage par rétrodiffusion pour transmettre les données. En fait, ce type de tag agit comme étant lui-même un interrogateur. Il offre la plus longue distance de lecture pouvant atteindre des kilomètres, en fonction de la batterie et l'émetteur. Ces étiquettes peuvent accepter localement des données provenant d'autres étiquettes/capteurs, les traiter, puis les diffuser. Ce qui fait leur force dans le processus de localisation en temps réel et au concept d'Internet des Objets.

Cependant, il s'agit aussi du type de tag RFID le plus cher sur le marché. En raison de la présence d'un émetteur embarqué, ces étiquettes contribuent en grande partie au bruit radio [13].

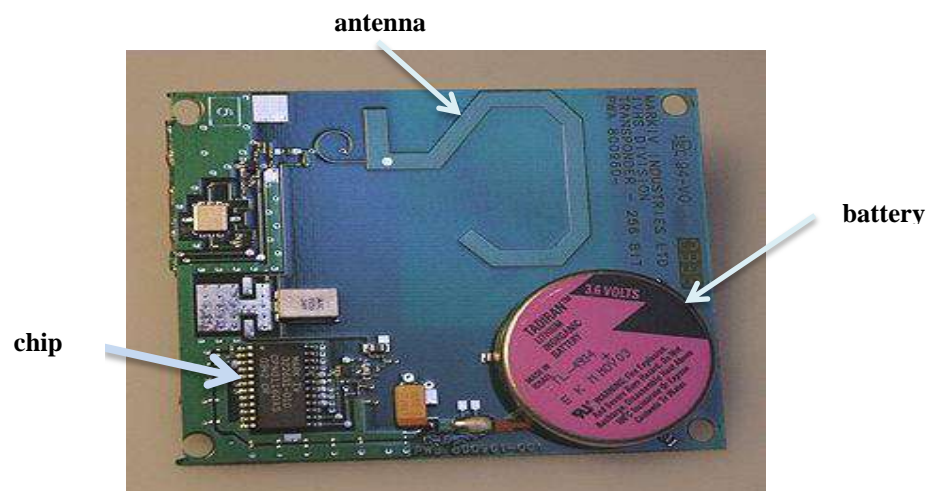


Figure 1. 8 Exemple de tag RFID UHF active

1.4.2.2. Caractéristiques des tags et fréquences de fonctionnement

La classification des tags RFID peut aussi se faire selon la fréquence de fonctionnement LF, HF, UHF ou SHF, pour laquelle puce et antenne sont configurées. Ce paramètre joue un rôle très important sur les caractéristiques principales du tag telles que la dimension, le taux de lecture de données et indirectement sur le type de couplage avec l'antenne du tag. L'antenne de type boucle est la plus utilisée pour les tags LF et HF tandis que l'antenne de type dipôle est privilégiée pour les fréquences UHF. La figure.1.9 présente quelques particularités des tags passifs dans les trois bandes de fréquence.

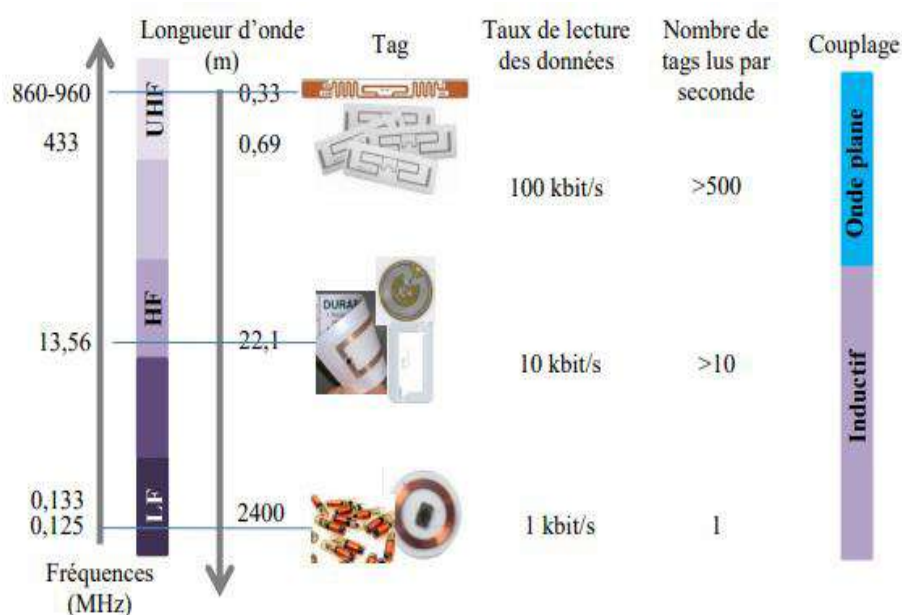


Figure 1. 9 Principales caractéristiques des tags passifs RFID dans les trois bandes de fréquences les plus utilisées.

1.4.2.3. Tags sans puce

Le principe de fonctionnement des tags sans puce est basé sur la signature électromagnétique de l'antenne du tag qui porte alors directement les informations d'identification. L'antenne est généralement conçue à partir de résonateurs planaires qui résonnent à des fréquences spécifiques impliquant ainsi une signature spectrale. En présence du signal envoyé par le lecteur, signal dans ce cas composé de multiples fréquences ou de type impulsion, le tag réfléchit plus ou moins les fréquences du signal reçu permettant au lecteur de décoder les informations envoyées par le tag à partir de ces changements [14].

1.4.2.4. Architecture du Tag RFID UHF passif

Un tag RFID UHF passif est constitué d'une antenne et d'une puce électronique. Cette dernière comprend une partie radiofréquence et une partie numérique [15]. Un schéma représentatif d'un tag UHF est illustré dans la figure 1.10.

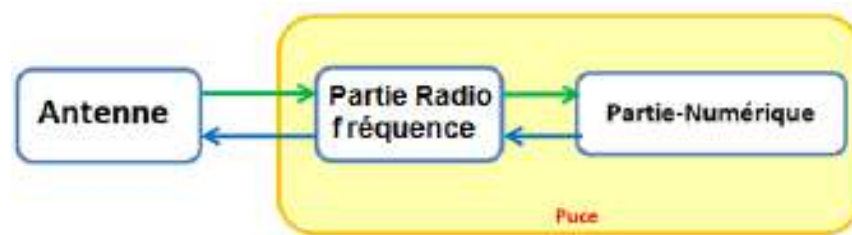


Figure 1. 10 Schéma fonctionnel d'un tag UHF RFID

➤ Architecture de la puce d'un Tag RFID

Comme le montrait la figure 1.11, la puce est constituée d'une partie numérique et d'une partie radiofréquence.

- La partie numérique
- La partie radiofréquence

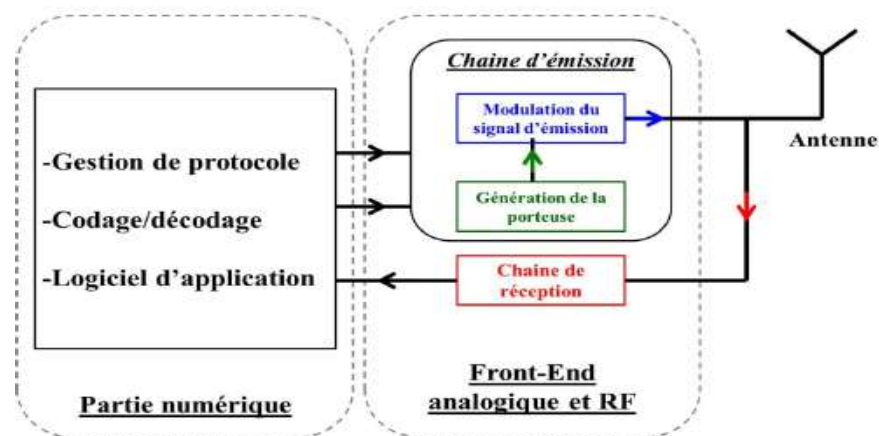


Figure 1. 11 Schéma bloc front-end d'un tag UHF passif

La fonction de récupération du signal requête transmis par le lecteur est généralement assurée par une chaîne de réception classique comprenant un démodulateur, un filtre en bande de base et convertisseur un analogique/numérique. Les fonctions de décodage et de traitement

de l'information sont réalisées en numérique, le plus souvent à l'aide d'un système logique simple [16]. Le type de démodulation utilisé est l'ASK (Amplitude Shift Keying).

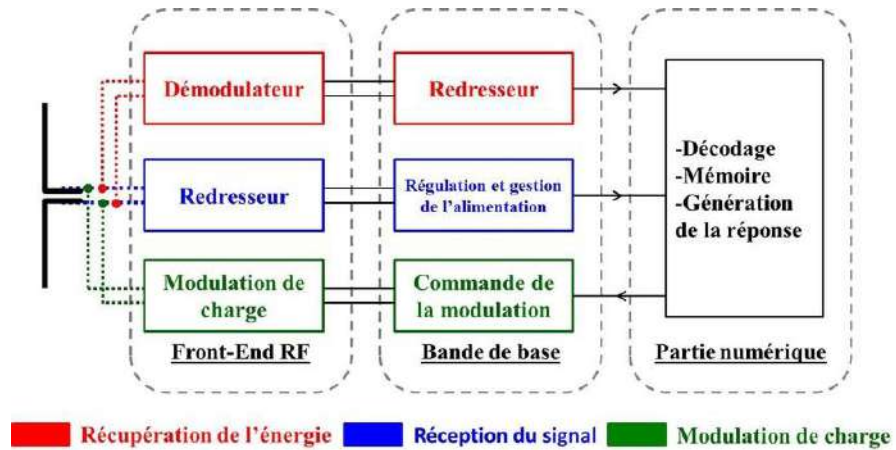


Figure 1. 12 Schéma bloc de l'architecture d'un Tag RFID UHF

1.4.3. Les systèmes RFID a couplage inductif

Ce type des systèmes est utilisé dans les courtes distances, il contient les systèmes LF et HF, leurs transpondeurs utilisent des antennes magnétiques, ils sont composés d'une bobine inductive d'inductance L qui joue le rôle d'une antenne, une puce contenant l'identification du tag qui permet de faire les opérations de communication, et d'une capacité C qui permet de faire résonner le circuit LC à la fréquence de travail [15].

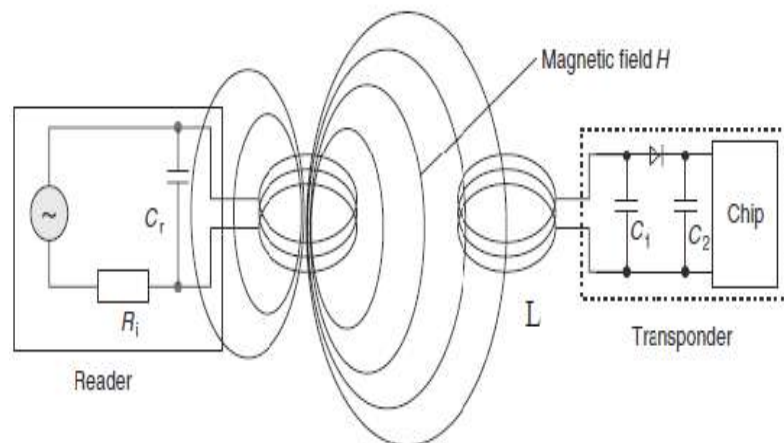


Figure 1. 13 Schéma explicatif d'un couplage Inductif

➤ Les systèmes LF

L'avantage principale de ces systèmes vient de l'aptitude des ondes BF à se propager à travers les tissus biologique donc sont utilisé généralement pour des applications médical ou vétérinaire.

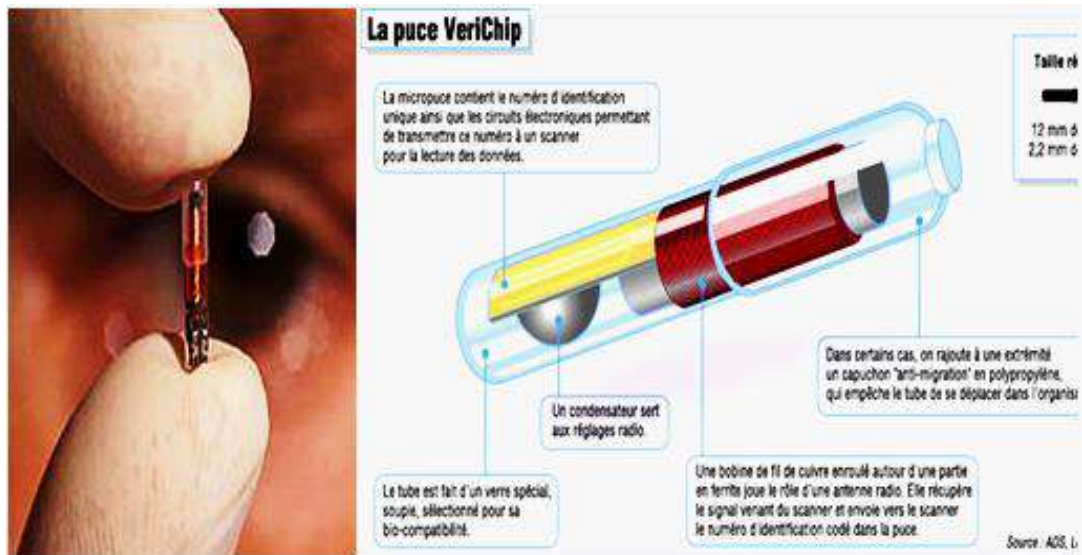


Figure 1. 14 Tag RFID LF

➤ Les systèmes HF

Les systèmes HF sont les plus utilisées, et présentent l'avantage de fonctionnement à des distances de l'ordre du mètre, et la bonne pénétration du signal à travers les obstacles grâce à la bande de fréquence utilisé.

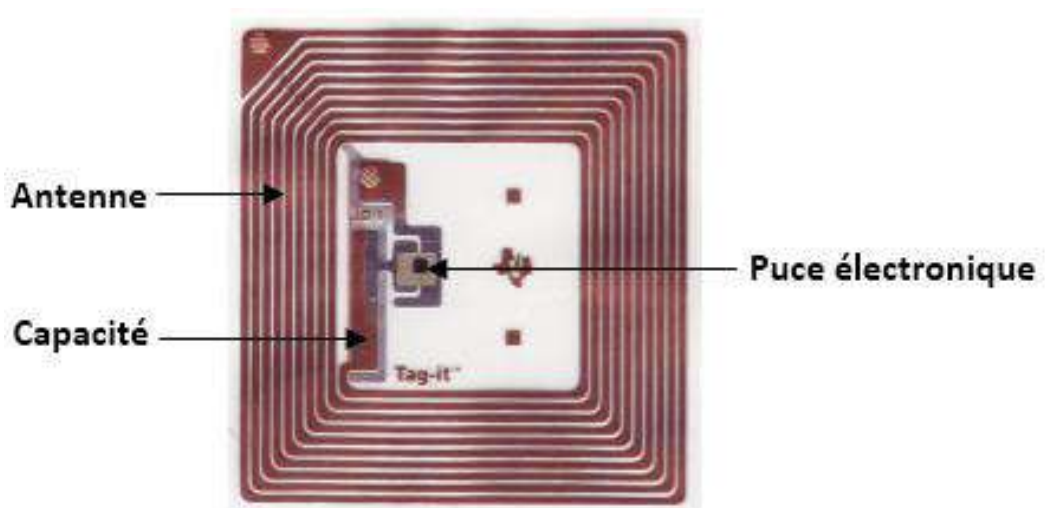


Figure 1. 15 Tag RFID HF

1.5. Réglementation et Normalisation

Le développement des normes en cours (notamment au niveau du test) sous l'impulsion des offreurs de solutions et des utilisateurs est nécessaire pour la maîtrise de cette technologie et le développement de son marché [16].

Ce développement vise à certifier le fonctionnement, l'interopérabilité et l'interchangeabilité des systèmes RFID et de ses composants.

L'ISO a définie plusieurs norme pour la RFID UHF passive:

- **les normes ISO/IEC 18000-63 et EPC Gen2v2** :définie La structure de la mémoire d'une puce RFID UHF passive
- **la norme iso 18000-1** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Architecture de références et définition des paramètres à normaliser.
- **la norme iso 18000-2** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Paramètres de communication d'une interface d'air à moins de 135 KHz
- **la norme iso 18000-3** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Paramètres de communication d'une interface d'air à 13.56 Mhz
- **la norme iso 18000-4** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Paramètres de communication d'une interface d'air à 2.45 GHz
- **la norme iso 18000-5** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Paramètres de communication d'une interface d'air à 5.8 GHz
- **la norme iso 18000-6** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Paramètres de communication d'une interface d'air entre 860 MHz et 960 MHz
- **la norme iso 18000-7** : RFID pour la gestion d'objet Partie 1 : Paramètres de communication d'une interface d'air à 433 MHz

1.6. Domaines d'application de la technologie RFID



Figure 1. 16 Domaines d'applications de la technologie RFID

1.6.1. RFID dans l'Industrie automobile

Les avantages que la RFID offre à l'industrie automobile, tant pour le processus de production que pour les utilisateurs finaux, sont la visibilité, la traçabilité, la flexibilité et une sécurité accrue. Le caractère unique de l'industrie - où il existe une grande variété de modèles avec de nombreuses spécifications et caractéristiques différentes, mais avec un volume modeste de composants individuels - rend les solutions RFID attrayantes pour les composants avancés et les pièces de suivi, la production flexible et rentable et la sécurité renforcée. Protection des véhicules.

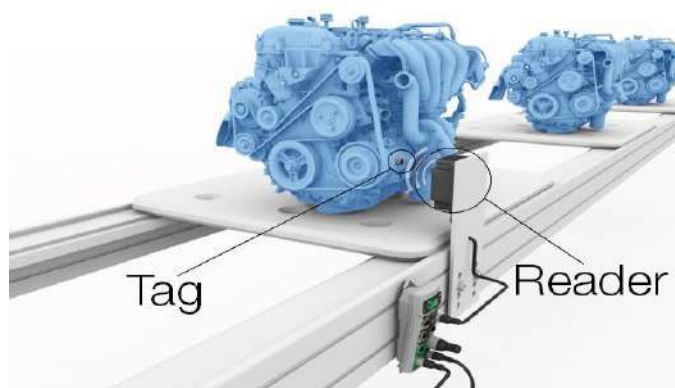


Figure 1. 17 Utilise d'RFID dans l'Industrie automobile

1.6.2. RFID dans le domaine médical

Le contrôle et la surveillance des patients peuvent également s'effectuer par le biais de puces RFID attachées ou implantées dans le corps humain de manière sous cutanée. C'est ce qu'a proposé la société Verichip, qui implante chez des patients volontaires des puces en vue d'assurer leur suivi médical ou lors de leur hospitalisation [17].



Figure 1. 18 Utilise de la RFID dans les soins de santé.

➤ Avantages de la RFID dans les soins de santé

- Les puces RFID ne nécessitent pas de visibilité directe.
- Étiquettes électroniques réutilisables actives et coûteuses.
- Identification automatique des biens, équipements, patients, etc. sans contact visuel.
- Contrôle de sécurité avec fonctions de suivi et de traçabilité [18].

1.6.3. RFID dans la Marine

La RFID est considérée comme une technologie indispensable dans le « port du futur ». La force de cette technologie réside dans la visibilité en temps réel qu'elle procure. Les terminaux maritimes ont toujours été à la recherche d'une technologie pour résoudre le problème classique du suivi des conteneurs et des tracteurs. La RFID peut aider à les localiser et fournir des données précises qui aident à coordonner leur déploiement. La technologie est également considérée comme un moyen de se conformer à diverses réglementations de sécurité après les événements du 11 septembre 2001. En fait, certains terminaux expérimentent déjà cette technologie. Par exemple, le port de Busan a déployé un système expérimental de suivi des conteneurs RFID pour améliorer la sécurité et l'efficacité de la manutention [18].

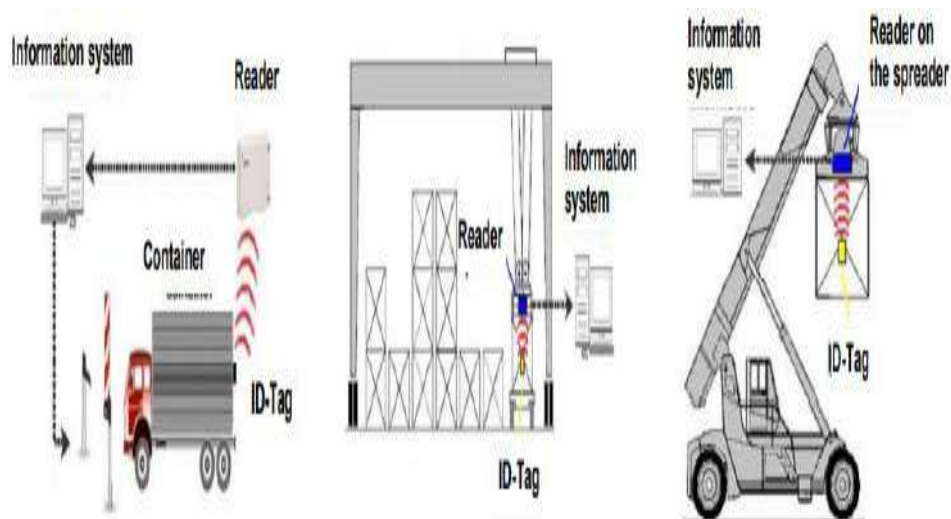


Figure 1. 19 Utilisée la RFID dans la Marine

➤ avantages de la RFID dans la Marine

La technologie RFID est explorée comme une solution pour améliorer le contrôle de la sécurité en raison d'un certain nombre d'attributs qui la rendent particulièrement adaptée, y compris un haut niveau de sécurité, une lecture sans visibilité directe, des lectures multiples à longue distance, des vitesses élevées, une grande quantité de données stockées dans une étiquette RFID de petite taille et fiabilité dans des environnements extrêmement difficiles [18].

1.6.4. RFID et les documents d'identité

L'identification des individus passe aussi par l'authentification des papiers d'identité comme dans la figure 1.20. La RFID est alors un moyen d'une part de s'assurer de la validité des documents, mais aussi de s'assurer que les informations contenues dans le passeport sont également sous forme de données numérique [17].



Figure 1. 20 Utilise de la RFID dans les documents d'identité

1.6.5. RFID dans l'armée

Les applications de la RFID dans l'armée et la défense peuvent être divisées en deux domaines principaux : liés à la logistique et liés au combat. L'application de la RFID dans les chaînes d'approvisionnement logistiques aide à ajouter de la visibilité aux données des articles à chaque nœud du réseau d'approvisionnement, permettant aux commandants de visualiser le mouvement des matériaux. Cela a été un problème difficile à résoudre avec les systèmes de suivi traditionnels comme le code-barres.



Figure 1. 21 Utilise de la RFID dans l'armée

➤ **avantages de la RFID dans l'armée**

L'application de la RFID dans la logistique n'est pas une nouveauté révolutionnaire ; le département américain de la Défense utilise la RFID active dans sa chaîne d'approvisionnement depuis près d'une décennie et a fourni avec succès aux commandants une visibilité en transit lors d'opérations majeures [18].

1.6.6. RFID dans les systèmes d'entreposage et de distribution

La technologie RFID peut faciliter l'automatisation de tous les processus manuels. Grâce à l'automatisation, la quantité de travail peut être réduite. Étant donné que le coût de la main-d'œuvre est une dépense d'exploitation majeure dans un entrepôt, sa réduction des coûts est significative. De plus, en éliminant l'erreur humaine après l'automatisation, la précision des données peut être améliorée. Cela réduit à son tour le coût de la reprise. L'utilisation de la RFID peut également accélérer le processus de traitement. Comme le temps de traitement est réduit, le débit global peut être amélioré. De plus, étant donné que les informations peuvent être programmées dans les étiquettes ou extraites des étiquettes à n'importe quel point de traitement tout au long de la chaîne d'approvisionnement, un processus de prise de décision plus dynamique est autorisé même sans un système central d'information de contrôle [18].



Figure 1. 22 Utilise de la RFID dans les systèmes d'entreposage et de distribution

➤ **avantages de la RFID dans les systèmes d'entreposage et de distribution :**

- Minimiser le coût de déplacement des marchandises dans l'entrepôt.
- Gardez une trace de tous les articles dans l'entrepôt correctement.
- Maximisez l'utilisation efficace de l'espace, de l'équipement et de la main-d'œuvre.
- Répondre aux demandes ou demandes des clients en temps opportun.

1.7. Avantages et inconvénients de la technologie RFID

Comme tous les autres systèmes, la technologie RFID contient des avantages et des Inconvénients dans ces petites lignes on va citer brièvement quelques-unes [19].

1.7.1. Avantages

- Détection automatisée d'objets identifiés.
- Grand volume de données par rapport aux autres systèmes.
- La sécurité d'accès au contenu.
- La souplesse dans le positionnement.
- Une moindre sensibilité aux conditions environnementales.
- Possibilité de mise à jour du contenu et la durée de vie des tags.

1.7.2. Inconvénients

- Le coût.
- L'interférence des ondes.
- La perturbation par l'environnement physique.
- La sensibilité aux ondes électromagnétique parasites.
- Les interrogations sur l'impact des radios-fréquences sur la santé.

1.8. Conclusion

On peut conclure que la technologie RFID permet de lire des informations sans contact et sans que l'objet soit visible, de mettre à jour l'information contenue, de supporter des températures importantes et d'assurer une lecture de masse, tout ce dont le code-barres est incapable.

Ce chapitre a permis d'avoir une idée sur cette technologie, qui présente le système d'identification .Le chapitre suivant est consacré à la description du mécanisme de travail de l'antenne RFID tag est son paramètre.

Chapitre 2 :

Notions fondamentales autour RFID

2.1. Introduction

L'antenne RFID généralement est un antenne tag et pour caractériser une antenne tag, il existe deux paramètres principaux à prendre en considération les paramètres du circuit et les paramètres du rayonnement et l'antenne RFID conduit un grand rôle en le communication numérique dans ce chapitre nous allons expliquer tout.

2.2. Mécanisme de travail

L'antenne, dans sa définition la plus générale, est la conversion d'une puissance électrique incidente en une puissance électromagnétique rayonnée dans une direction particulière. La RFID ou encore la Radio Fréquence Identification est une méthode permettant de mémoriser et récupérer des données à distance. Le système est activé par un transfert d'énergie électromagnétique entre une étiquette radio et un émetteur RFID. L'étiquette radio composée d'une puce électronique et d'une antenne reçoit le signal radio émis par le lecteur lui aussi équipé d'une technologie RFID. Les composants permettent à la fois de lire et de répondre aux signaux.

2.3. Caractéristique de rayonnement

2.3.1. Les régions du champ électromagnétique

L'espace entourant l'antenne est divisé en trois régions, en fonction du comportement des champs [20].

- **La région de champ proche réactif :** est la région immédiatement entourant une antenne. Dans cette région le champ réactif est dominant. Pour une petite antenne.
- **La région de Fresnel :** est une région intermédiaire entre la région de champ proche et la région de Fraunhofer. Si l'antenne a une dimension petite comparée à la longueur d'onde cette région peut ne pas exister. Dans cette région, la distribution du champ électromagnétique est dépendante de la distance par rapport l'antenne.
- **La région de Fraunhofer :** est définie comme étant la région ou le champ électromagnétique d'une antenne est indépendant de la distance par rapport à l'antenne.

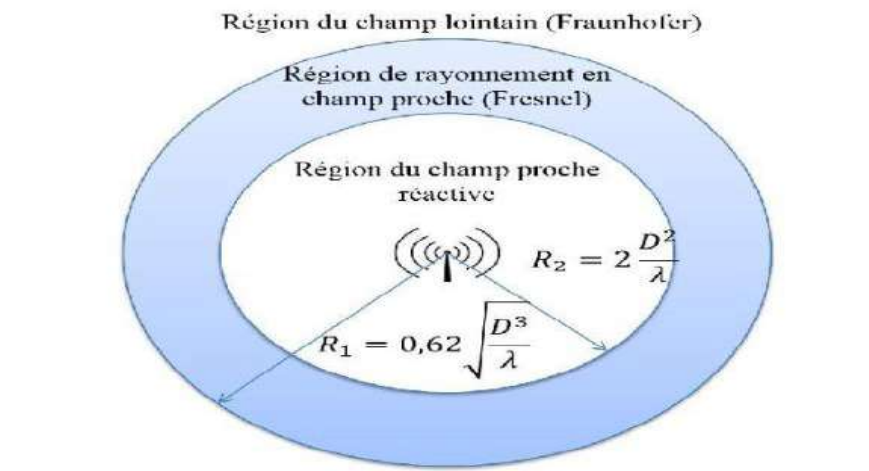


Figure 2. 1 Régions du champ électromagnétique d'une antenne

2.3.2. Diagramme de rayonnement

C'est la représentation graphique du rayonnement de l'antenne dans l'espace. Il est déterminé en région lointaine et varie en fonction des coordonnées directionnelles (θ, φ) , ce diagramme peut être représenté sur un plan en coordonnées cartésiennes, polaire ou bien dans l'espace à trois dimensions [21].

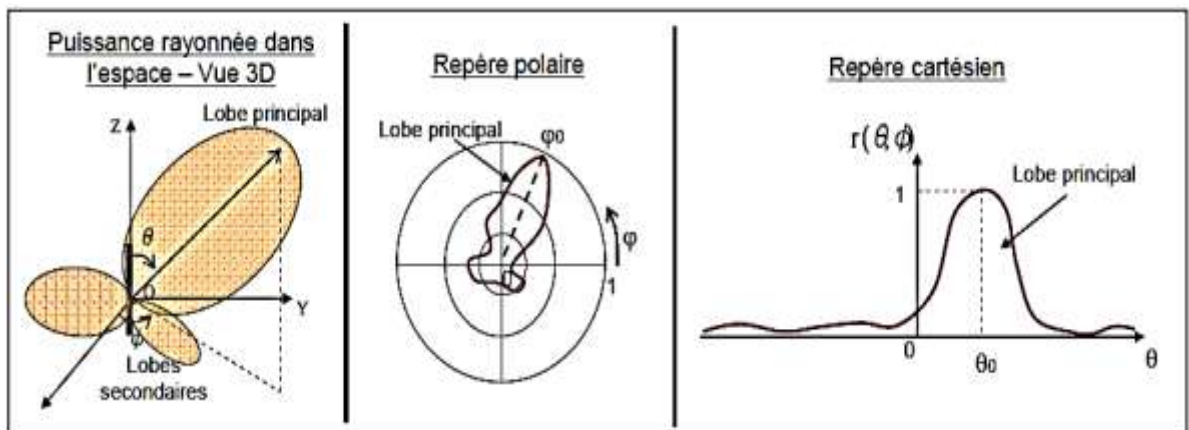


Figure 2. 2 Différent représentation du diagramme de rayonnement

Le diagramme est généralement caractérisé par un lobe principal et des lobes de rayonnement secondaires.

2.3.3. Directivité et Gain

La directivité dans une certaine direction $D(\theta, \varphi)$, est définie par le rapport de l'intensité de puissance rayonnée dans une certaine direction sur l'intensité de puissance rayonnée totale d'une antenne isotrope.

$$D(\theta, \varphi) = 4\pi \frac{\text{intensité de puissance rayonnée dans la direction } (\theta, \varphi)}{\text{intensité rayonnée totale}} \quad (2.1)$$

Le gain est la quantité de puissance transmise dans la direction du rayonnement de crête à celle d'une source isotrope, et quant à lui $G(\theta, \varphi)$ donné par le rapport de l'intensité de puissance rayonnée dans une certaine direction sur l'intensité de puissance acceptée par l'antenne qui serait rayonnée par une antenne isotrope sans pertes [15].

$$G(\theta, \varphi) = 4\pi \frac{\text{intensité de puissance rayonnée dans la direction } (\theta, \varphi)}{\text{intensité totale acceptée}} \quad (2.2)$$

2.3.4. La polarisation de champ

La polarisation de l'antenne est définie comme l'orientation du champ électrique d'une onde électromagnétique, c'est-à-dire la direction des oscillations dans le plan perpendiculaire à la direction de propagation [20].

Les antennes peuvent être classées en fonction de la polarisation du rayonnement émis.

➤ **Antenne polarisée linéairement** : en polarisation linéaire, le vecteur champ électrique oscille en ligne droite. Le champ oscillant peut être exprimé comme la somme des vecteurs polarisés horizontalement et verticalement, les ondes polarisées horizontalement oscillent perpendiculairement à la surface de la terre, tandis que les ondes polarisées verticalement, les ondes polarisées verticalement oscillent parallèlement à la surface de la terre.

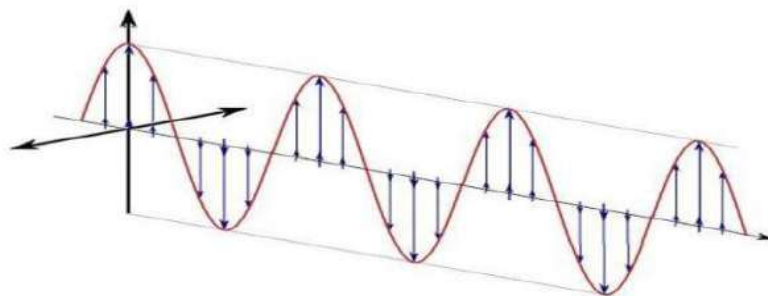


Figure 2. 3 Antenne polarisée linéairement

➤ **Antenne polarisée circulairement** : Dans le cas d'un rayonnement polarisé circulairement, la direction du vecteur du champ électrique tourne dans le plan perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. Le champ de rayonnement d'une antenne polarisée circulaire n'est pas sensible à l'orientation de l'étiquette. C'est parce que le rayonnement polarisé circulairement contient des quantités égales de composantes horizontales et verticales de la polarisation linéaire.

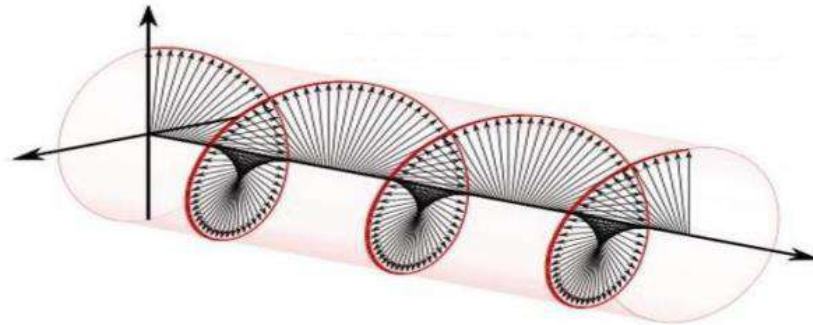


Figure 2. 4 Antenne polarisée circulairement

2.4. Caractéristique de circuit

2.4.1. Impédance d'entrée

Une antenne se comporte généralement comme un circuit résonant dont la fréquence de résonance centrale dépend des valeurs de l'inductance L et de capacité C . ces dernières sont généralement liées à la structure de l'antenne, ses dimensions et à son environnement. Dans un système, l'antenne est connectée aux autres éléments par une ligne de transmission, généralement d'impédance égale à 50 ou 75 Ohm. La réponse fréquentielle d'une antenne est caractérisée par l'évolution en fréquence de son impédance d'entrée complexe [22].

$$Z_{in}[W] = R[W] + jX[W] \quad (2.3)$$

$R[w]$: résistance d'antenne

$X[w]$: réactance d'antenne

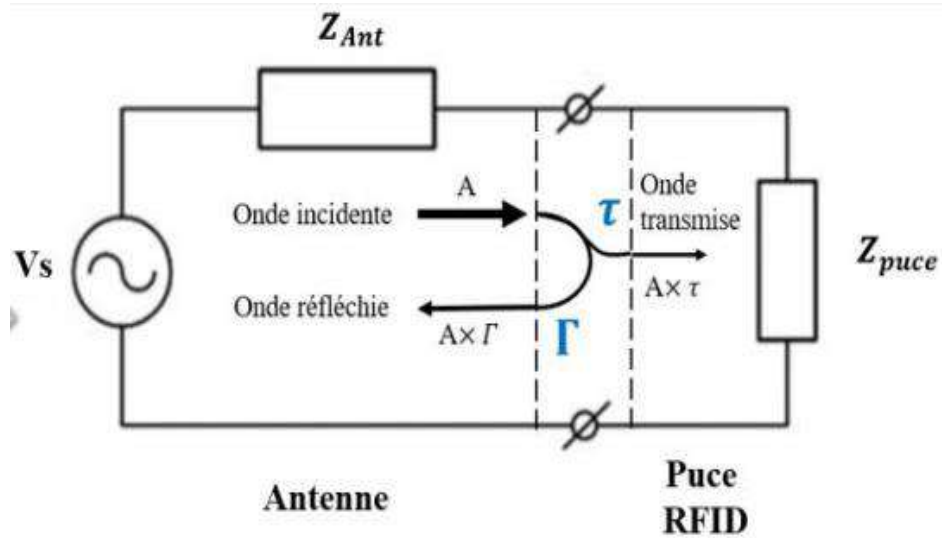


Figure 2. 5 L'impédance modèle de circuit RFID

2.4.2. Coefficient de réflexion et coefficient de transmission

Le coefficient de réflexion est le rapport d'amplitude entre l'onde EM réfléchi en entrée de l'antenne et l'onde EM incidente. Il dépend de l'impédance d'entrée de l'antenne. Si l'adaptation n'est pas assurée, une partie de la puissance est renvoyée vers la source. Dans le cas particulier d'un capteur-RFID avec antenne fonctionnalisées, la désadaptation d'impédance subit Γ par l'antenne lorsque la zone capteur de celle-ci est altérée par la variation du paramètre environnemental à détecter, impacte significativement le coefficient de réflexion.

$$\Gamma = \frac{Z_{puce} - Z_{ant}}{Z_{puce} + Z_{ant}} \quad (2.4)$$

Le coefficient de transmission représente la fraction de puissance transmise de l'antenne du tag vers la puce, ou inversement de la puce vers l'antenne pour le re-rayonnement de l'onde, lors de la réponse du tag. Ce coefficient dépend également des impédances de l'antenne et la puce très utilisés en RFID [3].

$$\tau = 1 - |\Gamma^*|^2 = \frac{4R_{puce} \cdot R_{ant}}{|Z_{ant} + Z_{puce}|^2} \quad (2.5)$$

2.4.3. Facteur de qualité et band passent

Le facteur de qualité Il est courant d'évaluer la qualité d'un élément réactif, tel qu'un condensateur ou une inductance, et est une métrique important pour les antennes car elle est inversement proportionnelle à la bande passante.

$$Q = \omega \frac{\text{energie stockée}}{BW} \quad (2.6)$$

La bande passante, d'une antenne définie le domaine de fréquences dans lequel le rayonnement de l'antenne présente les caractéristiques requises [23].

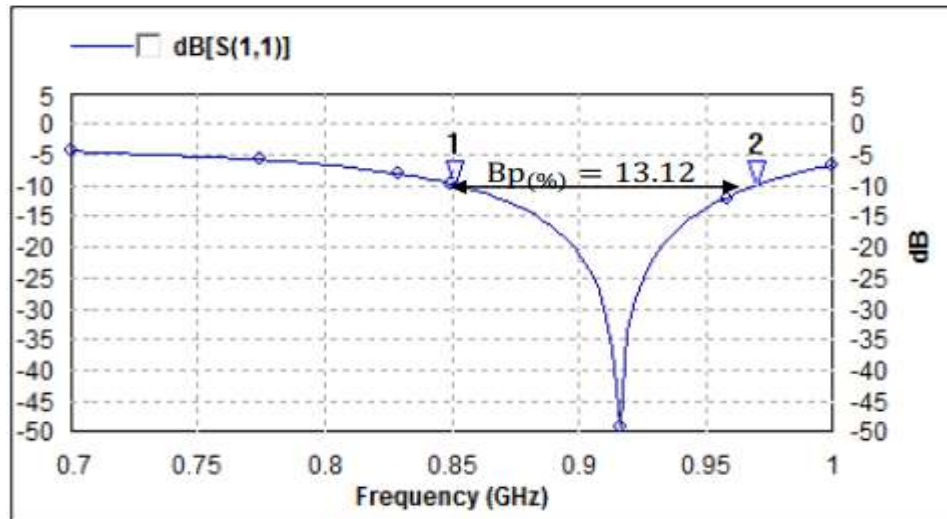


Figure 2. 6 Exemple d'une bande passante

2.4.4. Lecteurs à distance

Dans le cas d'un capteur-RFID, l'environnement impacte plusieurs paramètres de l'antenne du tag dont le gain et le coefficient de transmission, La distance de lecture elle regroupe en une seule formule plusieurs paramètres essentiels des performances du tag et du lecteur. Elle est tirée de l'équation de FRIIS [24].

$$r = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{EIRP \cdot G_r \cdot \tau}{P_{th}}} \quad (2.7)$$

$$EIRP = P_t \cdot G_t \quad (2.8)$$

r : la distance théorique de lecture

EIRP: puissance isotope rayonnée équivalente.

G_t : le gain de l'antenne d'émission

G_r : le gain de l'antenne de réception

P_r : la puissance collectée sur l'antenne de réception

λ : Longueur d'onde

τ : coefficient de transmission

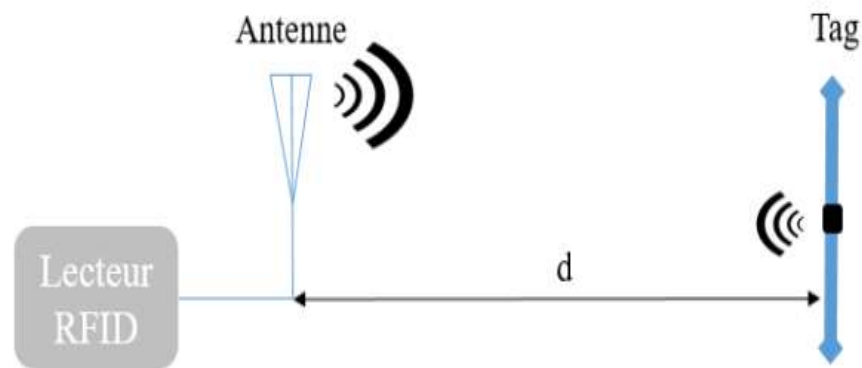


Figure 2. 7 Illustration de la distance de lecture entre un lecteur RFID et un tag

2.5. Le RFID a communication numérique

Les capteurs-RFID a communication numérique peut être très couteuse, car les puces utilisées sont les plus chères, elles embarquent plusieurs dispositifs électroniques, la consommation électrique peut très vite dégrader la sensibilité du capteur. C'est pourquoi des études ont été menées sur les moyens de récupérations et de stockages d'énergies efficaces. Ce qui permet ainsi d'avoir des dispositifs RFID dit semi passifs garantissant une portée de détection plus importante et fiabilisant la récupération de la donnée capteur.

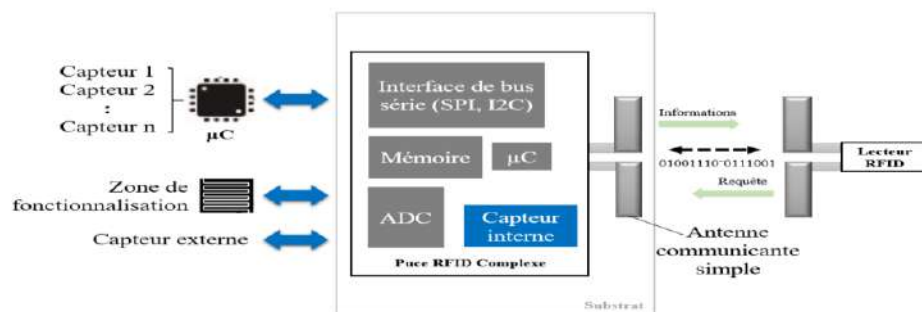


Figure 2. 8 Capteur-RFID a communication numérique

L'information capteur est remontée au lecteur sous forme numérique, les capteurs sont disposés soit en interne, dans le cas de certaines puces, soit en externe, par exemple études de capteur-RFID avec des composants directement imprimés sur le substrat, afin d'accueillir un dépôt sensible. Par exemple, une photodiode afin de détecter la luminosité [3].

2.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué plusieurs importantes et notions sur les antennes RFID tag comme les paramètres du circuit et les paramètres de rayonnement est nous avons parlé sur la différence entre mécanisme de travail d'un antenne RFID dans la communication numérique.

Chapitre 3 :

Stratégie de simulations et résultats

3.1. Introduction

L'antenne dans sa forme la plus simple est constituée de trois couches principales : l'élément rayonnant, le plan de masse et le substrat qui se positionne entre eux.

Dans ce chapitre, nous allons concevoir, en utilisant CST, une antenne tag RFID passive travaillant dans la bande UHF. Notre travail consiste, en premier lieu, à concevoir l'antenne qui résonne à la fréquence 915 MHz et en deuxième lieu à adapter l'impédance de l'antenne proposée avec l'impédance d'entrée de la puce.

3.2. Définition du logiciel CST STUDIO SUITE

Fondé en 1992, le logiciel de simulation électromagnétique CST STUDIO SUITE est l'aboutissement de nombreuses années de recherche et de développement dans les solutions les plus efficaces et précises de calcul pour la conception électromagnétique.

CST Microwave Studio est un logiciel de simulation électromagnétique de structure passives en 3 Dimensions basée sur la résolution des équations de Maxwell suivant la technique des équations intégrales (Finite Intégration Technique). Cette méthode numérique offre une discrétisation de l'espace permettant la description directement en 3-Dimensions de tous les composants des systèmes décrits, ce qui lui permet d'être appliqué à de nombreux problèmes électromagnétiques allant de la statique aux hyperfréquences en analyses temporelle et fréquentielle.

De plus, contrairement à la plupart des logiciels de simulation électromagnétique, CST, d'une part par sa méthode, discrétise la forme intégrale des équations de Maxwell plutôt que leurs formes différentielles. La méthode est une caractéristique clé de CST Microwave qui apporte le choix de type de simulateur ou un treillis qui est le mieux adapté à un problème particulier [25].

3.3. Structure d'antenne et résultats avant adaptation

La conception de notre antenne est passée par trois étapes : 1. Conception d'un Plan de masse et substrat, 2. conception d'un élément rayonnant 3. Repliement du dipôle (ajout de méandre).

3.3.1 Plan de masse et substrat

La figure 3.1 représente le plan de masse et le substrat. Le substrat est la famille de Roger de type RO 4003C (lossy) qui a une permittivité diélectrique $\epsilon_r = 3.38$ et une constante de perte $g = 0.0027$. Les dimensions concernant le plan de masse et le substrat, sont représentés dans le tableau 3.1

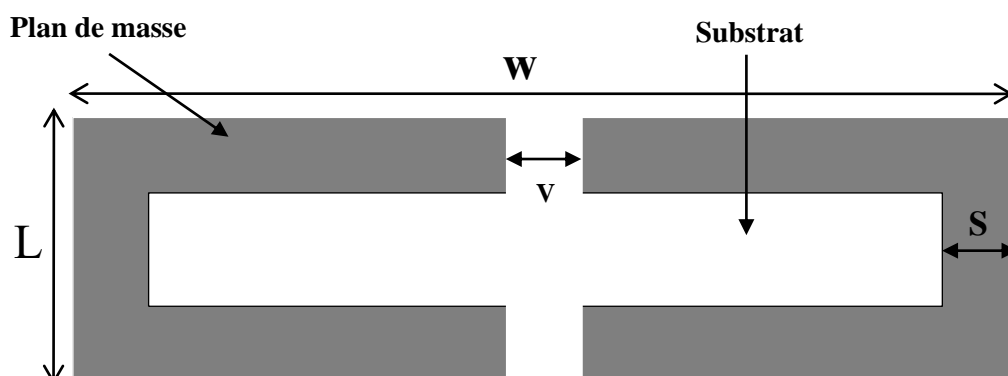


Figure 3. 1 Structure du plan de masse et du substrat.

Tableau 3. 1 Dimensions de plan de masse

Paramètres	valeurs (mm).
W	150
L	50
S	1
V	4

3.3.2. L'élément rayonnant

La plupart des antennes utilisées pour les tags RFID UHF passifs sont basées sur des géométries de type dipôles gravés ou imprimés sur des substrats diélectriques[26] .

Nous avons conçu une antenne dipôle déposée sur le substrat RO4003C d'épaisseur $h=1.524$ mm .

La fréquence de résonance désirée est de 915 MHz. L'alimentation de cette antenne se fait au centre du dipôle et l'ouverture d'alimentation est de 1mm.

Pour déduire la longueur du dipôle, on applique l'équation (3.1) :

$$C'1 = 0.47 \lambda = 0.47 \frac{v}{f} \quad (3.1)$$

f : La fréquence de résonance.

v : la vitesse de propagation dans le milieu sur les brins du dipôle.

Où f est la fréquence désirée et v représente la vitesse de propagation dans le milieu sur les brins du dipôle et se calcule par l'équation (3.2) :

$$v = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3.2)$$

c_0 : La vitesse de la lumière dans le vide.

ϵ_{eff} est la constante diélectrique effective du milieu environnant [27], sa valeur est donnée par l'équation (3.3) dans le cas où $W'_B/h > 1$:

$$\epsilon_{eff}(W) = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W'_B} \right]^{-\frac{1}{2}}. \quad (3.3)$$

ϵ_{eff} : La constante diélectrique du milieu environnant.

h : l'épaisseur du substrat.

W'_B : la largeur du dipôle.

D'après les calculs, on a eu une longueur du dipôle $C'1=15.65$ mm

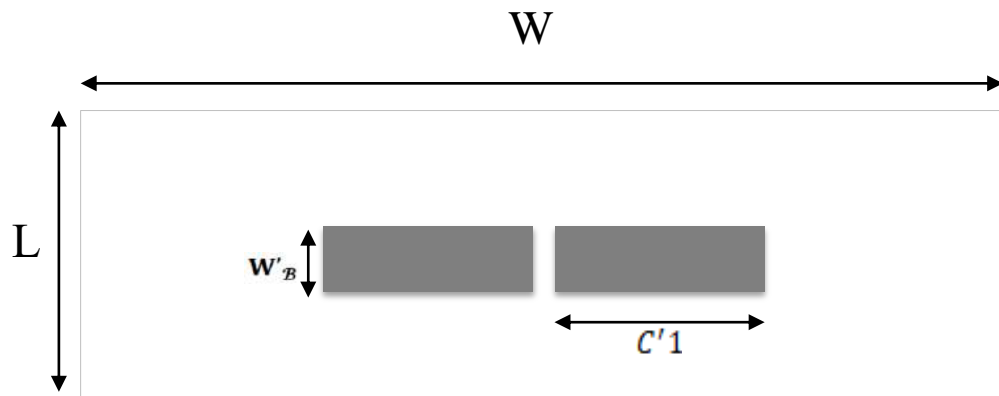


Figure 3. 2 Structure du dipôle

Les dimensions du dipôle sont données par le tableau 3.2

Tableau 3. 2 Dimensions d'un dipôle

Paramètres	valeurs (mm).
$C'1$	14.53
W'_B	1

Après simulation de cette antenne on a eu les résultats suivants :

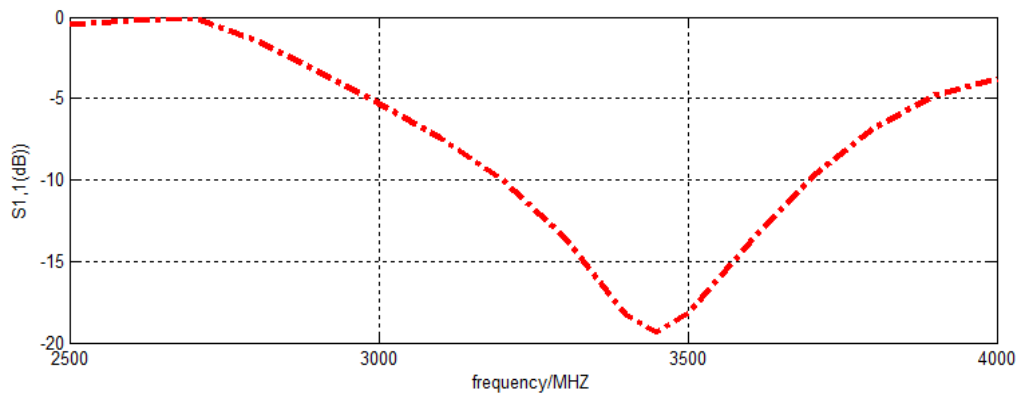


Figure 3. 3 Coefficient de réflexion de l'antenne dipôle

La figure 3.3 présente le coefficient de réflexion S_{11} obtenue après avoir alimenté l'antenne avec un discrète port de 50 Ohms, d'où on remarque qu'on a eu une résonance à une fréquence proche de 3450 MHz.

Nous avons un problème, car notre fréquence de travail n'appartient pas à la bande UHF (902 – 928 MHz). Elle doit donc être décalée avec une petite augmentation de la taille de l'antenne.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées, pour abaisser la fréquence de résonance, on peut augmenter la taille de l'antenne. Parmi ces techniques nous avons utilisé la technique du mandrin [32], qui sera expliquée dans l'étape 3.

3.3.3. Antenne repliement du dipôle (ajout de méandre)

Pour réduire la bande passante, nous avons modifié notre dipôle pour résoudre le problème de la taille de la bande passante élevée et le réduire en introduisant un repliement [28], et nous avons fait en pliant une fois les bras de l'antenne dipôle. Le courant va être forcé de les contourner. Cela va avoir pour conséquence de rallonger la longueur électrique, donc

d'abaisser la fréquence de résonance de la structure. Une réduction de la fréquence de la résonance est équivalente à une réduction de la taille de l'antenne si on se ramène toujours à la même fréquence de travail. Des effets inductifs et capacitifs seront aussi induits, ce qui aura pour effet de modifier l'impédance d'entrée de l'antenne et sa bande passante

La principale contrepartie de ce type d'opération réside dans l'augmentation des pertes ohmiques qui engendre alors une diminution de l'efficacité et du gain [29].

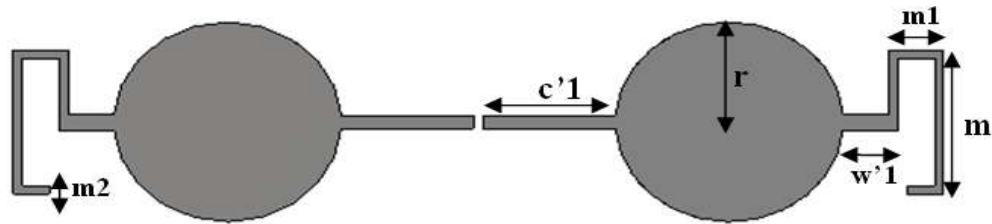


Figure 3. 4 Structure de l'antenne dipôle avec méandre

Les dimensions du méandre sont données par le tableau 3. 3

Tableau 3. 3 Dimension du méandre

Paramètres	valeurs (mm).
$c'1$	14.53
$w'1$	6.04
R	12.47
M	18
$m1$	6
$m2$	1

Après simulation, on a eu les résultats suivants :

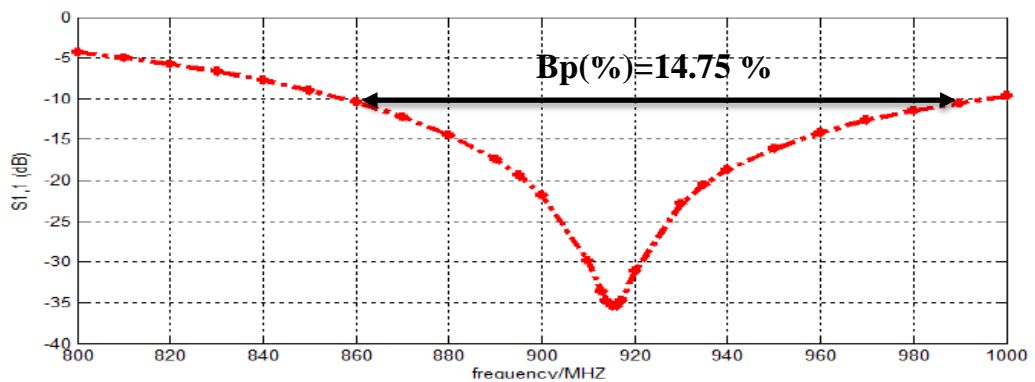
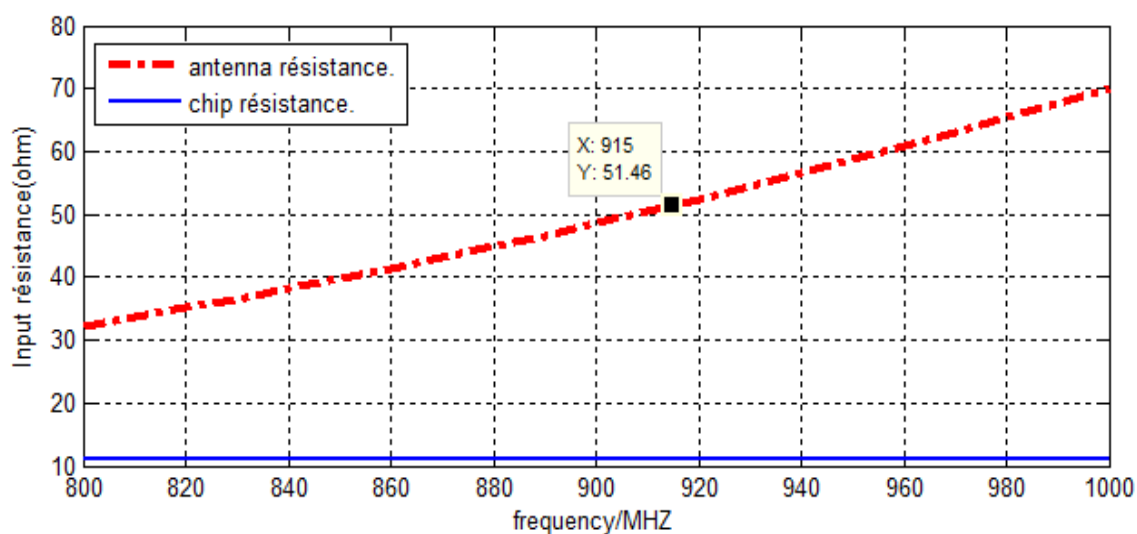


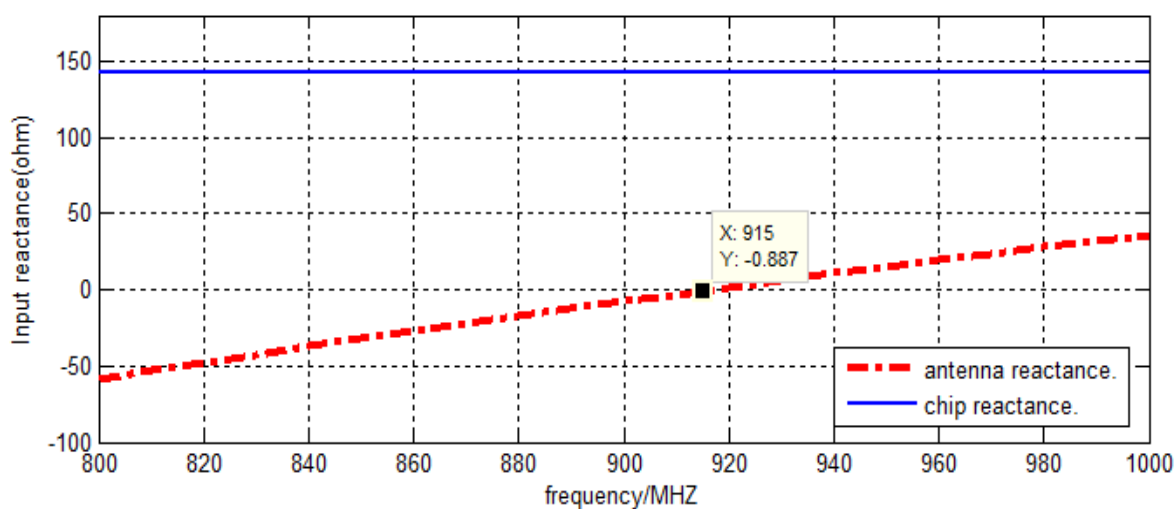
Figure 3. 5 Coefficient de réflexion en dB.

D'après ces résultats, nous pouvons voir qu'il y a une résonance à 915 MHz avec une bande passante égale à 14.75 (%).

L'un des résultats les plus importants que nous devons atteindre est la Largeur de bande de fréquence $S_{11} < -10\text{dB}$. Cette valeur correspond à 90% de la puissance transmise. Si S_{11} est plus grand que cette valeur, la puissance émise de l'antenne est trop faible. La plage de fréquences de part et d'autre de la fréquence de résonance de l'antenne à la valeur de $S_{11} < -10\text{ dB}$ est la bande passante de l'antenne [30].



(a) partie réelle de l'impédance d'entrée de l'antenne .



(b) partie imaginaire de l'impédance d'entrée de l'antenne.

Figure 3. 6 Impédance d'entrée simulée.

Après l'ajout du méandre, l'impédance d'entrée de l'antenne est $Za' = 51.46 - j0.887 \text{ Ohms}$, pour la fréquence 915 MHz. L'impédance d'entrée voulu doit être le conjugué de $Zp = 11 - j143 \Omega$, soit $11 + j143 \Omega$ ce qui signifie que notre antenne n'est pas de tout adaptée. En d'autres termes, l'impédance d'entrée de notre antenne est légèrement capacitive et on doit la rendre inductive avec une valeur égale à $11 + j143 \text{ Ohm}$.

Le diagramme de rayonnement obtenu par la simulation est représenté par la figure 3. 7.

On remarque que le rayonnement est omnidirectionnel sectoriel selon l'axe 'y', où la directivité peut atteindre 2.19 dBi.

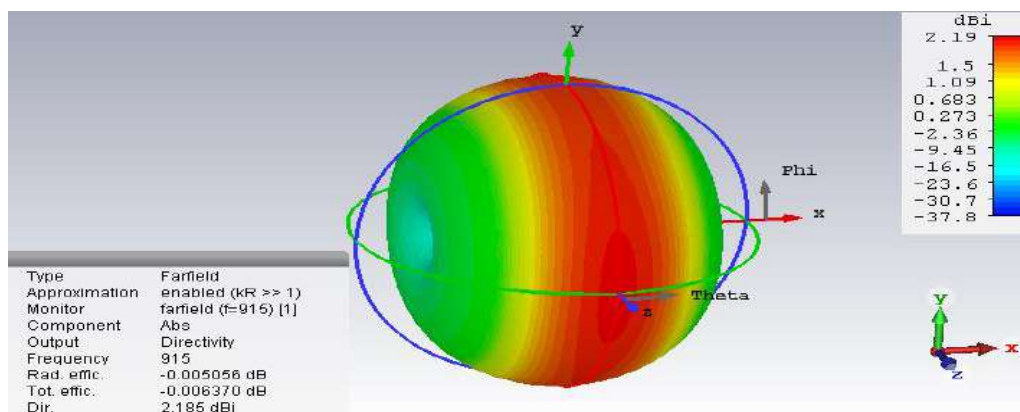


Figure 3. 7 Diagramme de rayonnement en 3D.

Le gain maximal atteint par l'étiquette proposée est de 2.18 dB à 915 MHz, comme illustré à la figure 3. 8.

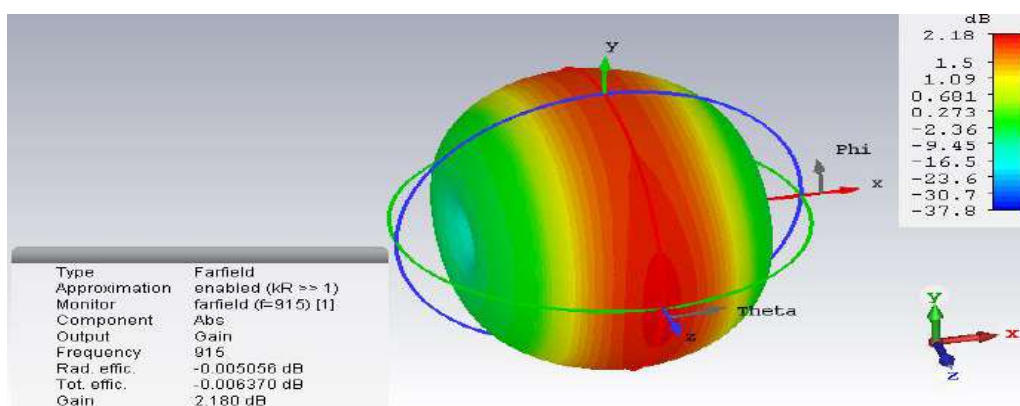


Figure 3. 8 Gain réalisée en 3D

3.4. Structure d'antenne et résultats après adaptation

L'étape d'adaptation d'impédance est essentielle pour garantir une puissance maximale de l'antenne vers la puce RFID et optimiser ainsi les performances du tag. Pour cela, l'impédance de l'antenne du tag RFID doit être directement adaptée à celle de la puce, qui est généralement une impédance complexe [31].

$$Z_{ant} = R_{ant} + X_{ant} ; Z_{puce} = R_{puce} + X_{puce}$$

$$R_{ant} = R_{puce} ; X_{ant} = -X_{puce}$$

Le circuit d'adaptation d'impédance T-match est l'un des circuits utilisés pour adapter l'impédance entre deux points, généralement une source est un charge. Le circuit tire son nom du fait que l'inductance et le capacitance du circuit équivalent du T-match forment un « T » [10].

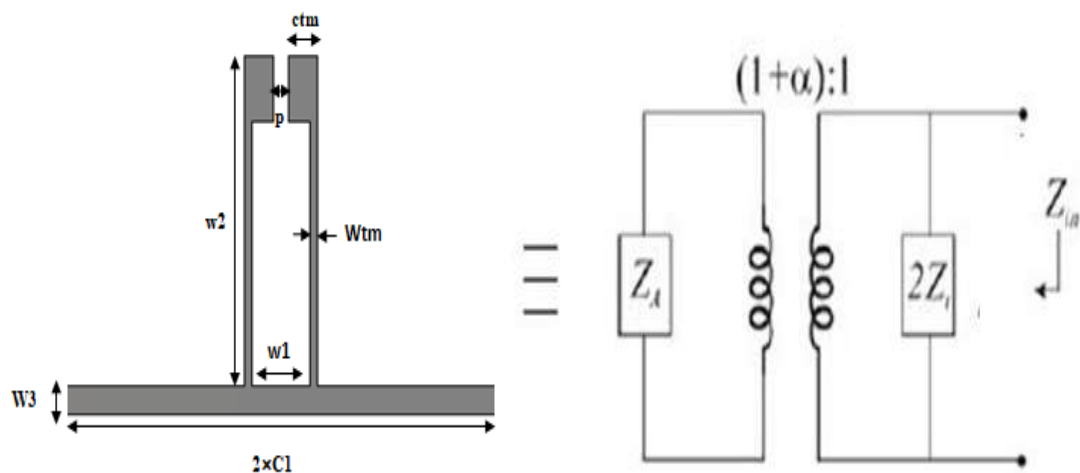


Figure 3. 9 Structure du T-match (circuit équivalent du T-match).

Tableau 3. 4 Dimensions du T-match

Paramètres	valeurs (mm)
<i>P</i>	1
<i>ctm</i>	2.5
<i>Wtm</i>	0.5
<i>w3</i>	0.5
<i>w2</i>	16.4
<i>c1</i>	16
<i>w1</i>	4

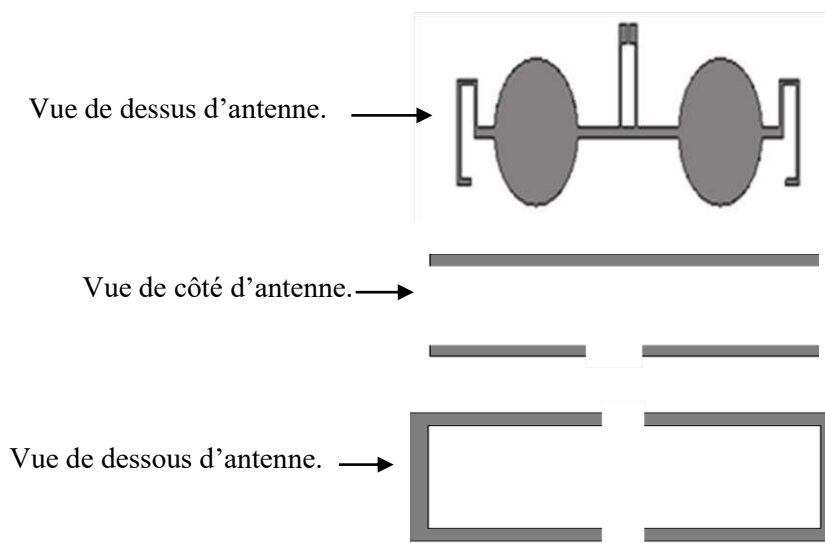


Figure 3. 10 La structure finale de l'antenne proposée

3.5. Etude paramétrique et discussion

Afin d'analyser l'effet des paramètres de la structure de l'antenne sur ses performances, une étude paramétrique est faite en agissant sur différentes dimensions de l'antenne pour avoir leurs influences dans le but d'avoir les meilleurs résultats, comme il est montré dans le tableau 3. 7.

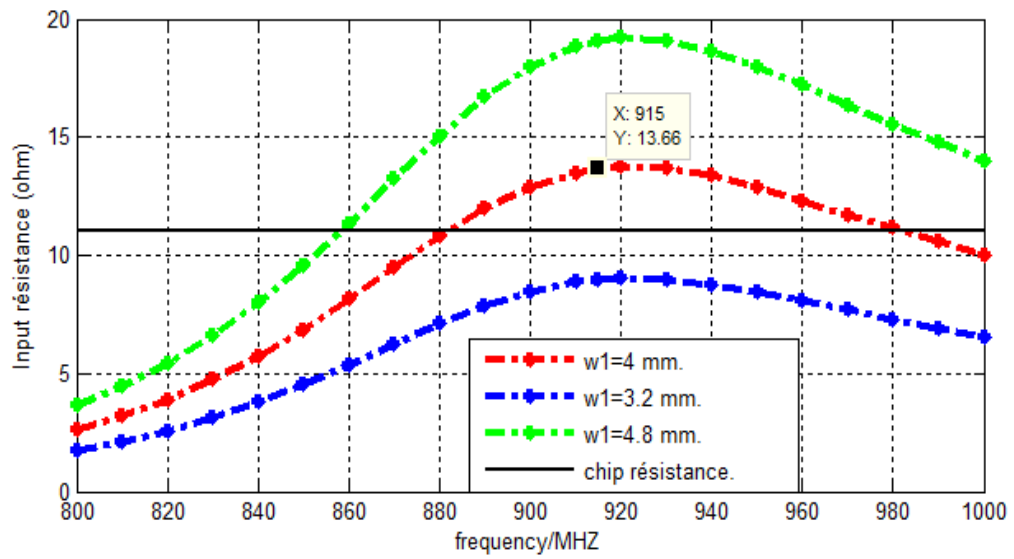
Chaque paramètre géométrique a un effet différent sur l'impédance d'entrée et le coefficient de réflexion de l'antenne proposée. Une étude paramétrique est faite en faisant varier trois paramètres qui sont l'épaisseur du substrat « h », et les paramètres « $w1$ » et « $w2$ » du T-match.

En premier lieu, nous avons varié les paramètres « $w1$ » et « $w2$ » du T-match pour avoir une adaptation d'impédance entre l'antenne et la puce. En deuxième lieu, nous avons varié « h » pour avoir augmenté les performances de notre tag, particulièrement le gain qui a une influence directe sur la portée.

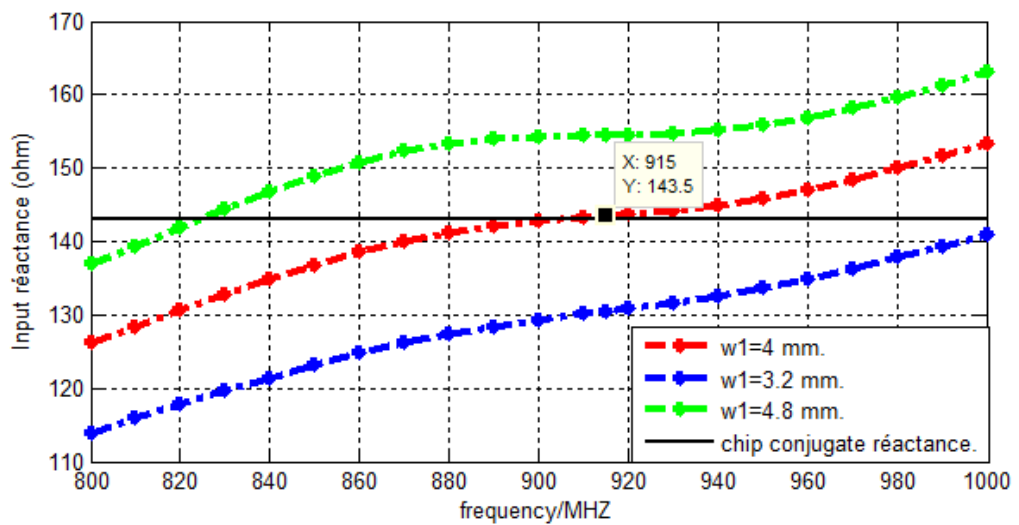
3.5.1. Effet des dimensions « $w1$ » et « $w2$ » du t-match

La figure 3.11 montre les variations de la partie réelle « Ra » et de la partie imaginaire « Xa » de l'impédance d'entrée de l'antenne avec T-match en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de « $w1$ ». On remarque que ces dernières varient d'une manière promotionnelle avec les variations de « $w1$ ».

La valeur $w_1=4\text{mm}$ est une valeur choisie, car elle donne des valeurs de « Ra' » et de « Xa' » très proches de celle de « Zp^* ».



(a) partie réelle de l'impédance d'entrée de l'antenne



(b) partie imaginaire de l'impédance d'entrée de l'antenne

Figure 3. 11 Impédance d'entrée en fonction du paramètre w_1 : (a) partie réelle, (b) partie imaginaire.

La figure 3.12 montre la coefficient de réflexion en fonction de la fréquence ,pour différent valeur de « w_1 ».

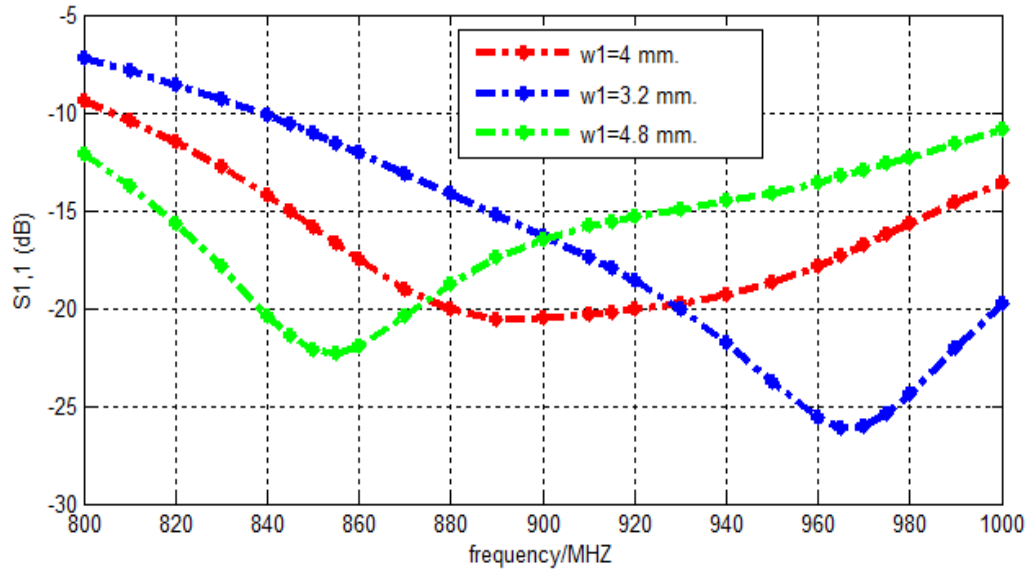


Figure 3. 12 Effet du paramètre W1 sur le coefficient de réflexion

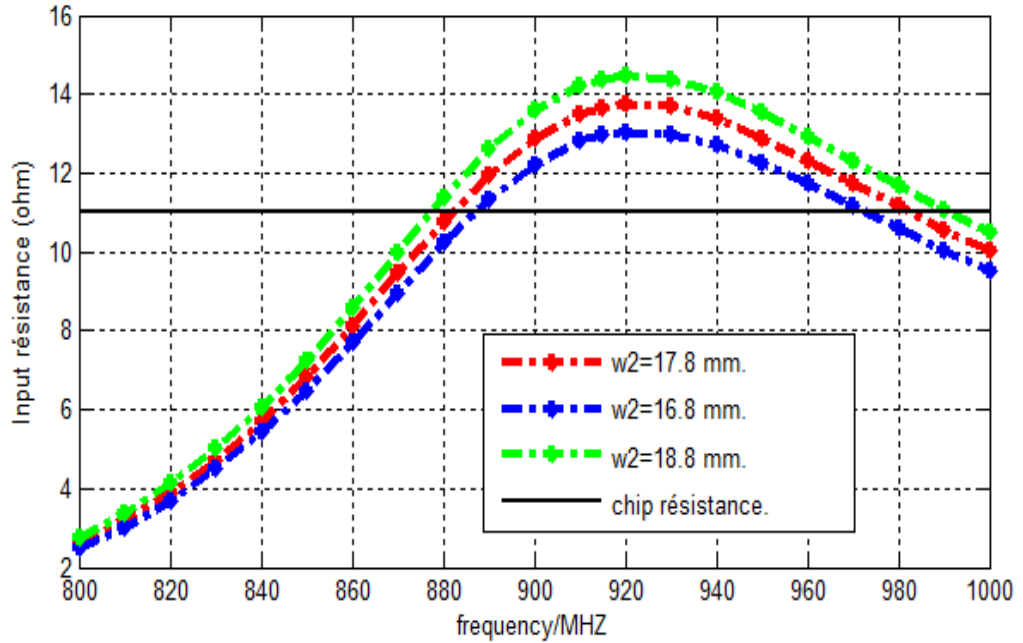
Le tableau 3. 5 présentées résultats sont résumés, on remarque que l’antenne est mieux adaptée lorsque $w_1 = 4$ mm .

Tableau 3. 5 Résultats de simulation selon la variation du paramètre ‘w1’

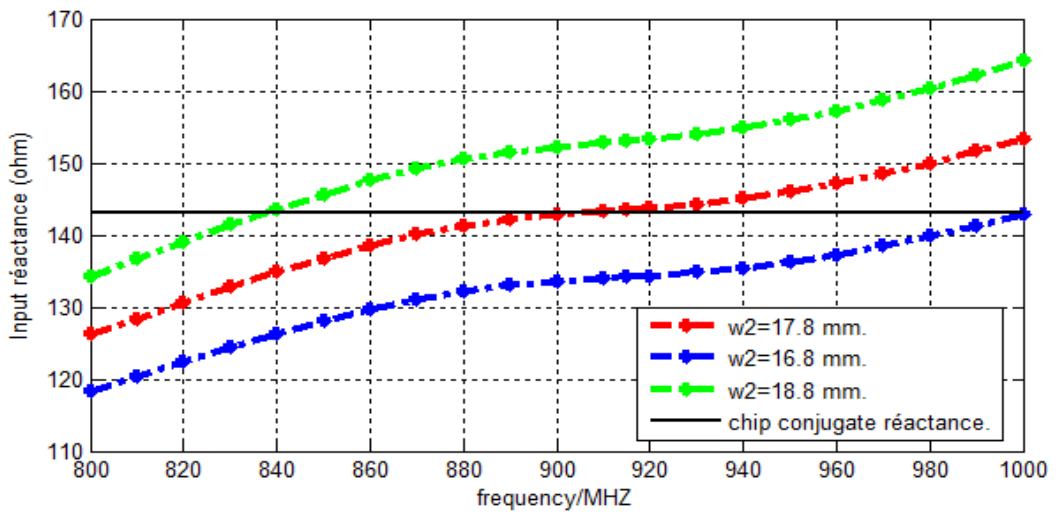
Paramètre ‘ w1 ’ [mm]	Impédance d’entrée [Ω]	Coefficient de réflexion [dB] à 915 MHz
4.8	19.07+j154.446	-17,994
4	13.66+j143, 48	-20.2108
3.2	8.98+j130,44	-15.546

Après avoir fixé $w_1 = 4$ mm, on a procédé aux variation de w_2 .

La figure 3.13 montre les variations de « Ra' » et « Xa' » en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de « w_2 ».



(a) partie réelle de l'impédance d'entrée de l'antenne



(b) partie imaginaire de l'impédance d'entrée de l'antenne

Figure 3. 13 Impédance d'entrée en fonction du paramètre 'w2': (a) partie réelle, (b) partie imaginaire avec 'w1'= 4 mm

La figure 3.14 montre la coefficient de réflexion en fonction de la fréquence, pour différentes valeurs de « w_2 ».

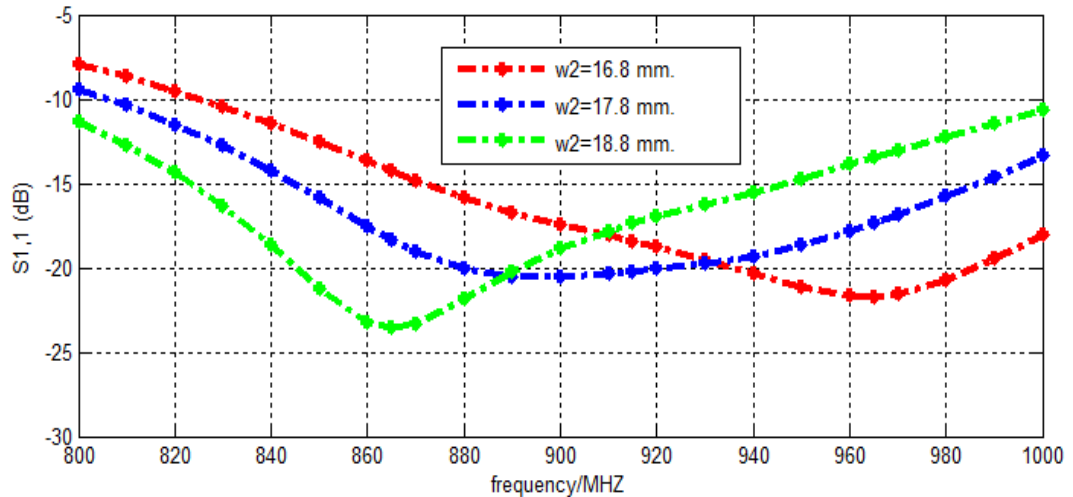


Figure 3. 14 Effet du paramètre W2 sur le coefficient de réflexion avec 'w1' = 4 mm

Le tableau 3. 6 présenté les résultats de simulations, on remarque que l'antenne est mieux adaptée lorsque $w_2=17.8$ mm.

Tableau 3. 6 Résultats de simulation selon la variation du paramètre 'w2' avec 'w1' = 4 mm

Paramètre ' w2' [mm]	Impédance d'entrée [Ω]	Coefficient de réflexion [dB] à 915MHz
16.8	12.97+j134.123	-18.416
17.8	13.66+j143.48	-20.21
18.8	14.38+j153.066	-17.395

Selon les résultats obtenus en variant le paramètre 'w2' on constate qu'on a eu de meilleurs résultats lorsque $w_2= 17.8$ mm .

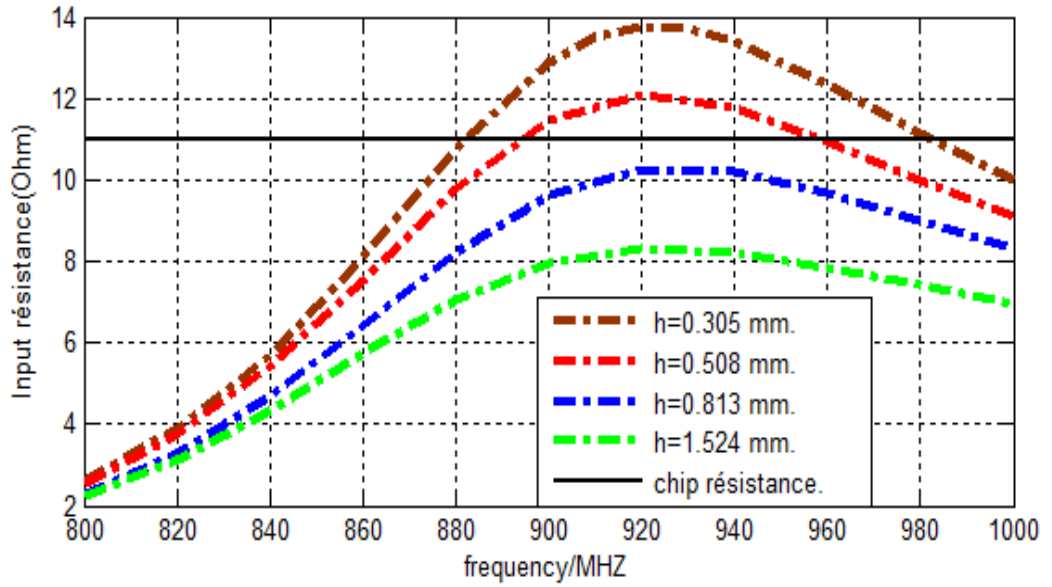
3.5.2. Effet de l'épaisseur « h » du substrat

La puce IMPINJ MONZA 4 a été choisie pour notre tag. L'impédance d'entrée de cette puce est $Z_{in} = 11 - j143 \Omega$ à 915 MHz .

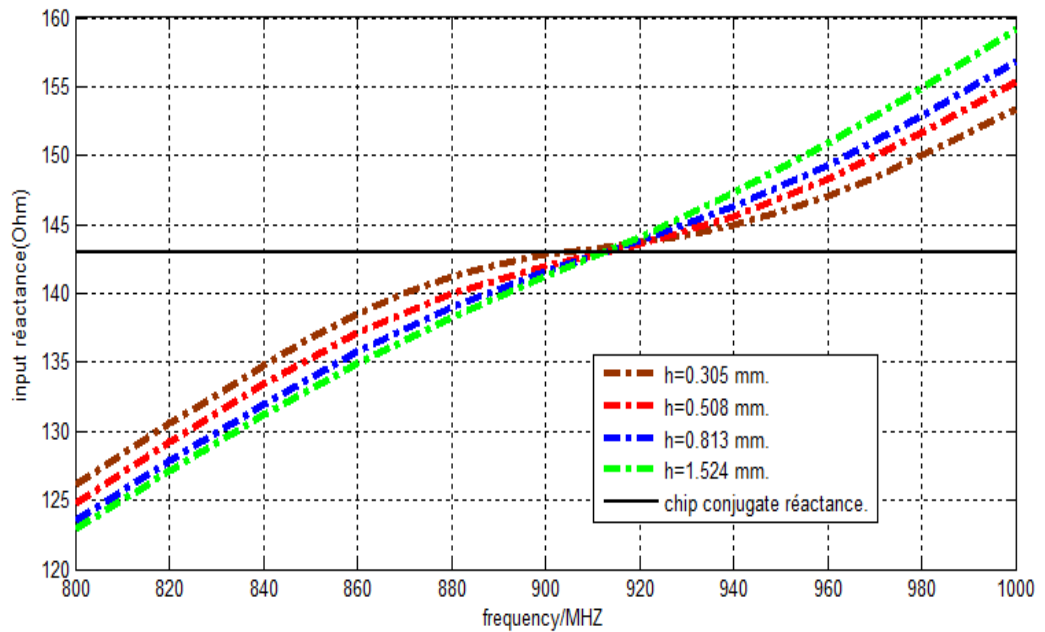
Pour une bonne adaptation, notre antenne doit avoir une impédance d'entrée égale à $11 + j143 \Omega$ -le conjugué de l'impédance d'entrée de la puce-

En premier lieu, nous avons étudié l'influence de l'épaisseur de substrat « h », sur S11 et sur l'impédance d'entrée de l'antenne.

La figure 3.15 montre les variations des parties réelle et imaginaire de l'impédance d'entrée de l'antenne en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de h.



(a) partie réelle de l'impédance d'entrée de l'antenne



(b) partie imaginaire de l'impédance d'entrée de l'antenne.

Figure 3. 15 Impédance d'entrée en fonction du paramètre « h ».

La figure 3.16 montre le coefficient de réflexion en fonction de la fréquence. pour différentes valeurs de « h », après avoir connecté la puce avec l'antenne.

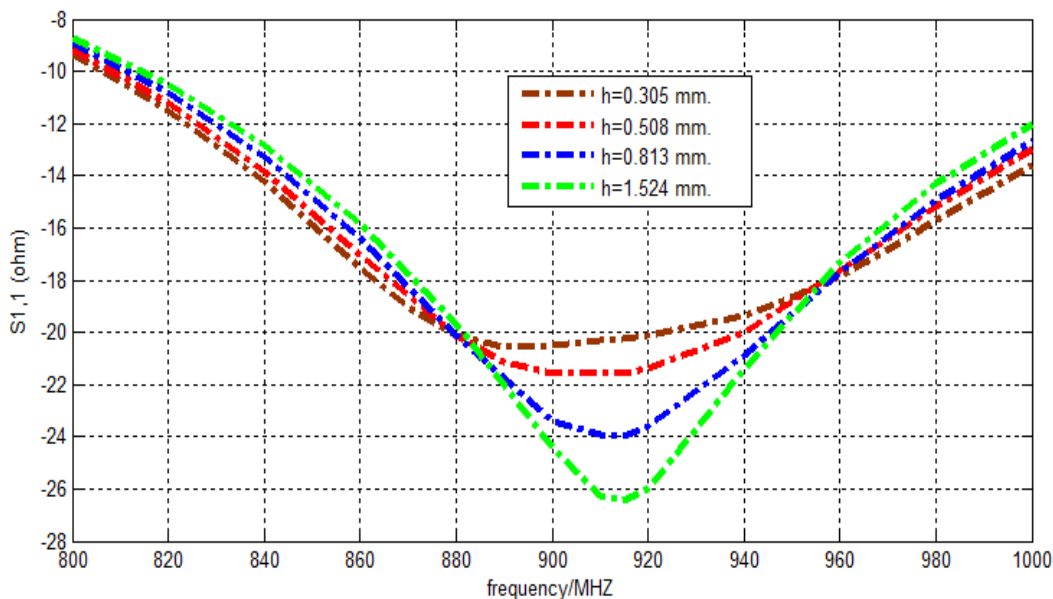


Figure 3. 16 Coefficient de réflexion en fonction de paramètre h.

Le tableau 3.7 montre que la directivité est presque constante, pour différentes valeurs de « h » par contre le gain varie entre -6.15 dB et -4.42dB. La valeur de h=0.305 mm a été choisie pour avoir un gain maximal égal à -4.42 dB.

Tableau 3. 7 Résultats de simulation après installation de la puce

Les impédances complexes d'antenne $ \Omega $				
	h = 0.305 mm	h = 0.508mm	h = 0.813mm	h = 1.524mm
	Za = 13.66 +j143.48	Za = 12.04 +j143.209	Za = 10.16 +j143.26	Za = 8.26 +j143.39
Coefficient de réflexion [dB]à 915 MHz	-20.21	-21.57	-23.92	-26.45
Le Gain(dB)	-4.42	-4.9	-5.42	-6.15
Directivité(dBi)	2.17	2.22	2.27	2.32

Le diagramme de rayonnement obtenu par la simulation est représenté par les figures 3. 17 et 3. 18.

On remarque que le rayonnement est omnidirectionnel selon l'axe 'y', où la directivité peut atteindre 2.22 dBi.

Il est possible de calculer la distance maximale à laquelle le lecteur peut détecter l'étiquette, avec une puissance de sortie minimale requise pour l'activation de la puce de -17.4 dBm et une puissance rayonnée isotrope effective (EIRP) du signal transmis par le lecteur est 4 W (in the USA), La distance maximale obtenue est de 7,28 mètres. Il a un diagramme de rayonnement omnidirectionnel dans le plan yz ($\phi = 90$) et un diagramme de rayonnement bidirectionnel dans le plan xz ($\phi = 0$) à la fréquence de résonance de 915 MHz, ce qui est souhaitable pour les applications RFID. Le gain maximal atteint par l'étiquette proposée est de -4.42 dB à 915 MHz, comme illustré à la figure 3. 19.

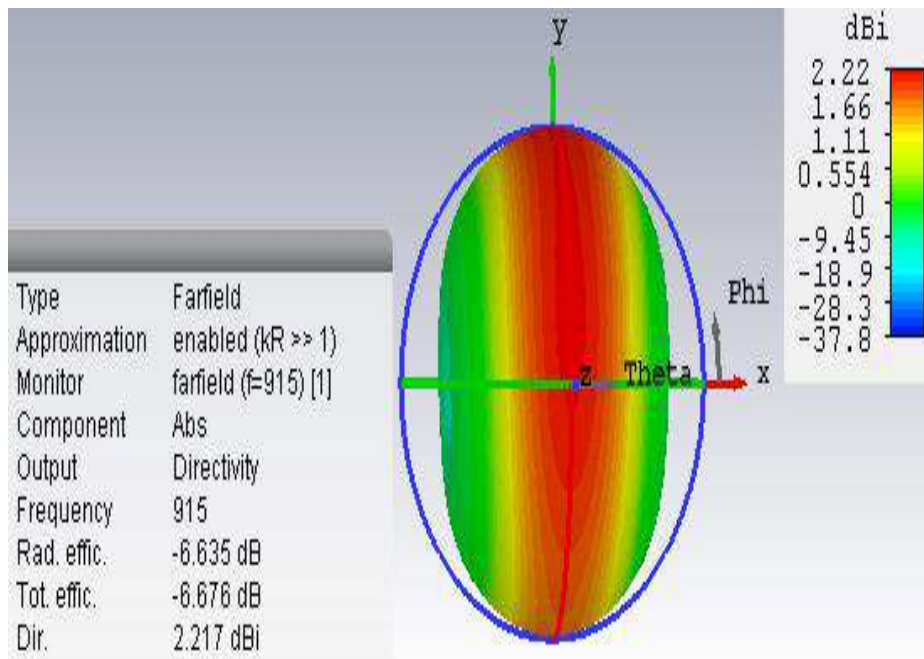


Figure 3. 17 Diagramme de rayonnement en 3D

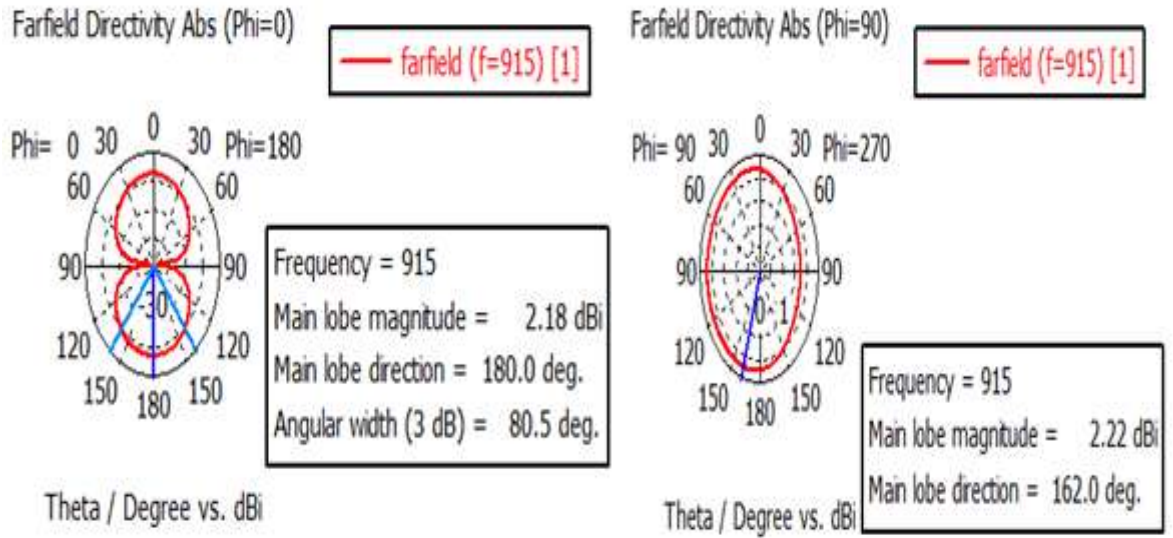


Figure 3. 18 Diagramme de rayonnement polaire de l'antenne .

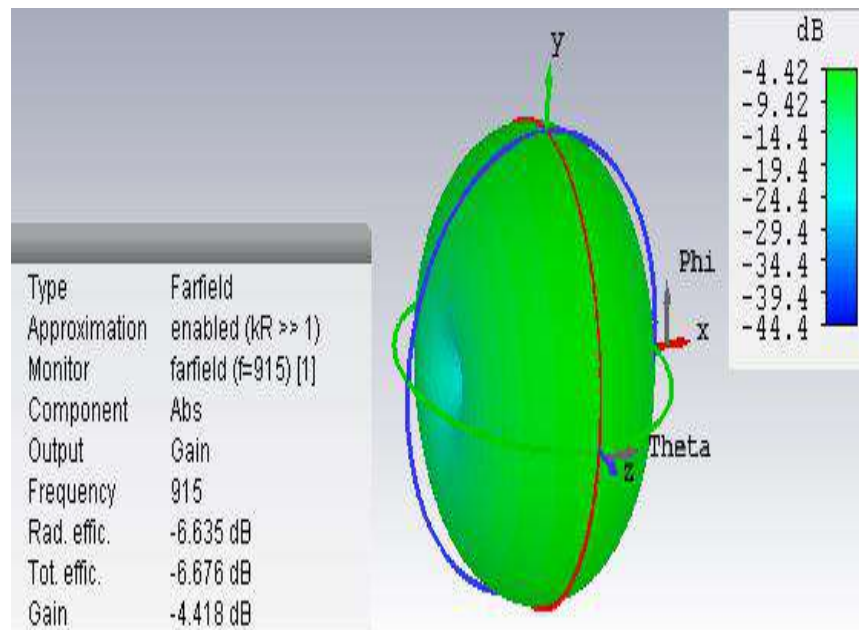


Figure 3. 19 Gain réalisé 3D

La plage de lecture de simulation peut être calculée théoriquement en utilisant l'équation d'espace libre de FRIIS comme indiqué dans (3.4) et (3.5) [23] :

$$\mathbf{r} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{EIRP \cdot Gr \cdot \tau}{P_{th}}} \quad (3.4)$$

$$\tau = \frac{4R_p R_a}{|Z_p + Z_a|^2} \quad (3.5)$$

Tableau 3. 8 Distances de lecture en fonction du paramètre h.

	PIRE [W]	$\tau(\leq 1)$	P_{th} [dBm]	Distance [m]
h=0.305	4	0.9879	-17.4	7.315
h=0.508	4	0.9978	-17.4	6.955
h=0.813	4	0.9982	-17.4	6.547
h=1.524	4	0.9793	-17.4	5.955

D'après ces résultats, on remarque que notre distance atteint 7.315 mètres lorsque $h=0.305$ mm.

Une comparaison entre l'étiquette proposée avec certaines autres antennes conçues en termes de dimensions, de fréquence, de PIRE, de sensibilité, de gain et de plage de lecture est présentée dans le tableau 3. 9.

Tableau 3. 9 Comparaison des conceptions précédentes avec l'antenne proposée.

Références	Fréquence [MHZ]	Dimensions (L×W×H) [mm ²]	PIRE [W]	sensibilité [dBm]	Gain [dB]	Portée de lecture. [m]
Réf [32]	915	65×22×1.6	4	-8	1.96	4.36
Réf [33]	867	46 x 20 x 0.8	3.28	-	-1.85	6
Réf [34]	915	149.8x17.7x0.059	4	-18	2.592	17.71
Réf [35]	915	95×55×0.8	4	-17.8	-2.14	9.4
Réf [36]	867	50 x 22 x 0.8	3.28	-18.5	1.2	13.94
Antenne Tag proposé	915	150 x 50 x 0.339	4	-17.8	-4.45	7.315

3.6. Conclusion

Dans ce chapitre , nous avons appris l'outil de simulation logiciel CST que nous avons conçu par la suite une structure d'antenne tag RFID passive, travaillant dans la bande UHF(à 915MHZ).

Nos résultats peuvent être améliorés dans le gain ou beaucoup de temps séré accorde par notre projet

Conclusion générale

L'objectif de ce mémoire consiste à la conception l'antenne pour les applications RFID passif dans la bande UHF.

Ce présent travail nous a permis de découvrir et d'étudier la technologie RFID, ainsi que de faire la conception d'antenne en utilisant le logiciel CST.

Un système RFID est constitué d'un lecteur et d'un tag, est une technique d'identification à distance basée sur les ondes radio.

Il existe deux grandes familles de tags RFID : les tags actifs et les tags passifs. Un tag passif c'est un circuit qui ne contient pas une source d'énergie à son bord. Il s'auto alimente de l'énergie reçu à partir du lecteur.

Le chapitre 1 a présenté un état de l'art général de la RFID. Les concepts fondamentaux de la RFID passives ont été rappelés ainsi que les applications, les avantages et les inconvénients de cette technologie.

Le chapitre 2 nous avons expliqué une plusieurs important notions sur les antennes RFID tag comme les paramètre de circuit est les paramétrer de rayonnement est nous avons parlé sur la différence entre mécanisme de travail d'un antenne RFID dans la communication numérique.

Le chapitre 3 nous avons appris l'outil de simulation logiciel CST que nous avons conçu par la suite structure d'antenne tag RFID passive, travaillant dans la bande UHF.

Nos résultats peuvent être améliorés le Gain et de plage de lecture

En perspective à ce travail, nous souhaitons :

- nous souhaitons améliorer notre antenne conçus pour les applications RFID UHF passive (le gain, la portée ,la directivité, la taille ...).
- Réalisation d'un système radio fréquence RFID passif.

Bibliographies

- [1] S. Sanna, and D. W. Engels, On the future of RFID tags and protocols, Whitepaper, Auto-ID Center, Massachusetts Institute of Technology, 2003.
- [2] klaus Finkzeller . RFID handbook : Fundamentals and Application in Contactless Smart Cards and Identification. Deuxième édition ,JohnWiley&sons,Ltd., England . ISBN 0-470-84402-7. 2003.
- [3] Yassin Belaizi. Etude et conception d'un capteur-RFID passif en bande UHF thèse de doctorat application à l'agroalimentaire. thèse de doctorat. Electronique. Université Montpellier, 2018..
- [4] Saisine Afsset N°2005/013, « Les Systèmes D'identification Par Radiofréquences (Rfid) : Evaluation Des Impacts Sanitaires »,2009
- [5] Aline Coelho De Souza. Conception d'antennes et méthode de caractérisation des systèmes RFID UHF en champ proche et en champ lointain. thèse de doctorat. Université Grenoble Alpes, 2015.
- [6] Dr. P. Sanghera, RFID+ Study Guide and Practice Exam, SyngressPublishing, Inc.2007
- [7] V.D. Hunt, A. Puglia and M. Puglia, « RFID: A guide to radio frequency identification », John Wiley and Sons, 2007.
- [8]A.Pouzin, « Qualification d'éléments RFID en environnement opérationnel », mémoire de thèse, Université Grenoble-Alpes, LCIS, France, Décembre 2009.
- [9] K. Finkenzeller, « RFID Handbook:fundamentals and applications in contactless Smart cards, radio frequency identification and near-field communication », 3th edition, Wiley, 2010.
- [10]D. M. Dobkin, « The RF in RFID: passive UHF RFID in practice », Newnes, 2007.
- [11] M. Bolic, D. Simplot-Ryl, and I. Stojmenovic, RFID systems : research trends and challenges. John Wiley& Sons, 2010.
- [12] I. RFSA W, "The Global SAW tag - SAW RFID Operation." RFSA W, Inc.
- [13] N. C. Karmakar, Handbook of smart antennas for RFID systems / edited by Nemaï Chandra Karmakar.2010.
- [14]. J. Song, X. Li, and H. Zhu, "Multi resonator-based chipless RFID system for low-cost application," Prog. Electromagnétique. Res. Symp., vol. 2017-Novem, pp. 543-547, 2017, doi: 10.1109/PIERS-FALL.2017.8293197.
- [15] Anthony GHIOTTO, conception d'antenne de tags RFID UHF, application à la réalisation par jet de matière", thèse de doctorat Institut polytechnique de Grenoble .6 novembre 2008.
- [16] M. Lecerf, "Les petites et moyennes entreprises face à la mondialisation To cite this version : HAL Id : tel-00136530 D O C T E U R D E L ' U N I V E R S I T E D E P A R I S I Discipline : Sciences Economiques Marjorie Lecerf," 2007
- [17] Dat-Son NGUYEN, "Développement de Capteurs sans fil basés sur les Tags RFID UHF passifs, thèse de doctorat, université de Grenoble, « 27 Septembre 2013 »,

- [18] J. Banks, M. Pachano, L. Thompson, and D. Hanny, RFID Applied. 2007.
- [19] Paulin I. Katamba, "TECHNOLOGIE RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) : CONCEPTS ET STRATÉGIE DE MISE EN OEUVRE", l'Université Laval, thèse de doctorat 2007.
- [20] BALANIS, C. A., Antenna theory : analysis and design, John wiley & sons 2016.
- [21] Hebib Sami , « Antennes » cours, université SAAD DAHILED BLIDA , 2017.
- [22] Trong Dus Nguyen , « conception d'antenne intelligente reconfigurable pour la radio cognitive », thèse de doctorat, Université de Grenoble, 2006.
- [23] R.E. MUNSON « Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays" IEEE Transaction on Antennas and Propagation, vol. AP 22, p. 74-78 (1974).
- [24] Rao K V S, Nikitin P V, and Lam S F, "Antenna design for UHF RFID tags: A review and a practical application," IEEE Trans. Antennas Propag., 53(12), p 3870–3876, 2005.
- [25] A. M. Mod, "Modélisation statistique d'antennes dans leurs environnements Amine Mellah Modélisation Statistique d'Antennes dans leurs Environnements," thèse de doctorat , 2010.
- [26] F.Z. Gourari, " Etude et conception d'antennes RFID UHF – modèle électrique et miniaturisation," thèse de doctorat université Aboubakr- Belkaid- Telemcen 2018.
- [27] Fatima Zahra maarouf « étude et conception d'antennes imprimées pour identification Radio Fréquence RFID UHF » THESE DE DOCTORAT EN TELECOMMUNICATION 2013
- [28] G. Marrocco, The Art of UHF RFID Antenna Design: Impedance-Matching and Size-Reduction Techniques
- [29] Anna Niang. Antennes miniatures et structures électromagnétiques à circuits non-Foster. Matériaux. Université Paris Saclay (COMUE), 2017.
- [30] Sophie Vergerio. Recherche des caractéristiques optimales d'antennes multi-capteurs pour les systèmes MIMO. Thèse de doctorat. Université de Provence - Aix-Marseille I, 2007. [31] D . Bechevet , "Contribution au développement de tag RFID UHF et microondes sur matériaux plastiques," thèse de doctorat, 2005
- [32] I. Aznabet, M. Ennasar, O. El Mrabet, S. Tedjini, and M. Khalladi , Electronics and Microwave Group, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco. Meander-Line UHF RFID Tag Antenna loaded with Split Ring Resonator.
- [33] Yassine Gmih1* Abdelmajid Farchi1 , Compact Antenna for UHF-RFID Tag Tested on the Human Body for Identification Cards , October 22, 2019.
- [34] Performance Evaluation of a Passive UHF RFID Tag Antenna using the Embedded T-Match Structure.
- [35] BOUREZZANE Bisma, MANSOURI Ahmed Elamine. Conception d'une antenne de tag RFID passif Sur la bande UHF Mémoire Master 2020

[36] Yassine Gmih and Abdelmajid Farchi , “A New Design of a Miniaturized UHF-RFID Passive Tag Antenna Based on L-Shape Radiators with Meandered Dipole.

Résumé

L'identification par radio fréquence (RFID) est une technique qui sert à identifier et/ou localiser des objets, des animaux ou des humains. Elle est en croissant développement pour devenir utilisables dans toutes les activités professionnelles et commerciales telles que la gestion des stocks ou les grandes surfaces.

Notre travail est basé sur deux principales étapes : la première étape est la conception de l'antenne pour résonner dans la bande UHF, en appliquant l'une des techniques de miniaturisation qui est l'utilisation d'un méandre qui sert à rallonger la longueur physique de l'antenne sans autant augmenter la taille de l'antenne ; la deuxième méthode est l'adaptation de l'impédance de l'antenne avec l'impédance d'entrée de la puce utilisée -l'IMPINJ MONZA4- en utilisant l'adaptateur d'impédance T-match.

Mots clés : RFID, antenne de tag RFID, technologie RFID, bande UHF.

Abstract

Radio frequency identification (RFID) is a technique used to identify and/or locate objects, animals or humans.

It is in growing development to become usable in all professional and commercial activities such as inventory management or supermarkets. Our work is based on two main steps: the first step is the design of the antenna to work in the UHF band, applying one of the miniaturization techniques which is the use of a meander that extends the physical length of the antenna without increasing the size of the antenna as much; the second method is to match the antenna impedance with the input impedance of the used chip –the IMPINJ MONZA4- using the T-match impedance adapter.

Key words: RFID, RFID tag antenna, UHF band ,T-match.

المخلص

تحديد الترددات الراديوية (RFID) هي تقنية تستخدم لتحديد و/ أو تحديد موقع الأشياء أو الحيوانات أو البشر. إنها قيد التطوير لتصبح قابلة للاستخدام في جميع الأنشطة المهنية والتجارية مثل إدارة المخزون أو محلات السوبر ماركت.

يعتمد عملنا على خطوتين رئيسيتين: الخطوة الأولى هي تصميم الهوائي للعمل في نطاق UHF ، وتطبيق إحدى تقنيات التصغير وهي استخدام تعرج يطيل الطول المادي للهوائي دون زيادة حجم الهوائي بنفس القدر ؛ الخطوة الثانية هي مطابقة مقاومة الهوائي مع معاوقة الدخل للرقاقة المستخدمة IMPINJ - MONZA4 باستخدام مهبيء المعاوقة T.

الكلمات الدالة : RFID ,هوائي RFID , نطاق UHF , T-match