

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة بلحاج بوشعيب عين تموشنت
Université D'Ain Témouchent - BELHADJ Bouchaib -
Faculté des sciences et de Technologie
Département d'électronique et des Télécommunication



Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : SCIENCES & TECHNOLOGIES

Filière : TELECOMMUNICATION

Spécialité : RESAUX ET TELECOMMUNICATION

Thème :

**Conception des antennes RFID lecteur
en champ proche et lointain**

Présenté par : Mlle MESSAOUDI Hanane

Mr HADDOU Ahmed Zoheir

Devant le jury composé de :

Dr BENCHERIF Kaddour	M.C.A	U.A.T.B.B	(Ain Temouchent)	Président
Dr KANOUN Ahmed Ali	M.C.A	CDS	(Oran)	Examineur
Dr SLIMANE Zohra	M.C.A	U.A.T.B.B	(Ain Temouchent)	Encadrante
Dr BELGACEM Wahiba	M.R.B	CDS	(Oran)	Co-Encadrante

Remerciement

Nos remerciements vont tout particulièrement à Dieu, le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous adonnées durant toutes ces années d'études.

*On tient à exprimer notre très profonde gratitude à notre encadrante Madame **SLIMANE Zohra** Maitre de conférences à l'université Belhadj Bouchaib Ain Témouchent, qui n'a ménagé aucun effort pour nous prendre en charge pour la réalisation de ce travail. On la remercie pour son encadrement, son aide, ses conseils précieux et sa disponibilité.*

*Notre remerciement s'adresse également à notre Co-encadrante de recherche Mme **BELGACEM Wahiba** Maitre de recherche au CDS-Oran pour avoir codirigé ce travail, pour son soutien, sa disponibilité, ses précieux conseils durant la réalisation de ce travail.*

Nous tenons à remercier sincèrement les membres du jury qui nous font le grand honneur d'évaluer ce travail :

*A Monsieur **BENCHERIF Kaddour** Maitre de conférences à l'université Belhadj Bouchaib Ain Témouchent, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de nos profondes gratitude.*

*Nous sommes honorés également de compter parmi les membres du jury Monsieur **KANOUN Ahmed Ali** Maitre de recherche au CDS-Oran, nous le remercions d'avoir acceptée d'examiner ce travail, l'occasion nous a offerte pour lui témoigner toute nos gratitude.*

*Enfin, nous remercions tous nos enseignants du département de télécommunication de l'université **Belhadj Bouchaib**- Ain Témouchent, sans oublier de citer tous les enseignants qui ont contribué à notre formation depuis l'école primaire jusqu'aux études universitaire.*

Dédicaces

*J'ai l'immense honneur de dédier ce mémoire à :
Ceux qui j'adore le plus au monde, mes chers parents qui
m'ont toujours encouragé et poussé vers la réussite.*

*À mon petit frère Mahmoud et mes chères sœurs Manar et
Meriem, pour l'amour, l'attention et l'aide qu'ils m'ont
apportés.*

À mes chers amis

À mes cousins que je les considère comme des frères.

À mon binôme Hanane

*À toute ma promotion de Master RT, avec qui j'ai vécu de bons moments,
et qui resteront gravés dans ma mémoire.*

HADDOU Ahmed Zoheir

Dédicaces

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

*A mes très chers parents, pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné,
leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes
études.*

À mon frère Fouad et ma chère sœur Wafaa.

A mes chères amies

A tous mes connaissances, ma famille, et mon binôme Zoheir

En fin à toute ma promotion de Master 2 Télécommunications

MESSAOUDI Hanane

Résumé

La RFID trouve des applications dans différents domaines tels que la traçabilité, suivi médical de l'état d'une passion, le pilotage de la production, Etc... Les travaux de recherche présentés dans ce projet de fin d'étude s'intéressent à la Conception d'une antenne RFID lecteurs en champ proche et champ lointain. A partir de l'état de l'art sur cette technologie et les méthodologies classique de conception des antennes une nouvelle méthode de conception a été développée pour améliorer les performances de l'antenne. La première structure, nous avons proposé une nouvelle géométrie d'antenne à boucle segmenté fonctionne à la fréquence 866 MHz, l'objectif c'était de faire une étude comparative entre nos résultats et les résultats obtenue à la thèse de Mr Diaki. Pour la deuxième structure nous avons préposé une nouvelle géométrie d'antenne patch, quelques techniques sont appliqués pour adaptés ces antennes a la fréquence de résonance (2.4 et 5.8 GHz). Pour chaque antenne, nous avons optimisé sa géométrie et ses dimensions en faisant plusieurs simulations avec le logiciel CST afin de déterminer les paramètres de l'antenne qui influencent le plus ses performances. Les performances de ces antennes sont également évaluées au moyen de coefficients de réflexion, de diagrammes de rayonnement 2D et 3D et de représentations de gain.

Mots clés : Tag, lecteur, système RFID, bande UHF, bande ISM, antennes RFID, CST.

Abstract

RFID has applications in various fields such as traceability, medical monitoring of the state of a passion, production control, etc. The research work presented in this final year project focuses on the design of a RFID reader antenna in the near and far field. Based on the state of the art on this technology and the classical methodologies of antenna design, a new design method has been developed to improve the performance of the antenna. In the first structure, we proposed a new geometry of segmented loop antenna operates at the frequency 866 MHz; the objective was to make a comparative study between our results and the results obtained in the thesis of Mr Diaki. For the second structure we proposed a new patch antenna geometry, some techniques are applied to adapt these antennas to the resonant frequency (2.4 and 5.8 GHz). For each antenna, we optimized its geometry and dimensions by performing several simulations with the CST software in order to determine the antenna parameters that most influence its performance. The performance of these antennas is also evaluated by means of reflection coefficients, 2D and 3D radiation patterns and gain representations

Keywords: Tag, reader, RFID system, UHF band, ISM band, RFID antenna,

ملخص

شهدت تقنية التعريف عن طريق ترددات الراديو (RFID) (نقلة نوعية في السنوات الأخيرة ولا سيما بفضل تكوينها متعدد الاستخدامات. تُتيح هذه التقنية تطبيقات في مجالات مختلفة مثل التعقب الطبي لحالة مريض، القيادة، الإحصاء... الخ. وقد ركزت البحوث المعروضة في هذه المذكرة على تصميم هوائي RFID قارئ للمدى القريب والبعيد. بداية من نظرة شاملة عن هذه التقنية وصولاً إلى عرض بعض تصاميم الهوائيات الكلاسيكية، تم تطوير تصميم جديد يهدف إلى تحسين أداء الهوائي للمدى القريب. في الهيكل الأول، اقترحنا هندسة جديدة لهوائي حلقة مجزأة يعمل على تردد 866 MHz، وكان الهدف إجراء دراسة مقارنة بين نتائجنا والنتائج التي تم الحصول عليها في أطروحة السيد Diaki. بالنسبة للهيكل الثاني، اقترحنا هندسة هوائي رقعة جديدة، يتم تطبيق بعض التقنيات لتكبير هذه الهوائيات مع تردد (2.4 و 5.8 GHz). بالنسبة لكل هوائي، قمنا بتحسين هندسته وأبعاده من خلال إجراء العديد من عمليات المحاكاة باستخدام برنامج CST لتحديد العوامل التي تؤثر على أداء كل هوائي، تم تقييم أداء هذه الهوائيات أيضاً من خلال تمثيل معامل الانعكاس ومخطط الإشعاع ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد والكسب. من خلال نتائج المحاكاة، تم الحصول على نطاقات قراءة ممتازة بفضل الأداء الجيد للهوائي.

الكلمات المفتاحية: هوائي RFID, مجموعة UHF, ISM, قارئ RFID.

Liste des acronymes

2D : Deux Dimensions

3D : Trois Dimensions

BF : Base Fréquence

UH : Haut Fréquence

UHF : Ultra Haut Fréquence

SHF: Super High Frequency

ISM: Industriel Scientifique Medical

CST: Computer Simulation Technology

dB: déciBel

FR4: Flame Resistant 4

ISO: International Organization for Standardization

VSWR: Voltage Standing Wave Ration

TOS : Taux d'onde Stationnaires

RFID: Radio Frequency Identification

GHz: Giga Hertz

IFF: Identify Friend or Foe

EPC: Global Electronic product Code

FCC: L'institut Européen des normes des télécommunications

NFC: Near Field Communication

UID: unique identifier

RTLS: Real Time Location Systems

PDA: personale Digital Assistant

Table des matières

Remercîment

Dédicace

Résumé

Liste des acronymes

Table des matières	i
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	viii
Introduction Générale	2
Chapitre I :.....	5
Etat de l’art sur la technologie RFID	5
I.1. Présentation de chapitre.....	5
I.2. Introduction.....	5
I.3. Historique	6
I.4. Définition	7
I.5. Principe de fonctionnement	7
I.6. Les différents composants d'un système RFID.....	8
I.6.1. Lecteur	9
I.6.1.1. Architecture des lecteurs RFID	9
I.6.1.2. Principe fonctionnement du lecteur RFID	10
I.6.1.3. Lecteurs RFID fixes ou portables	10
I.6.1.3.1. Lecteur fixe	10
I.6.1.3.2 Un lecteur mobile	11
I.6.2. Logiciel d’application	12
I.6.3. Antenne	12
I.6.4. Étiquettes RFID	13
I.6.4.1. L’architecteur de l’étiquette	13
I.6.4.2. Types d’étiquettes	14
I.6.4.2.1 Les étiquettes actives	14
I.6.4.2.2 Étiquettes passives	14
I.6.4.2.3 Les étiquettes semi-passives	15
I.7. Fréquences des systèmes RFID	15

I.8.	Normalisation	17
I.9.	Protocoles de communication entre le lecteur et la Tag RFID	19
I.10.	Les domaines d'application de la RFID	19
I.10.1.	Logistique	20
I.10.2.	Gestion des stocks et des articles	20
I.10.3.	Sécurisation de la marchandise	21
I.10.4.	Identification des animaux	22
I.10.5.	Carte de paiement	22
I.10.6.	Médical	23
I.10.6.1.	La Surveillance permanente et la protection des patients dans le System RFID 24	
I.10.6.1.2	Assistance aux handicapés	24
I.10.6.1.3	Gestion des hôpitaux	25
I.10.6.1.4.	Implants	25
I.10.6.1.5.	Surveillance médicale	25
I.10.6.2.	La prothèse dentaire	25
I.10.6.3.	Dossier médical	26
I.10.6.4.	Les micro-puces neurales ou cérébrales	26
I.10.6.4.1.	Le traçage	27
I.10.6.4.2.	Identification et la vérification	27
I.10.6.4.3.	Détection	27
I.10.6.4.4.	Intervention	28
I.11.	Les Avantages et inconvénients de la technologie RFID	28
I.11.1.	Les avantages de la RFID	28
I.11.2.	Les inconvénients de la RFID	29
I.12.	Conclusion	29
	Chapitre II :	31
	La conception d'une antenne lecteur RFID en champ proche	31
II.1.	Présentation de chapitre	31
II.2.	Introduction	31
II.3.	Lecteur RFID	32
II.3.1.	Architecture d'un lecteur RFID	32
II.3.2.	Principe de fonctionnement d'un lecteur RFID	34
II.4.	C'est quoi le Champ proche en RFID	35

II.5.	Zone de fonctionnement d'un système RFID UHF champ	36
II.6.	La distance de lecture.....	37
II.7.	Le coefficient de réflexion	38
II.8.	La communication RFID-UHF en champ proche	38
II.8.1.	Transfert des données par couplage inductif	40
II.8.2.	Principe de couplage inductif	41
II.8.	Modélisation d'une communication RFID UHF champ proche	42
II.9.	Conception des antennes lecteurs RFID en Camp Proche	43
II.9.1.	Antennes lecteurs RFID-UHF en champ proche	45
II.9.1.1.	Antennes champ proche réactif	45
II.9.1.2.	Antenne boucle	45
II.9.1.3.	Antenne boucle segmenté.....	47
II.10.	Résultats de simulation.....	49
II.10.1.	La variation de Gain en fonction de la fréquence résonance RFID.....	51
II.10.2.	Étude comparative des résultats obtenue avec la littérature	52
II.11.	Conclusion	53
Chapitre III :.....		55
La conception d'une antenne lecteurs RFID en champ lointain.....		55
III.1.	Présentation de chapitre.....	55
III.2.	Introduction	55
III.3.	Système RFID en champ lointain	55
III.4.	Communication RFID Micro-ondes en champ lointain	56
III.5.	Techniques de couplage RFID en champ lointain	57
III.6.	Antennes RFID en champ lointain	57
III.7.	Principe de fonctionnement de l'antenne patch.....	58
III.8.	Les Techniques d'adaptation des antennes imprimées.....	59
III.8.1.	Adaptation par ligne quart d'onde.....	59
III.8.2.	Adaptation par stub.....	60
III.8.3.	Adaptation avec encoches.....	61
III.9.	Mécanisme d'alimentation du patch	61
III.9.1.	Alimentation directement connectée à l'antenne	61
III.9.2.	Alimentation par couplage	62
III.10.	Conception d'une antenne lecteur RFID en champ lointain	62
III.10.1.	patch carrée pour RFID	62

III.10.2. La structure d'antenne patch proposée.....	64
III.11. Conclusion	70
Conclusion Générale.....	72
Bibliographie.....	74
Annexe :	79
A.1 Définition du logiciel CST STUDIO SUITE :.....	79

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1: Simple illustration du principe de fonctionnement	8
Figure I.2: décrit la structure d'un système RFID	9
Figure I.3: schéma fonctionnel d'un lecteur RFID.	10
Figure I.4: exemple d'un lecteur RFID fixe	11
Figure I.5: exemple d'un lecteur RFID mobile	12
Figure I. 6: Antenne de lecteur RFID	12
Figure I.7: exemples des étiquettes RFID	13
Figure I.8: L'architecture de l'étiquette RFID	13
Figure I.9: méthode d'alimentation des tags actives	14
Figure I.10: méthode d'alimentation des tags passifs	15
Figure I.11: méthode d'alimentation des tags semi-passifs	15
Figure I.12: les différentes fréquences RFID	17
Figure I.13: des exemples sur les domaines d'application de la technologie RFID	20
Figure I.14: La RFID pour la Gestion des stocks et des articles	21
Figure I.15: RFID pour l'identification des animaux	22
Figure I.16: Dispositif de paiement Pidion BIP-1300.....	23
Figure I.17: L'utilisation de system RFID dans domaine médicale	24
Figure I.18: Des bracelets RFID	25
Figure I.19: exemple d'une puce est intégré dans la prothèse dentaire	26
Figure I.20 : Exemple sur le dossier médical du patient	26
Figure I.21: la micro-puce neurale	27

Chapitre II

Figure II.1: principe de fonctionnement d'un lecteur RFID	33
Figure II.2: Lecteur RFID pc prox Dual-band	33
Figure II.3: Lecteur de carte RFID	33
Figure II.4: Lecture RFID pour le control d'accès	34
Figure II.5: principe de fonctionnement d'un Lecture RFID	34
Figure II.6: Définition des zones de champs	35

Figure II.7 : Boucle de conduction par couplage magnétique (à gauche), circuit équivalent pour Une boucle de conduction par couplage magnétique (à droite)	36
Figure II.8: les zones de fonctionnement de la RFID UHF en CP.	37
Figure II.9: Principe du system de couplage inductif	41
Figure II.10: Principe du couplage inductif	41
Figure II.11: Mécanisme de couplage dans les systèmes RFID	42
Figure II.12: Méthodologie de conception des antennes RFID	44
Figure II. 13: montre le changement de phase de courant sur l'antenne	46
Figure II. 14: antenne boucle segmentée propose	48
Figure II. 15: L'antenne proposée de côté.....	48
Figure II.16: Plan de masse de l'antenne	49
Figure II.17: le Coefficient de réflexion de l'antenne.....	49
Figure II. 18: le VSWR en fonction de la fréquence	50
Figure II.19: le diagramme de rayonnement en 3D	51
Figure II.20: Diagramme de rayonnement en polaire ($\phi=90^\circ$, $\phi=0$)	51
Figure II.21 : le gain d'antenne en fonction de la fréquence.....	52

Chapitre III

Figure III.1: Principe de communication RFID	56
Figure III.2: Rayonnement électromagnétique en champ lointain	57
Figure III.3: antenne patch rectangulaire en présentant les quatre paramètres principaux de l'antenne	58
Figure III.4: d'autre forme de l'antenne patch	58
Figure III.5 : (a) Représentation des champs marginaux sur l'antenne patch alimenté par une ligne de transmission. (b) comparaison entre la longueur physique et la longueur effective de l'antenne patch	59
Figure III.6: adaptation par quart d'onde	60
Figure III.7: Modélisation de l'antenne à adaptation simple stub	60
Figure III.8: Stub en circuit ouvert	60
Figure III.9: Patch adapté par encoches de longueur	61
Figure III. 10: (a)Alimentation directe par ligne de transmission, (b) par câble coaxiale	61
Figure III.11: Alimentation par couplage	62

Figure III.12:Géométrie d'antenne patch carrée64

Figure III.13: Coefficient de réflexion de l'antenne patch alimentée par une ligne micro ruban64

Figure III.14: Géométrie d'antenne patch carrée avec encoches.....65

Figure III.15: L'antenne proposée de coté65

Figure III.16: Coefficient de réflexion de l'antenne patch avec encoches en fonction de fréquence.....66

Figure III.17: Taux d'ondes stationnaires en fonction de la fréquence.66

Figure III.18: Variation de gain en fonction de la fréquence.67

Figure III.19: Diagramme de rayonnement polaire de l'antenne patch a la fréquence 2.45 GHz (2D) avec $\phi=0$ et $\phi=90$68

Figure III. 20: Diagramme de rayonnement 3D pour $f=5.8$ GHz.....69

Figure III.21 : Diagramme de rayonnement en directivité et polaire de l'antenne patch a la fréquence 5.8 GHz (2D) avec $\phi=0$ et $\phi=90$69

Figure III. 22: la distance de lecture en fonction de la fréquence 2.45 GHz.70

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1: une brève historique sur la technologie RFID	7
Tableau I.2: Récapitulatif des normes ISO pour la standardisation des systèmes RFID.....	18

Chapitre II

Tableau II. 1: les dimensions des antennes étudiées	47
Tableau II. 2: La variation de gain en fonction de la fréquence.....	52
Tableau II. 3: comparaisent entre les deux antennes dans la fréquence 866MHz	52

Chapitre III

Tableau III.1: dimension de l'antenne patch carré	63
Tableau III.2: Les dimensions d'antennes patch avec encoche.	65
Tableau III.3: montre la variation de gain.	67

Introduction Générale

Introduction Générale

Les technologies de l'information capable d'identifier automatiquement et sans erreur, sans visibilité directe, en extrayant un identifiant unique des étiquettes microélectroniques fixées aux objets. L'identification par radiofréquence (RFID) est une technologie en pleine évolution qui permet la détection et la reconnaissance par RF d'objets associés à un code d'identification unique porté par une puce électronique fixée à une antenne (l'étiquette RFID). Ces étiquettes renvoient leur code unique lorsqu'elles sont interrogées par un lecteur RFID à portée [1]. Le concept de base est utilisé depuis les années 80, initialement pour les systèmes de ID automatique. Cependant, les nombreux avantages de cette technologie et la baisse rapide des coûts de fabrication associés ont étendu son applicabilité à d'autres applications de masse comme l'identification d'animaux ou d'objets, l'inventaire, la gestion des actifs, le contrôle d'accès sans contact, les systèmes anti-contrefaçon et antivol, les soins de santé, etc. Récemment, la technologie RFID a été étendue pour permettre simultanément un certain degré de suivi et de localisation.

La technologie RFID repose sur l'utilisation de puces électroniques reliées à des antennes miniatures. Elle fonctionne en générale de manière passive, sans énergie propre, en attendant l'activation par la fréquence radio envoyée par l'émetteur-récepteur et utilisant l'énergie du signal radio reçu pour le refléter et y répondre. La technologie RFID est facilement utilisable Sans intervention humaine. Afin de mieux cerner notre travail, nous avons structuré ce mémoire en trois chapitres.

Dans le premier chapitre, nous avons exposé une généralité sur la RFID en premier lieu. Nous sommes intéressés par la suite sur la présentation des équipements de système RFID, en présentant brièvement les étiquettes et les fréquences allouées .En fin nous avons présenté le domaine d'application de système RFID et leur avantages et l'inconvénient.

Le deuxième chapitre a comme premier objectif la conception d'antennes lecteurs RFID en champ proche pour (866 MHz). Une configuration d'antenne est étudiée, simulée, analysée et testée sur le programme de simulation CST. Les résultats des tests de performance de cette antenne pour les applications RFID en champ proche sont mentionnés dans cette partie.

Le troisième chapitre est consacré à la conception d'une antenne RFID lecteurs en champ lointain fonctionnons au dual band ISM micro -onde pour 2.4 GHz et 5.8 GHz.

En finale ce travail par une conclusion générale inclue un résumé de l'ensemble des principaux résultats obtenus.

CHAPITRE I

Etat de l'art sur la technologie RFID

Chapitre I :

Etat de l'art sur la technologie RFID

I.1.Présentation de chapitre

La technologie RFID se concentre sur le développement et la créativité dans le futur proche, elle a laissé sa marque dans le monde des technologies innovant. Depuis son apparition jusqu'à aujourd'hui, la technologie ne s'arrête pas dévaluée et de diversifiée le champ d'applications, du simple fonctionnement en mode "tout ou rien" au stockage et traitement d'informations. Nous avons consacré ce premier chapitre pour la présentation de la technologie RFID, commencent par l'historique de cette technologie, par la suite en mis l'accent sur les différent élément constituant un system RFID, en troisième lieu d'un bref descriptif du fonctionnement de ce système [24].

I.2. Introduction

La mise en œuvre croissante de la technologie d'identification par radiofréquence (RFID), en particulier dans le secteur des soins de santé, démontre que la technologie RFID est un atout pour les organismes de santé. La RFID peut permettre aux organisations de gagner du temps et de l'argent en fournissant des données en temps réel sur la traçabilité, l'identification, la communication, la température et la localisation des personnes et des ressources [24].

Premièrement, nous avons consacré ce premier chapitre pour présenter la technologie RFID, donc nous avons présenté l'historique de cette technologie, par la suite en mis l'accent sur les différent élément constituant un system RFID, un bref descriptif du fonctionnement de ce system.

L'élaboration de toute la communication dépend en grande partis des performances des tags mise en jeu, c'est la raison pour laquelle une étude détaillée de ces éléments primordial a pour but d'exposes quelque type tag mise en œuvre en technologie RFID.

La technologie RFID offre un large éventail d'application n'ont pas de limite, elle peut s'étendre au-delà de nous imagination, elle peut améliorer de façon considérable la vie d'individu. Pour cette raison nous avons déjà citée plein d'exemple dans les différents domaines de la vie par la suit en mettant l'accent sur les différent bande de fréquence allouer

et nous avons consacré une partie de ce chapitre pour créer une richesse sur la connaissance des principaux types des antennes RFID étant un point très primordial.

En fin nous avons présenté le domaine d'application de système RFID et leur avantages et l'inconvénient et comme toujours nous avons terminé avec une conclusion.

I.3. Historique

La technologie des radiofréquences est loin d'être née au début du vingtième siècle. On attribue généralement au physicien russe Leon Theremin la création du premier dispositif RFID en 1946. Bien que Theremin soit reconnu pour la première application réussie de cette technologie [1]. Le tableau suivant décrit brièvement l'évolution de cette technologie [2] :

1948	En 1948 Léon Theremin a inventé ce que l'on pense être le premier dispositif connu et un prédécesseur de la RFID : un Outil d'espionnage qui retransmettait des ondes radio avec des informations audio Un autre exemple est le système de transpondeur à longue portée de "l'identification, ami ou ennemi" [2].
1970	En 1973, une première démonstration d'étiquettes RFID à puissance réfléchie (rétrodiffusion modulée), passives et semi-passives, a été réalisée par Steven Depp, Alfred Koelle et Robert Frayman au laboratoire national de Los Alamos. Le système portable fonctionnait à 915 MHz et utilisait des étiquettes de 12 bits. Cette technique est utilisée par la majorité des étiquettes RFID UHFID et micro-ondes actuelles.
1980	Après avoir été considérée pendant des années comme une technologie de niche, la RFID a commencé à faire son entrée dans le grand public dans les années 1980. À cette époque, plusieurs entités commerciales ont commencé à tirer parti des solutions RFID. Celles-ci ont été utilisées dans plusieurs secteurs et situations, tels que : Le transport- l'accès du personnel- l'automatisation des usines- le marquage des animaux.

1990	Début de la standardisation pour une interopérabilité des équipements RFID à commencer par les cartes à puces puis les systèmes tags lecteurs de manière générale [2].
2005	Commercialisation à grande échelle de lecteurs et tags RFID, en logistique et traçabilité [2].

Tableau I.1: une brève historique sur la technologie RFID [2].

I.4. Définition

La RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie de communication sans fil utilisée pour capturer des données, qui peuvent être liées à différents attributs d'identification (numéro de série, position, couleur, date d'achat, etc.) d'entités portant des étiquettes RFID (tags) [3].

Le processus de collecte des données est basé sur un échange d'ondes électromagnétiques entre les étiquettes RFID et les interrogateurs RFID (lecteurs) [3].

Cette technologie d'identification automatique et de capture de données est capable de fournir une plus grande granularité d'étiquetage par rapport aux codes à barres et aux technologies Auto-ID précédentes. Par exemple, avec la RFID, il est possible d'attribuer des codes d'identification différents pour des articles similaires, et différents niveaux d'identification permettant une meilleure visibilité et une meilleure traçabilité dans les processus logistiques et de fabrication. Au cours des cinq dernières années, plusieurs groupes (économiques, sociaux, militaires, sanitaires et politiques) ont pris conscience du potentiel d'innovation et d'amélioration de l'efficacité de leurs processus grâce à la technologie RFID. Les étiquettes RFID sont de plus en plus utilisées et leurs performances de communication, ainsi que leur niveau de normalisation, sont continuellement améliorés [3].

I.5. Principe de fonctionnement

Les systèmes RFID se composent principalement de deux éléments : les lecteurs et les étiquettes :

Un lecteur RFID est un dispositif composé d'une ou plusieurs antennes émettant des ondes radio et recevant des signaux de l'étiquette RFID.

Les étiquettes RFID transmettent leur identité et des informations supplémentaires aux lecteurs à proximité au moyen d'ondes radio.

Le processus de suivi RFID est assez simple, quelle que soit la manière dont vous déployez votre système RFID.

En général, le processus de suivi RFID comprend les quatre étapes suivantes. L'étiquette RFID stocke les données. L'antenne reconnaît ensuite le signal de l'étiquette RFID à proximité. Le lecteur RFID, connecté sans fil à l'antenne, reçoit les données stockées sur l'étiquette RFID. Le lecteur envoie ensuite les données à une base de données de suivi qui les stocke et les exploite.

Dans l'exemple de l'usine de fabrication utilisé ci-dessus, l'étiquette RFID serait située sur l'outil. Le lecteur RFID reçoit le signal de l'étiquette. Il reçoit ensuite des données sur l'emplacement de l'outil. Le lecteur envoie ces informations de localisation à la base de données pour être lues par le chef de projet qui peut alors localiser l'outil [5].

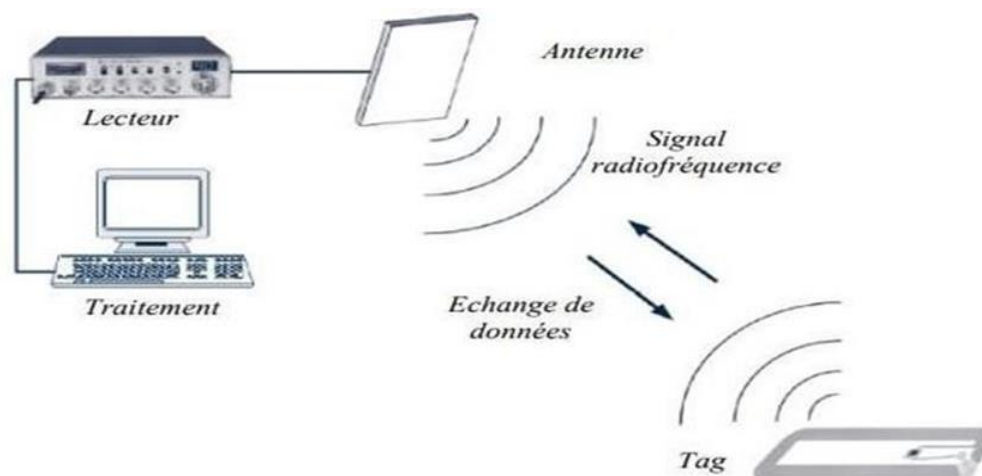


Figure I.1: Simple illustration du principe de fonctionnement [7].

I.6. Les différents composants d'un système RFID

Un système RFID de base se compose de trois éléments principaux : le lecteur, l'étiquette, et le middleware [8].

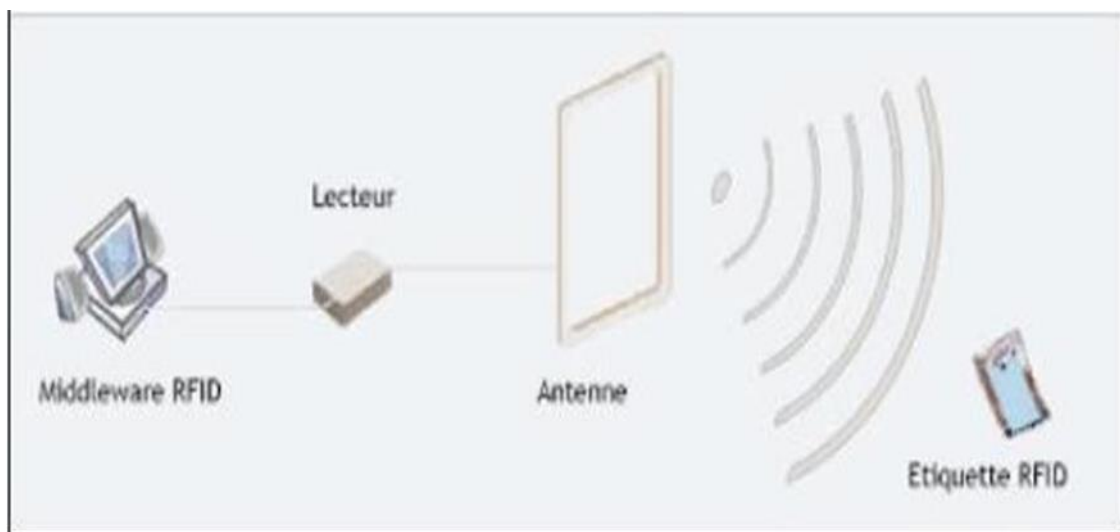


Figure I.2: décrit la structure d'un système RFID [7]

I.6.1. Lecteur

Un lecteur RFID est le cerveau du système RFID et est nécessaire au fonctionnement de tout système. Les lecteurs, également appelés interrogateurs, constitué d'un circuit qui émet un signal au tag de même le tag transmette les données contenues dans les puces ce forme des ondes radio. Le lecteur reçoit le signal le décode et l'envoie finalement au système informatique [9].

I.6.1.1. Architecture des lecteurs RFID

Le lecteur RFID est l'interface entre l'application hôte et les étiquettes RFID, Son rôle est de réaliser la gestion de la communication avec les étiquettes RFID et de renvoyer leurs données à l'application hôte [6]. Le lecteur se compose de différentes fonctions, comme le montre la Figure I.3:

Une unité de contrôle numérique, qui génère et formate un signal numérique contenant les informations à transmettre à l'étiquette et traite sa réponse en retour. Elle est en charge du codage et du décodage des signaux et éventuellement du cryptage et du décryptage des données [6].

Le frontal radio se compose d'un émetteur et d'un récepteur RF. Cette partie est chargée de générer la porteuse RF, de la moduler avec le signal numérique généré par l'unité de contrôle et de démoduler la réponse de l'étiquette [6].

Une ou plusieurs antennes pour envoyer et recevoir les données, et pour diffuser l'énergie RF pour alimenter les étiquettes à distance [9].

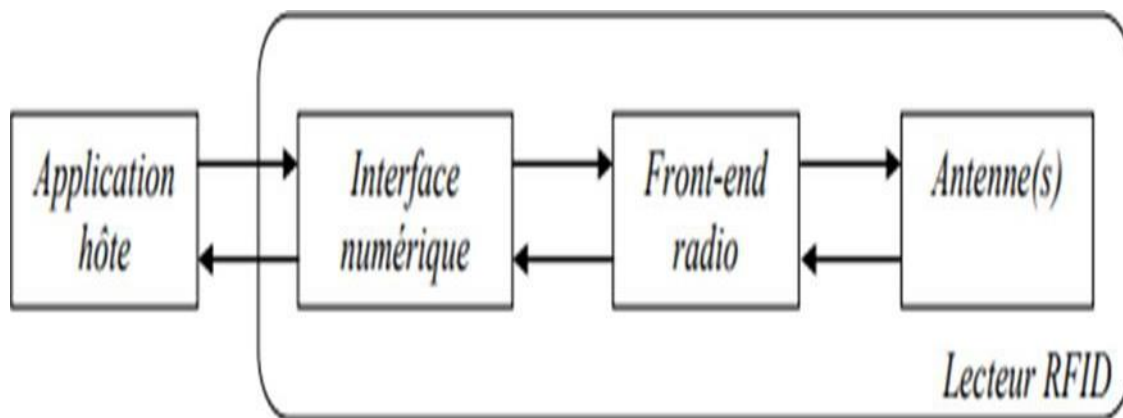


Figure I.3:schéma fonctionnel d'un lecteur RFID [9].

I.6.1.2. Principe fonctionnement du lecteur RFID

Le lecteur RFID émet des ondes radio de fréquences spécifiques à travers des antennes RFID. Ces ondes "donnent de l'énergie" aux étiquettes pour qu'elles puissent communiquer en émettant un identifiant unique. Elles n'ont pas besoin de piles et peuvent être utilisées pendant de nombreuses années [15]. Le lecteur reçoit les informations renvoyées par ces tags après avoir établi un dialogue selon un protocole de communication prédéfini. Il traite les données afin que nous puissions les intégrer dans notre application et leur donner un sens. La portée de lecture typique est de 0 à 12 mètres [15].

I.6.1.3. Lecteurs RFID fixes ou portables

Un lecteur RFID prend plusieurs formes, leur classification effectuée en fonction de leur utilisation prévue. Le contact direct avec la puce n'est pas nécessaire, en fait, le marché des lecteurs fixes est très utilisé, mais il n'empêche qu'ils soient portables [10].

I.6.1.3.1. Lecteur fixe

Surveillance permanente et en temps réel : Étant donné qu'un lecteur RFID fixe reste sous tension et ne bouge pas, il se pose tranquillement dans un coin du bâtiment et collecte des données en permanence.

Gestion automatisée des actifs/suivi des stocks : Grâce à la surveillance permanente, personne ne doit penser à allumer le lecteur et à effectuer un scan. Ainsi, si vous essayez de

suivre la quantité de stock qui entre dans votre bâtiment chaque jour, un lecteur RFID fixe toujours actif est un excellent moyen d'automatiser ce processus.

Large plage de lecture : De la même manière que les ordinateurs de bureau ont généralement une plus grande puissance de calcul que les ordinateurs mobiles, les lecteurs RFID fixes ont généralement une plus grande portée de lecture que les lecteurs portables, et peuvent surveiller une plus grande zone à la fois.

I.6.1.3.2 Un lecteur mobile

Facilement transportables : Les lecteurs RFID portables sont conçus pour être emportés partout où vous devez aller, c'est pourquoi ils sont légers et fonctionnent sur batterie. En général, ils sont également conçus dans un souci de confort ergonomique.

Aucune installation physique requise - déploiement rapide : Contrairement à un lecteur RFID fixe, qui nécessite un montage et un câblage, les lecteurs portables ne nécessitent aucune installation autre que la mise en marche de l'appareil et la lecture des étiquettes RFID.



Figure I.4: exemple d'un lecteur RFID fixe [6].



Figure I.5: exemple d'un lecteur RFID mobile [4].

I.6.2. Logiciel d'application

Le middleware RFID Sa fonction principale est de communiquer avec le lecteur RFID, est un ensemble de programmes placé entre le lecteur et l'application de gestion des informations, afin de supporter le système RFID [11].

Le rôle du middleware RFID [12].

- Transfert vers les applications métiers.
- Filtrage et validation des données brutes.
- Gestion du système (surveillance, niveaux de service).

I.6.3. Antenne

L'antenne est un composant RF qui est intégrée au lecteur RFID et aux tags RFID. Elle permet l'activation des étiquettes afin de recevoir des informations et d'en transmettre les données [10].



Figure I. 6:Antenne de lecteur RFID [13].

I.6.4. Étiquettes RFID

L'étiquette RFID, également appelée transpondeur est une micro puce combinée à une antenne dans un boîtier compact, (elle est généralement très petit), tous les étiquettes contiennent deux parties fondamentales le circuit intégré ou micro puce est le cœur de l'étiquette qui stocker les données d'identification, elle fonctionne l'ors quelle reçoit une certaine forme d'énergie [11].

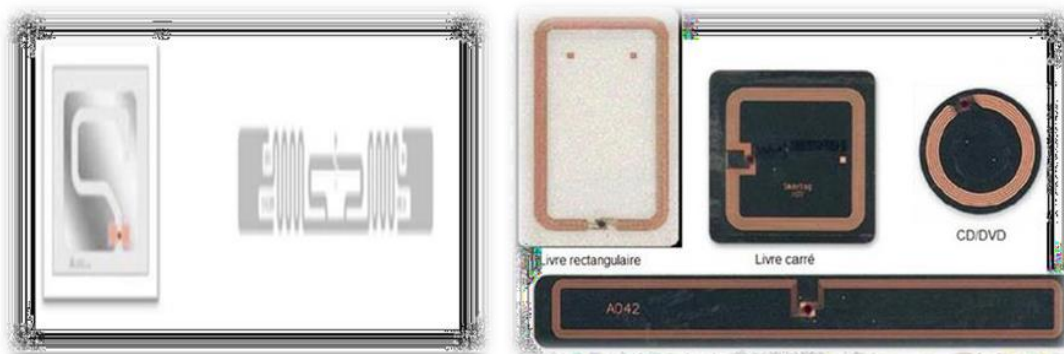


Figure I.7: exemples des étiquettes RFID [11].

I.6.4.1. L'architecteur de l'étiquette

Les étiquettes RFID sont constituées de trois composants différents : une puce RFID, qui est un circuit intégré (CI), une antenne et un substrat. Un fabricant d'étiquettes ne fabrique généralement pas ces trois composants en interne. Le circuit intégré est généralement conçu et fabriqué par un fabricant de semi-conducteurs, tandis que l'antenne est généralement conçue et fabriquée par un fabricant d'étiquettes [5].

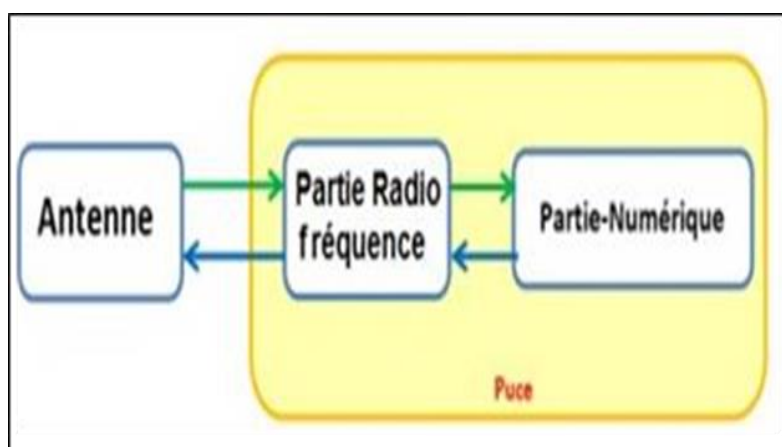


Figure I8: L'architecture de l'étiquette RFID [9].

I.6.4.2. Types d'étiquettes

Les étiquettes RFID peuvent être classifiées selon la source d'énergie comme suite :

- Étiquettes passives
- Étiquettes semi-passives
- Étiquettes actives

I.6.4.2.1 Les étiquettes actives

Une étiquette active dispose d'une source d'énergie embarquée, généralement une batterie, et d'un émetteur actif. Le circuit intégré de cette étiquette peut contenir plus de puissance de traitement pour mettre en œuvre des fonctionnalités supplémentaires telles que la manipulation des données. Cette étiquette utilise la batterie pour alimenter son circuit intégré et son émetteur. Elle n'a pas besoin de la puissance émise ou des signaux radio de l'interrogateur pour transmettre ses données. En fait, elle n'a même pas besoin d'un interrogateur [14].

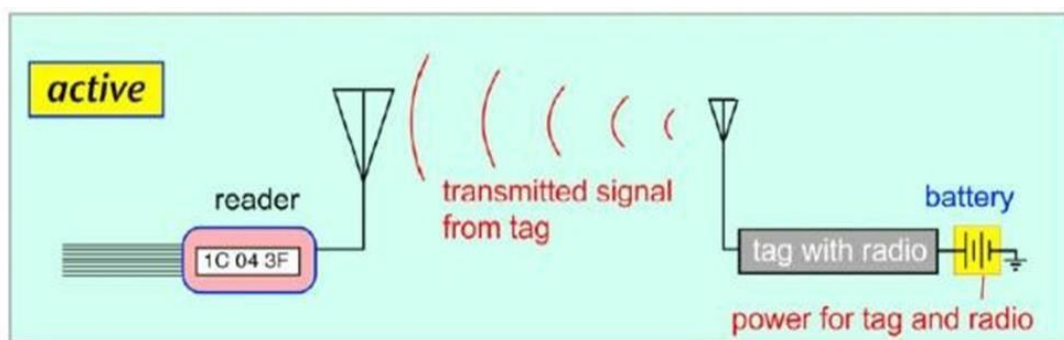


Figure I.9: méthode d'alimentation des tags actives [12].

I.6.4.2.2 Étiquettes passives

Une étiquette passive ne dispose pas de sa propre source d'énergie ; elle n'a pas de batterie embarquée. L'étiquette est alimentée par les ondes radio reçues de l'interrogateur. La quantité d'énergie ainsi reçue est très faible, juste assez pour alimenter son circuit intégré. Par conséquent, les fonctionnalités des étiquettes passives sont limitées. En raison d'un manque d'énergie, elle ne peut pas supporter un émetteur actif pour communiquer avec l'interrogateur. [14].

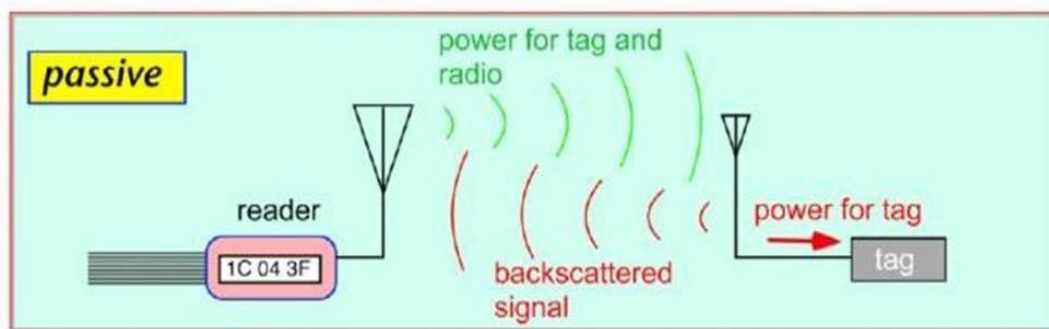


Figure I.10: méthode d'alimentation des tags passifs [12].

I.6.4.2.3 Les étiquettes semi-passives

Les étiquettes semi-passives sont également appelées, étiquettes passives assistées par batterie (BAP) ou étiquettes assistées par batterie (BAT). Cette étiquette possède une batterie embarquée pour alimenter son circuit intégré, mais, comme une étiquette passive, elle n'a pas d'émetteur actif. Elle utilise la rétrodiffusion pour communiquer avec l'interrogateur. Elle module la réflexion des ondes de l'interrogateur et nécessite un interrogateur pour envoyer des données. Comme il n'y a pas d'émetteur, il ne contribue pas non plus au bruit radioélectrique. [14].

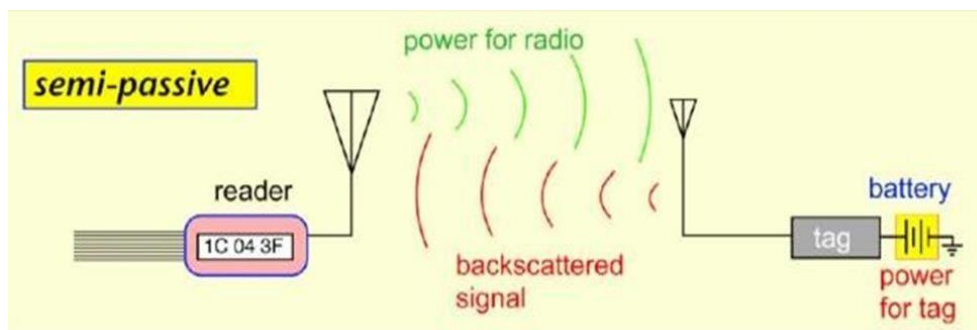


Figure I.11: méthode d'alimentation des tags semi-passifs [12].

I.7. Fréquences des systèmes RFID

Les systèmes RFID sont souvent classés en fonction de leur bande de fréquence de fonctionnement. La fréquence fait référence à la taille des ondes radio utilisées pour communiquer entre les composants du système. Les systèmes RFID du monde entier fonctionnent sur des bandes de basse fréquence (LF), de haute fréquence (HF) et d'ultra-haute fréquence (UHF). Les ondes radio se comportent différemment à chacune de ces fréquences et l'utilisation de chaque bande de fréquences présente des avantages et des inconvénients.

Par exemple, si un système RFID fonctionne à une fréquence plus basse, il a un taux de lecture des données plus lent, mais des capacités accrues de lecture à proximité ou sur des surfaces métalliques ou liquides [15] :

- **Basses fréquence LF (Low Frequency):** La bande LF couvre des fréquences allant de 30 KHz à 300 KHz. En général, les systèmes RFID LF fonctionnent à 125 KHz, mais il en existe qui fonctionnent à 134 KHz. Cette bande de fréquences offre une courte portée de lecture de 10 cm, et sa vitesse de lecture est plus lente que celle des fréquences plus élevées, mais elle n'est pas très sensible aux interférences des ondes radio. Les applications RFID LF comprennent le contrôle d'accès et le suivi du bétail [27].
- **Hautes fréquences HF (High Frequency) :** La bande HF s'étend de 3 à 30 MHz. La plupart des systèmes RFID HF fonctionnent à 13,56 MHz avec des portées de lecture comprises entre 10 cm et 1 m. Les systèmes HF sont modérément sensibles aux interférences. La RFID HF est couramment utilisée pour les applications de billetterie, de paiement et de transfert de données [27].
- **Ultra hautes fréquences UHF (Ultra-high Fréquence) :** La bande de fréquences UHF couvre la plage de 300 MHz à 3 GHz. Bien que la fréquence varie d'une région à l'autre, dans la plupart des pays, les systèmes RFID UHF fonctionnent entre 900 et 915 MHz. La portée de lecture des systèmes passifs UHF peut atteindre 12 m, et la RFID UHF a un taux de transfert de données plus rapide que la LF ou la HF. La RFID UHF est la plus sensible aux interférences, mais de nombreux fabricants de produits UHF ont trouvé des moyens de concevoir des étiquettes, des antennes et des lecteurs pour maintenir des performances élevées même dans des environnements difficiles. Les étiquettes UHF passives sont plus faciles et moins chères à fabriquer que les étiquettes LF et HF [27].
- **Super-high Fréquence, SHF (micro-ondes) :** dans la RFID, on utilise aussi des bandes ISM avec des fréquences de 2,45 GHz et 5,8 GHz dans la plage des micro-ondes. La portée d'un transpondeur passif SHF peut aller jusqu'à 3 mètres et une distance qui peut atteindre les 300 mètres si vous optez pour des transpondeurs actifs. Le taux de transfert des systèmes RFID SHF est très élevé [27].

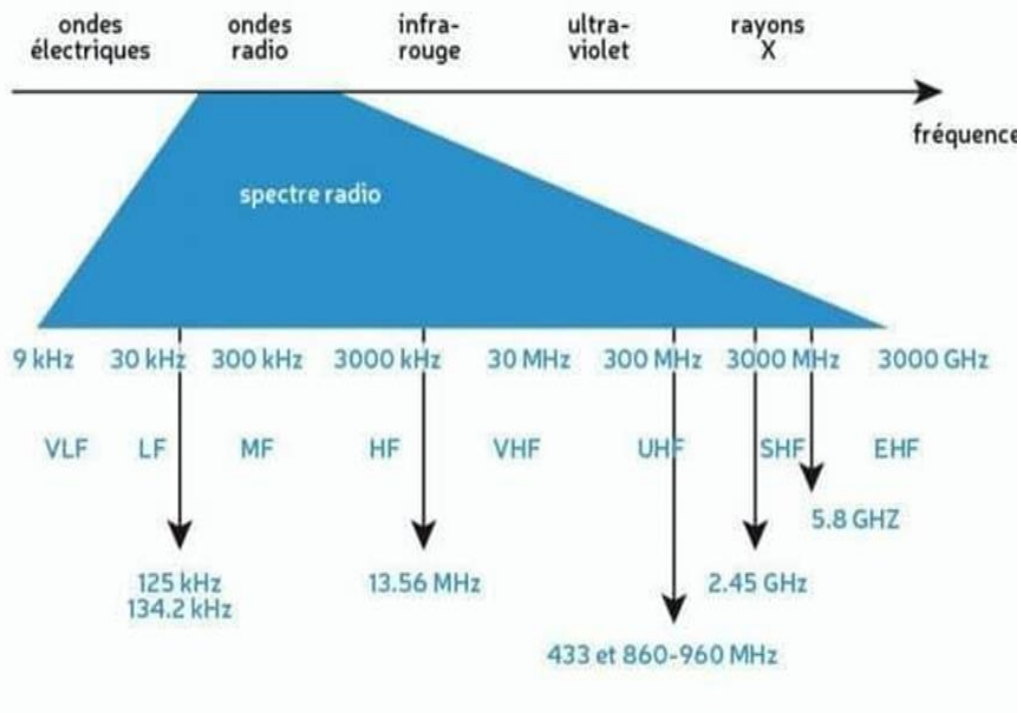


Figure I.12: les différentes fréquences RFID [16].

I.8. Normalisation

Il existe deux grandes organisations ou organismes internationaux de normalisation qui régissent la RFID :

-ISO - Organisation internationale de normalisation – (EPC global - Electronics Product Code Global Incorporated) Code mondial des produits électroniques, Bien que ces deux organisations fournissent les principales normes RFID, il existe également une pléthore d'autres normes qui s'appliquent à des niches de la RFID.

En termes d'organisations de normalisation, l'ISO est la plus ancienne. En 1996, elle a créé un comité conjoint avec la CEI pour étudier la normalisation de la technologie RFID.

Les normes RFID de l'ISO se répartissent en plusieurs catégories selon l'aspect de la RFID qu'elles abordent. Il s'agit notamment de l'interface radio et des protocoles associés, du contenu des données et de leur formatage, des tests de conformité, des applications et de divers autres domaines plus restreints.

Le tableau I.2 montre les normes pour la technologie de RFID ont été élaborées dans un certain nombre de secteurs [17] :

Références principales	Intitulé
ISO 11784, ISO 11785, ISO 14223	Identification radiofréquence des animaux
ISO 10536, ISO 14443, ISO 15693	Cartes de proximité - cartes d'identité - carte à circuit intégré sans contact -
ISO 18000	Identification sans contact des articles

Tableau I.2: des normes ISO pour la standardisation des systèmes RFID [17].

La série de normes ISO 18000 est une série de normes qui définissent l'interface radio pour les différentes fréquences RFID utilisées dans le monde. Il y a un total de sept normes dans la série ISO 18000 comme indiqué dans le tableau ci-dessous [17].

- ISO 18000-V1 Paramètres génériques pour les interfaces radio pour les fréquences acceptées au niveau mondial
- ISO 18000-V2 Interface aérienne pour 135 KHz
- ISO 18000-V3 Interface aérienne pour 13,56 MHz
- ISO 18000-V4 Interface radio pour 2,45 GHz
- ISO 18000-V5 Interface aérienne pour 5,8 GHz
- ISO 18000-V6 Interface aérienne pour 860 MHz à 930 MHz
- ISO 18000-V7 Interface radio à 433,92 MHz

I.9. Protocoles de communication entre le lecteur et la Tag RFID

Il existe plusieurs protocoles d'étiquettes RFID qui permettent de coordonner la communication entre les étiquettes et le lecteur. Les plus populaires sont basés sur une méthode anticollision de recherche binaire rapide.

Dans cette approche, le lecteur communique avec un ensemble d'étiquettes, chacune d'entre elles se voyant attribuer un numéro d'identification unique.

Ce type de protocole d'étiquette est spécifiquement utilisé pour les applications à faible coût. Par exemple, le protocole peut être mis en œuvre pour suivre chaque livre dans une bibliothèque lorsqu'une étiquette avec un numéro d'identification unique est attachée à chaque livre. Si un livre étiqueté sort de la portée de lecture du lecteur RFID, il déclenche une alarme. Le protocole est simple et peu coûteux. L'inconvénient de ce protocole est que les étiquettes ne savent pas si les trames de données qu'elles ont transmises ont été reçues par le lecteur, car elles ne reçoivent pas d'accusé de réception du lecteur aucun accusé de réception de la part du lecteur [22].

I.10. Les domaines d'application de la RFID

Des nombreuses applications de suivi basées sur des technologies informatiques et de communication omniprésente ont été présentées ces dernières années, comme les systèmes RFID. Par conséquent, la RFID peut être utilisée pour suivre des objets dans le monde entier.

En outre, certains systèmes d'entrepôt ou de gestion de la chaîne d'approvisionnement peuvent être combinés avec la RFID pour former des systèmes de suivi des marchandises.

Ces systèmes de suivi aident les entreprises à gérer leurs matières premières et leurs produits, ce qui permet de réduire le budget de fonctionnement. Cependant, de plus en plus d'applications du système RFID ont été introduites par des personnes.

La RFID utilise dans des domaines plus variés tel que ; la Sécurité, transport, logistique, fidélisation client, paiement, santé, etc. On va citer quelques exemples d'applications [19] :

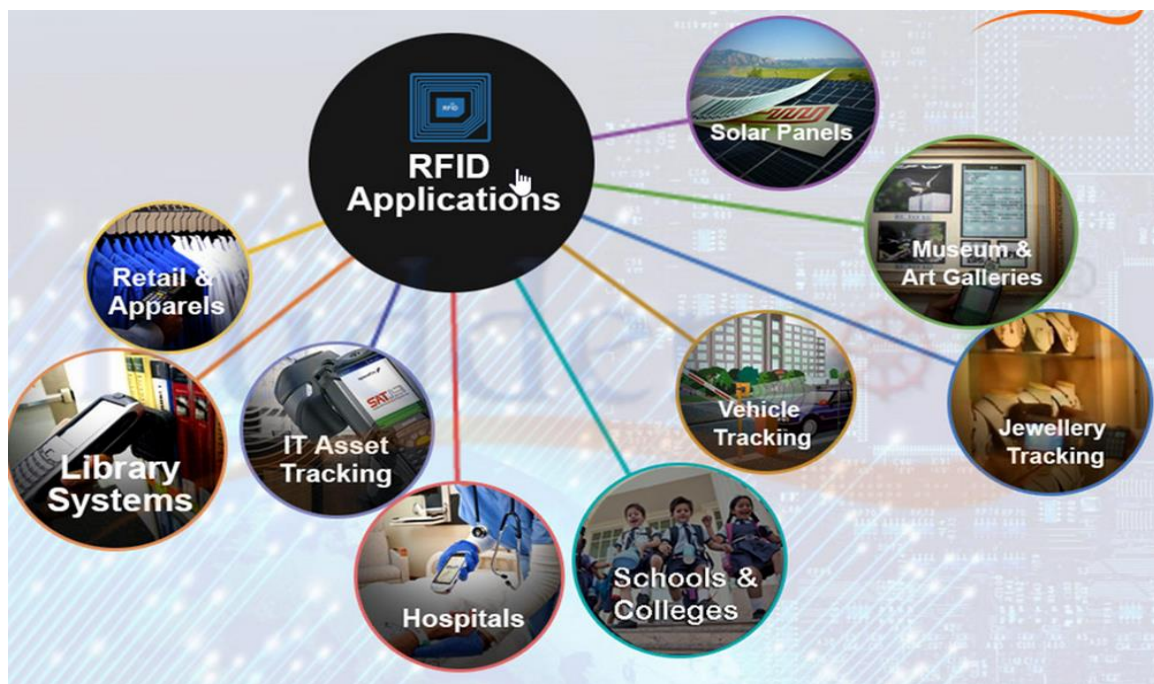


Figure I.13: des exemples sur les domaines d'application de la technologie RFID [20].

I.10.1. Logistique

Dans le domaine de la logistique, les codes-barres sont remplacés par la technologie RFID. Les transpondeurs RFID identifient clairement les marchandises tout au long de la chaîne de distribution, facilitant un suivi transparent du flux de marchandises. Les principaux domaines d'application sont la traçabilité, l'identification des objets et la localisation des marchandises. L'industrie de l'inventaire peut bénéficier de la mise en œuvre de processus basés sur la RFID. Il en va de même pour la gestion des conteneurs et le contrôle qualité, comme le suivi de la chaîne du froid. Les systèmes télé couplés sont courants. Dans ce cas, le transpondeur est monté directement sur la palette d'emballage ou de transport. La lecture se fait à l'aide d'un petit "scanner" ou capteur portatif, généralement placé sur un cadre de porte ou sur les fourches d'un chariot élévateur [19].

I.10.2. Gestion des stocks et des articles

Les étiquettes RFID ne font pas seulement leur chemin dans le commerce de détail, mais aussi dans les bibliothèques, où elles jouent un rôle important dans la gestion des produits et des stocks. L'avantage de la technologie RFID par rapport à d'autres systèmes d'entrée plus traditionnels est que plusieurs étiquettes RFID peuvent être utilisées pour une entrée simultanée, par exemple, lors du retour de livres à la bibliothèque. Par exemple, cette entrée

simultanée pourrait identifier tous les livres empilés sur une table à la fois, sans scanner chaque livre individuellement. Les supermarchés sont également intéressés par l'utilisation de systèmes RFID, par exemple pour mieux gérer le flux de marchandises, pour le réapprovisionnement et pour surveiller les produits qui sont sur le point d'expirer. Ces technologies n'ont pas encore vraiment pénétré le commerce de détail, notamment pour des raisons législatives et de protection des données [19].

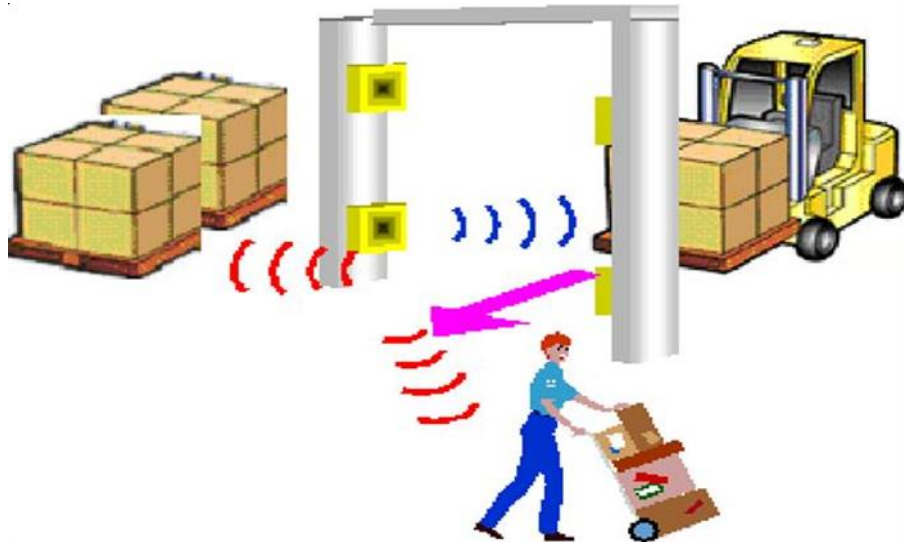


Figure I.14:La RFID pour la Gestion des stocks et des articles [21].

I.10.3. Sécurisation de la marchandise

Dans le secteur du commerce de détail, les systèmes RFID sont utilisés pour la gestion des marchandises et également pour la sécurité des produits. La technologie RFID a reçu le plus de soutien dans l'industrie textile. Les transpondeurs RFID sont cousus ou autrement incorporés dans les vêtements sous la forme d'étiquettes flexibles. Pour la sécurité des produits, généralement l'étiquette RFID est ajoutée au produit pendant le processus de fabrication. Elle est donc plus discrète, efficace et plus économique que les autres serrures électroniques. Cependant, les agences de protection des données restent critiques à l'égard des systèmes de gestion des marchandises RFID car les puces intégrées dans les produits peuvent être toujours lues après que les clients les ont achetés [19].

I.10.4. Identification des animaux

L'identification du bétail est également un domaine où les transpondeurs RFID trouvent leur place, notamment sous la forme de puces implantées directement sous la peau [27], ce qui permet d'identifier le bétail ou les animaux de compagnie. La technologie RFID permet ici de remplacer les colliers ou les boucles d'oreille [19].

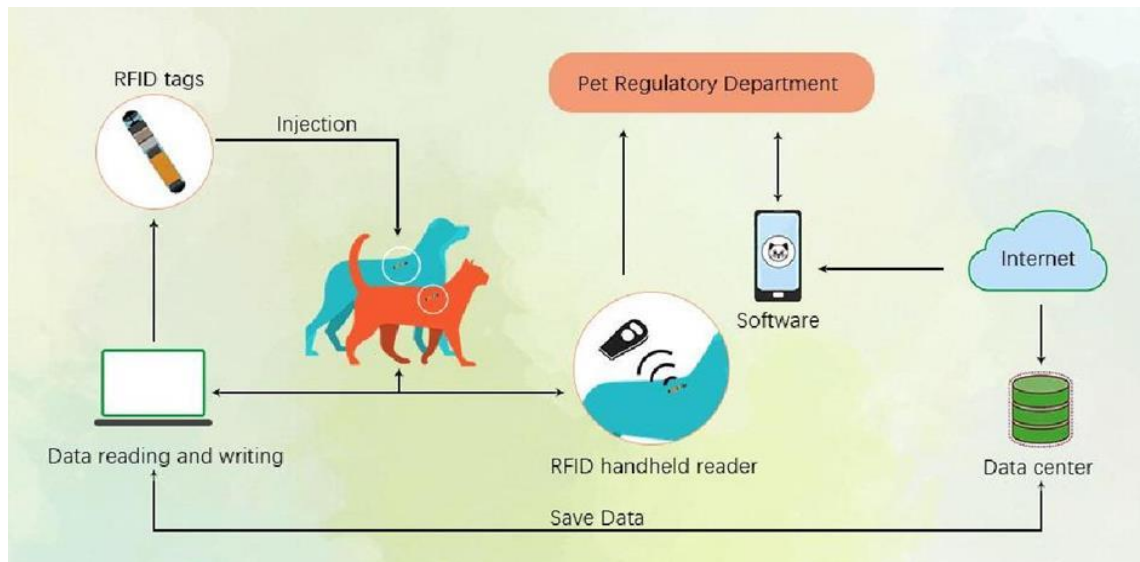


Figure I.15: RFID pour l'identification des animaux [19].

I.10.5. Carte de paiement

La RFID est également une technologie pour les méthodes de paiement sans contact basées sur des puces électroniques ou des appareils intelligents. Pour des raisons de sécurité, le transfert de données s'effectue dans un cadre étroitement couplé. Near Field Communication (NFC) est devenu une norme internationale pour la transmission de données. Les utilisateurs de la technologie sans contact NFC sont Girogo, Paypass, Visa PayWave, Apple Pay et Google Pay [19].



Figure I.16: Dispositif de paiement Pidion BIP-1300[22]

I.10.6. Médical

Dans le domaine médical, la technologie RFID est plus utilisée, car elle apporte fiabilité et rapidité. Elle permet d'accélérer les procédures engendrées dans le secteur, d'améliorer la traçabilité des analyses et des rapports médicaux, ainsi que d'offrir aux patients une attention plus personnalisée. La RFID entraîne une amélioration globale des processus du secteur. Les solutions de bout en bout de dipôle en matière de soins de santé éliminent les temps de recherche ou le temps consacré à prendre des notes manuellement et offre un suivi permanent des actifs.

L'application de la RFID dans le domaine médical est essentielle pour optimiser les procédures et les soins dispensés aux patients, car elle accélère tous les processus de bout en bout. Parmi les processus où la RFID apporte une valeur ajoutée, on peut citer :

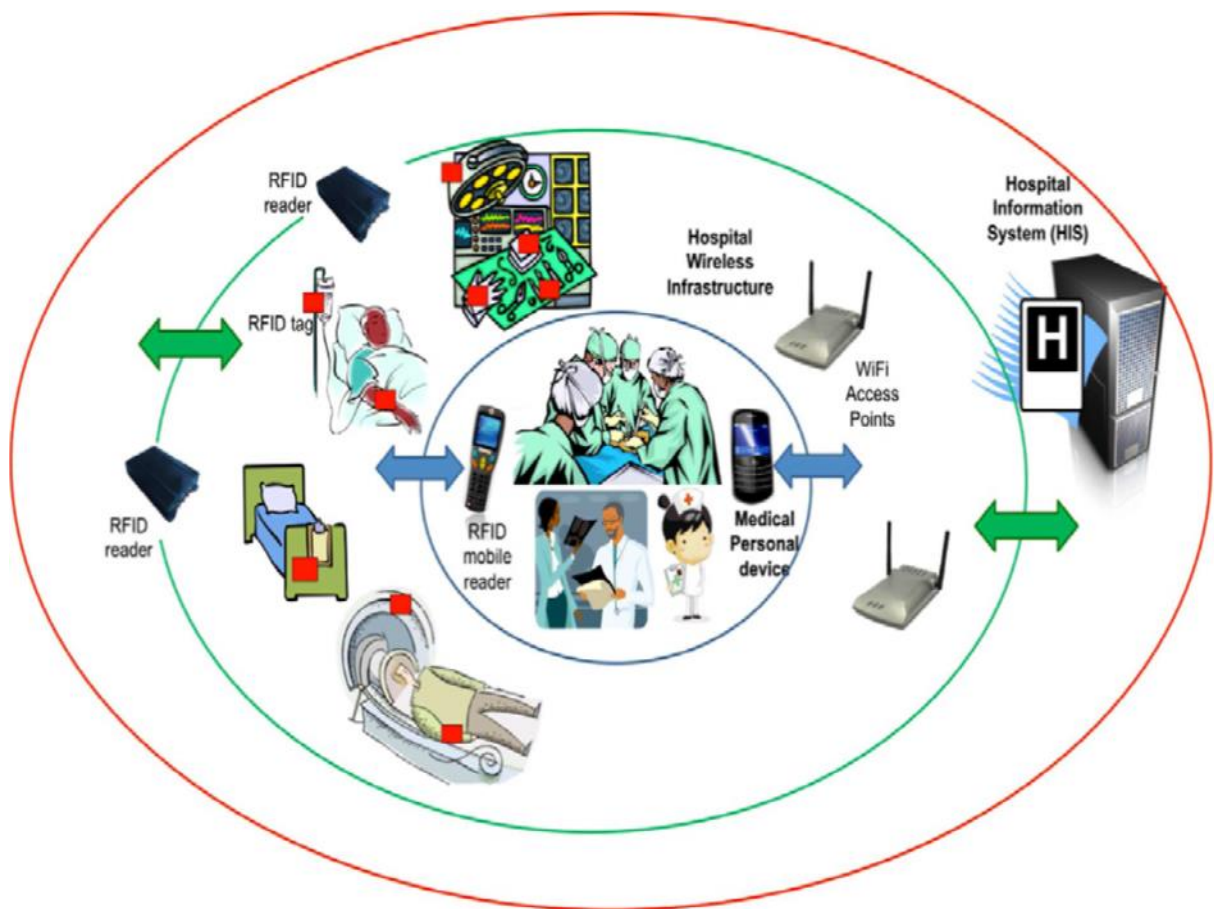


Figure I.17: L'utilisation de system RFID dans domaine médicale [24].

I.10.6.1. La Surveillance permanente et la protection des patients dans le System RFID

I.10.6.1.2 Assistance aux handicapés

Pour les aveugles ou malvoyants, le Tell Mate est un petit appareil qui lit les UID des tags passifs que l'utilisateur colle sur ses objets familiers. Vous devez alors enregistrer un commentaire audio lié à cet ensemble tag + objet. Chaque fois que l'utilisateur le souhaite, il présente l'objet à son boîtier portable (CD, carte de crédit, bouteille, porte-clés, etc.) pour obtenir son commentaire associé [24].

La ville italienne de Laveno est déjà équipée d'un réseau de plus de mille deux cents transpondeurs. Le réseau permet aux personnes malvoyantes de bénéficier d'informations de navigation à travers la ville à l'aide d'appareils spécialisés, notamment des lecteurs de canne et des Smartphones adaptés. La canne passant à portée de la balise transmet l'UID de cette

dernière au téléphone contenant la base de données. Les informations sont transmises via oreillette Bluetooth [24].

I.10.6.1.3 Gestion des hôpitaux

Les instruments tels que les instruments chirurgicaux peuvent contenir une étiquette qui peut permettre de tracer leur désinfection, stérilisation, leur nettoyage, et leur disponibilité. La puce assure également la traçabilité des dons de sang, grâce à un système intégrant des capteurs de température permettant un contrôle permanent le long de la chaîne frigorifique. Ce suivi précis permet d'éviter la destruction des dons à cause de doute sur le respect de la chaîne du froid [23].

I.10.6.1.4. Implants

En plus d'identifier les patients par l'UID du transpondeur, il est maintenant possible de localiser et de suivre les patients (ayant des problèmes de mémoire comme Alzheimer, etc.), à travers l'implant dans les hôpitaux équipés de systèmes RTLS [24].

I.10.6.1.5. Surveillance médicale

Des bracelets donnés aux malades remplacent les feuilles de soins. Le numéro du médecin traitant ainsi que celui de l'infirmière y sont mémorisés. Relié à une base des informations qui contient les dossiers des patients le système peut être accessible via des PDA et autres tablettes PC [23].



Figure I.18: Des bracelets RFID [24].

I.10.6.2. La prothèse dentaire

Une puce est intégrée à la prothèse dentaire, et enregistrée dans la puce à chaque fois qu'une opération est effectuée [24].



Figure I.19: exemple d'une puce est intégré dans la prothèse dentaire [24].

I.10.6.3. Dossier médical

Le numéro unique dans les points d'étiquettes au dossier médical du patient dans la base de données. Utile lorsque le patient est inconscient ou pour les patients souffrant de maladies chroniques. [24]



Figure I.20 : Exemple sur le dossier médical du patient [24].

I.10.6.4. Les micro-puces neurales ou cérébrales

Les gens ne sont pas autorisés à développer leur propre façon de penser. Nous devons contrôler le cerveau électriquement. Dès lors, le but est clair et ne prête à aucune confusion: il s'agit bien du contrôle de la population concernée, du contrôle total de l'individu et de ses pensées, et de la création d'une société TOTALITAIRE dans laquelle toute attitude sera surveillée, contrôlée et imposée selon la volonté du pouvoir en place [24].



Figure I.21: la micro-puce neurale [24].

La RFID est utilisée dans divers domaines médicaux, nous pouvant organiser les applications hospitalières en termes de fonctionnalité en Cinqe catégorie [24]:

I.10.6.4.1. Le traçage

Le traçage des équipements médicaux est une des applications RFID les plus répondues dans les hôpitaux. Il permet de suivi l'équipement médical, des dispositifs, des fournitures et du suivi des lits [24].

I.10.6.4.2. Identification et la vérification

Quotidiennement, les hôpitaux sont confrontés au problème de la mauvaise identification des patients. La mauvaise identification des patients est l'une des principales raisons des erreurs médicales dans les hôpitaux et est considérée comme un risque pour la sécurité des patients. Les applications d'identification des patients (IPP) utilisant la technologie RFID peuvent inclure un bracelet intelligent avec une étiquette RFID passive qui peut être scannée pour identifier les patients et révéler des informations telles que la date de naissance, le nom, les informations d'assurance, les allergies, le groupe sanguin et les besoins en médicaments [31].

I.10.6.4.3. Détection

Les étiquettes RFID peuvent être appliquées à la collecte de données, qui est un moyenne de capteurs actifs capables d'effectuer les calcule en exploitant les capacités d'un capteur avec celle de la puce. Ces capteurs peuvent être de nature physique ou chimique avec intégration de détecteurs de température d'humidité [24].

I.10.6.4.4. Intervention

La technologie RFID permet d'intervenir à distance et de fournir des soins automatisés, ce qui est utile pour les patients qui préfèrent rester chez eux [24].

I.10.6.4.5. Alerte et déclenchement

Les applications impliquant des alertes et des déclencheurs sont conçues pour protéger le patient d'événements dangereux ou d'urgences pendant une opération chirurgicale, une transfusion sanguine, l'administration de médicaments, la surveillance de l'hygiène des mains, etc [30].

I.11. Les Avantages et inconvénients de la technologie RFID

Les avantages et les inconvénients d'un système RFID sont généralement discutés par comparaison aux autres moyens d'identification sans contact. La plupart des domaines d'application mentionnés plus haut peuvent remplacer les systèmes RFID par d'autres moyens d'identification visuelle permettant par exemple la lecture d'un code-barres ou d'un code QR. La technologie RFID présente dans ce contexte les avantages et les inconvénients suivants [27]:

I.11.1. Les avantages de la RFID

Le système RFID va remplacer le système de codes à barres et autres système d'identification traditionnel [11]. Les points suivants résument les principaux avantages d'un système RFID [25]:

- Sécurité : Comme la RFID transporte des informations électroniques, le contenu de ses données peut être protégé par des mots de passe, ce qui rend son contenu difficile à falsifier et à modifier.
- Les systèmes RFID peuvent fonctionner même en l'absence de communication en visibilité directe entre l'étiquette et le lecteur. Par conséquent, l'emplacement d'étiquettes RFID est moins contraignant que celui le système de codes à barres et autre système d'identification automatique.
- Le système RFID a des portées de lecture plus longues que le système de codes à barres et les autres systèmes d'identification traditionnels.

-Lecture rapide : Les dispositifs de reconnaissance RFID peuvent lire et écrire plusieurs étiquettes RFID en même temps.

I.11.2. Les inconvénients de la RFID

Bien qu'offrant de nombreux avantages, le système RFID présente également certains inconvénients dépendront principalement sur les problèmes de confidentialité, les imperfections techniques : Balises cachées et les lecteurs de menacer d'enlever le mystère de l'homme. Qu'ils sont énumérés ci-dessous [25].

Le cout : Les étiquettes électroniques RFID sont relativement chères par rapport aux étiquettes à code-barres ordinaires, qui coûtent des dizaines de fois plus cher que les étiquettes à code-barres ordinaires. Si l'utilisation est importante, le coût sera trop élevé, ce qui réduit considérablement l'enthousiasme du marché pour l'utilisation de la technologie RFID.

Alerte au piratage : Un système RFID peut être piraté ou contourné par quelqu'un qui s'y connaît en technologie. Il n'est donc pas totalement infailible [25].

Il est difficile pour un lecteur RFID de lire les informations dans le cas où les étiquettes sont installées dans des produits liquides ou métalliques. Le problème est que les surfaces liquides et métalliques ont tendance à réfléchir les ondes radio, ce qui rend les étiquettes illisibles. Dans de telles applications, il faut les placer dans des alignements et des angles différents pour effectuer des lectures correctes, ce qui peut être trop lourd et prendre du temps [29].

I.12. Conclusion

Ce chapitre nous permet d'avoir une généralité sur la technologie RFID. Les tags sont brièvement présentés dans ce chapitre. Nous avons décrit les éléments constituant un système RFID complet, et nous sommes concentrés sur lecteur RFID ainsi que le principe de fonctionnement, et on a présenté les plages des fréquences de système.

De plus nous avons décrit les différents domaines d'application de la technologie RFID, et nous sommes concentrés sur le domaine médical. Ce chapitre décrit également les principaux avantages et les inconvénients de cette technologie.

CHAPITRE II

***La conception d'une antenne lecteur
RFID en champ proche***

Chapitre II :

La conception d'une antenne lecteur RFID en champ proche

II.1. Présentation de chapitre

La technologie d'identification par radiofréquence (RFID) est une technologie puissante qui fait désormais partie de notre vie quotidienne. Cette technologie est utilisée dans diverses industries telles que la pharmacie, l'automobile et l'agriculture. Il utilise des ondes électromagnétiques pour capturer et interpréter les données. Pour que cette technologie fonctionne, nous devons disposer d'une étiquette RFID et d'un lecteur RFID.

La RFID en champ proche est conçue pour les applications à très courte portée et/ou à courte portée, où l'antenne du lecteur et l'antenne de l'étiquette sont placées dans la zone de champ proche l'une de l'autre. Selon le périmètre envisagé des systèmes RFID, ce chapitre est consacré à la conception d'antennes RFID UHF fonctionnant dans la bande ISM UHF. Dans ce chapitre, nous décrivons une antenne pour les applications en champ proche qui fonctionne dans le CP dans la bande de fréquence [860-960 MHz].

II.2. Introduction

La technologie RFID a été entièrement développée dans la vie quotidienne, elle couvre la bande de fréquence ISM pour l'identification des personnes, fonctionne dans la bande de fréquence UHF (866 MHz à 869 MHz), et la distance de lecture pour les applications en champ proche peut atteindre 10 cm. notamment grâce au développement des antennes RFID lecteur répondants aux contraintes des différentes applications en CP

Actuellement, la RFID est répandue en raison de sa large gamme d'applications, mais la plupart du temps, ces systèmes sont invisibles pour les utilisateurs. Un système RFID se compose essentiellement d'un lecteur (ou interrogateur) et d'une étiquette (ou transpondeur), ou une étiquette intelligente est capturée par un lecteur via des ondes radio.

Ce chapitre a comme premier objectif la conception d'antennes champ proche pour lecteurs RFID mais d'abord en va faire une brève étude théorique sur la distribution des champs électromagnétiques dans les zones de champ proche. Ensuite on a fait une simulation

sur le programme CST microwave studio. Dans ce but nous allons présenter la procédure de mesure et les résultats obtenus, et comme toujours nous avons terminé avec une conclusion.

II.3. Lecteur RFID

Un lecteur RFID est un appareil utilisé pour interroger une étiquette RFID. Le lecteur possède une antenne qui émet des ondes radio ; l'étiquette répond en renvoyant ses données. Un certain nombre de facteurs peuvent affecter la distance à laquelle une étiquette peut être lue (la portée de lecture). Le site fréquence utilisée pour l'identification, le gain de l'antenne l'orientation et la polarisation de l'antenne du lecteur et de l'antenne du transpondeur, ainsi que le placement de l'étiquette sur l'objet à identifier.

Globalement, le lecteur assure trois fonctions principales

- Communication bidirectionnelle avec les étiquettes.
- Traitement initial des informations reçues.
- Connexion au serveur qui relie l'information dans l'entreprise [1].

II.3.1. Architecture d'un lecteur RFID

Un lecteur RFID est constitué de trois parties principales, comme le montre la figure 1. Ces trois principaux composants sont :

- système hôte
- La section de base
- Antenne.

Du côté de l'utilisateur, le lecteur est connecté à l'application hôte telle que le logiciel d'entreprise [2].

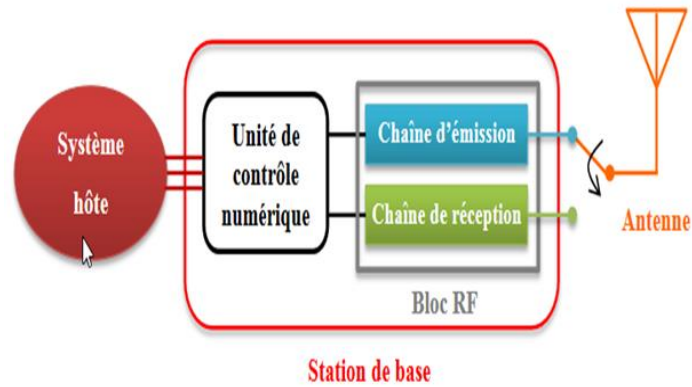


Figure II.1: principe de fonctionnement d'un lecteur RFID [2].

Le lecteur RFID peut avoir divers formes miniatures. Il offre un large éventail de fonctionnalités dans diverses industries il fera inévitablement partie de notre quotidien dans un avenir proche. Les images ci-dessous montrent quelques exemples de lecteurs RFID.



Figure II.2: Lecteur RFID pc prox Dual-band [1].



Figure II.3: Lecteur de carte RFID [1].



Figure II.4: Lecture RFID pour le control d'accès [3].

II.3.2. Principe de fonctionnement d'un lecteur RFID

Le lecteur RFID émet des ondes radio de fréquences spécifiques à travers des antennes RFID. Ces ondes "donnent de l'énergie" aux étiquettes pour qu'elles puissent communiquer en émettant un identifiant unique. Elles n'ont pas besoin de piles et peuvent être utilisées pendant de nombreuses années [15]. Le lecteur reçoit les informations renvoyées par ces tags après avoir établi un dialogue selon un protocole de communication prédéfini. Il traite les données afin que nous puissions les intégrer dans notre application et leur donner un sens. La portée de lecture typique est de 0 à 12 mètres [3].

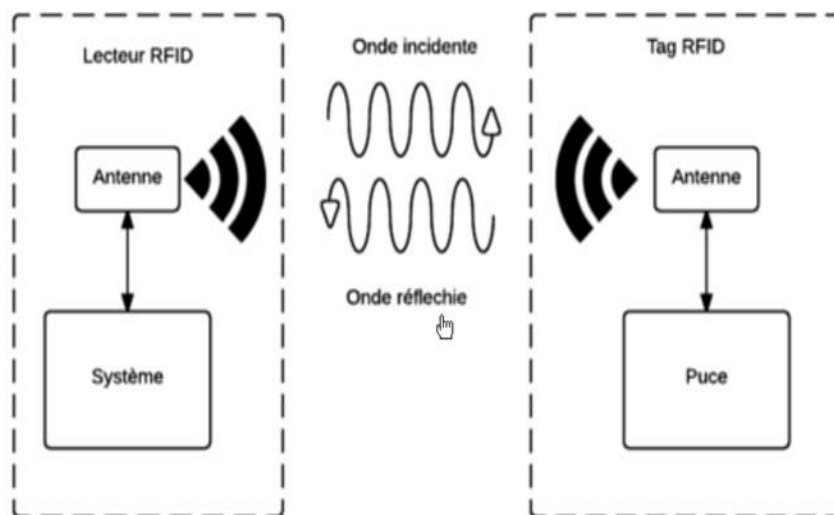


Figure II.5: principe de fonctionnement d'un Lecteur RFID [1].

II.4. C'est quoi le Champ proche en RFID

Les systèmes de couplage inductif utilisé par les antennes c'est-à-dire qu'elle utilise un champ magnétique pour alimenter l'étiquette RFID sont choisis dans la plupart des applications de la RFID UHF en champ proche, car Le couplage inductif est plus stable que le couplage capacitif et peu affecté par les liquides ou les métaux [3].

En champ proche, le champ électromagnétique se situe dans la région proche de l'antenne, où le champ varie fortement d'un point à un autre et n'a donc pas de caractéristique d'onde plane [3]. Le champ magnétique Dans cette région est presque entièrement magnétique en raison des composants électroniques très faibles. La distance est définie par la relation [2]:

$$d_{\text{champ proche}} = \frac{\lambda}{2\pi} \quad (\text{II.1})$$

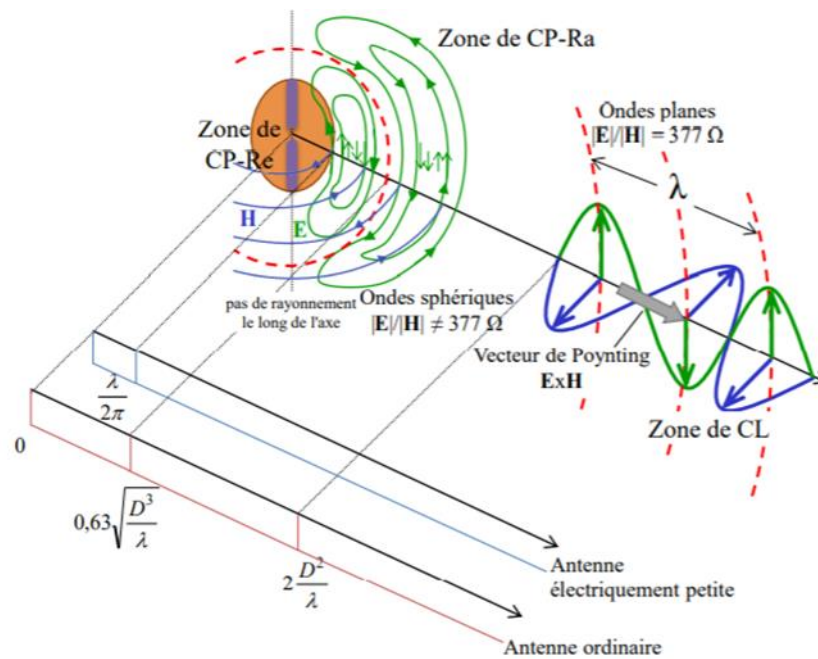


Figure II.6: Définition des zones de champs [2].

Les systèmes RFID en champ proche fonctionnent par couplage magnétique ou inductif à 125 -148 kHz et 13,56 MHz pour des applications à courte portée (jusqu'à 0.5 m). Les balises HF utilisent une antenne magnétique sous la forme d'une bobine inductive avec une inductance L, qui fait office d'antenne, est connectée à une puce contenant l'information, et enfin un condensateur C qui fait résonner le circuit LC à la fréquence souhaitée. Lorsque le circuit entre dans la résonance LC, la fréquence de résonance du système RFID est (II.2):

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (II.2)$$

Le couplage inductif dans un système RFID est basé sur une boucle conductrice L_1 (1 ti) parcourue par un courant variable dans le temps, qui sera l'antenne émettrice du lecteur (Figure II.6). La boucle L_2 représente l'antenne de l'étiquette, où R_2 est la résistance de la bobine d'antenne de l'étiquette, R_L est la résistance de charge [4].

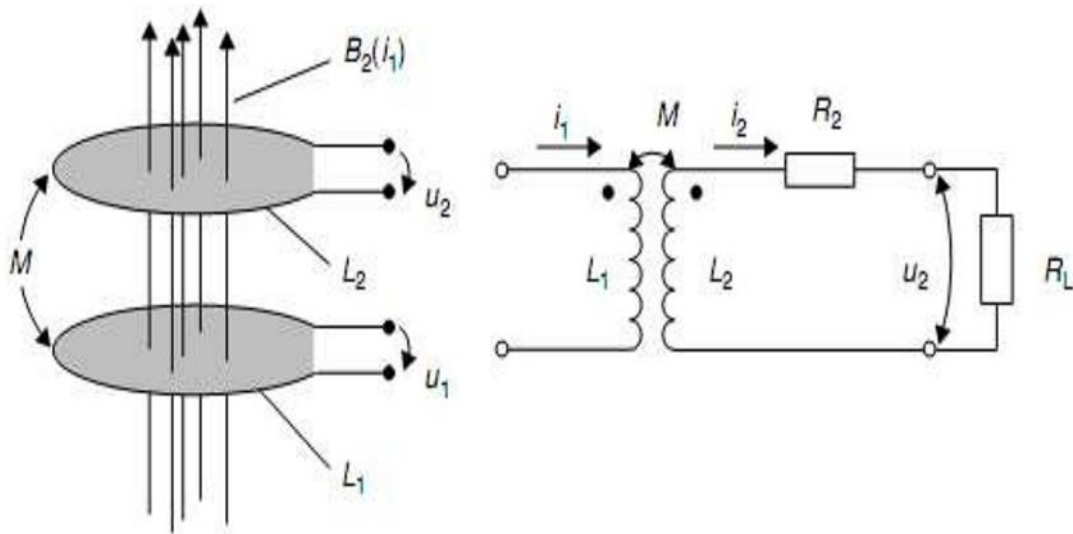


Figure II.7 : Boucle de conduction par couplage magnétique (à gauche), circuit équivalent pour Une boucle de conduction par couplage magnétique (à droite) [4].

II.5. Zone de fonctionnement d'un système RFID UHF champ

Nous étudions d'abord la structure du champ émise par l'antenne, où L est la plus grande dimension .comme le montre l'image. II.8, caractérisent 3 régions distinctes selon la distance r par rapport à l'antenne:

La forme du champ EM change considérablement d'une région à l'autre. Pour des raisons pratiques, des surfaces de lecture de l'ordre de $20 \times 20 \text{ cm}^2$ sont censées couvrir de nouvelles applications [6].

Avec ce type d'antenne, la zone de couverture correspond généralement à la surface de l'antenne. Considérons également une antenne de dimension maximale $L=20 \text{ cm}$. On remarque sur la figure 7 que dans ce cas la région de champ proche s'étend sur une plage de 27 cm .

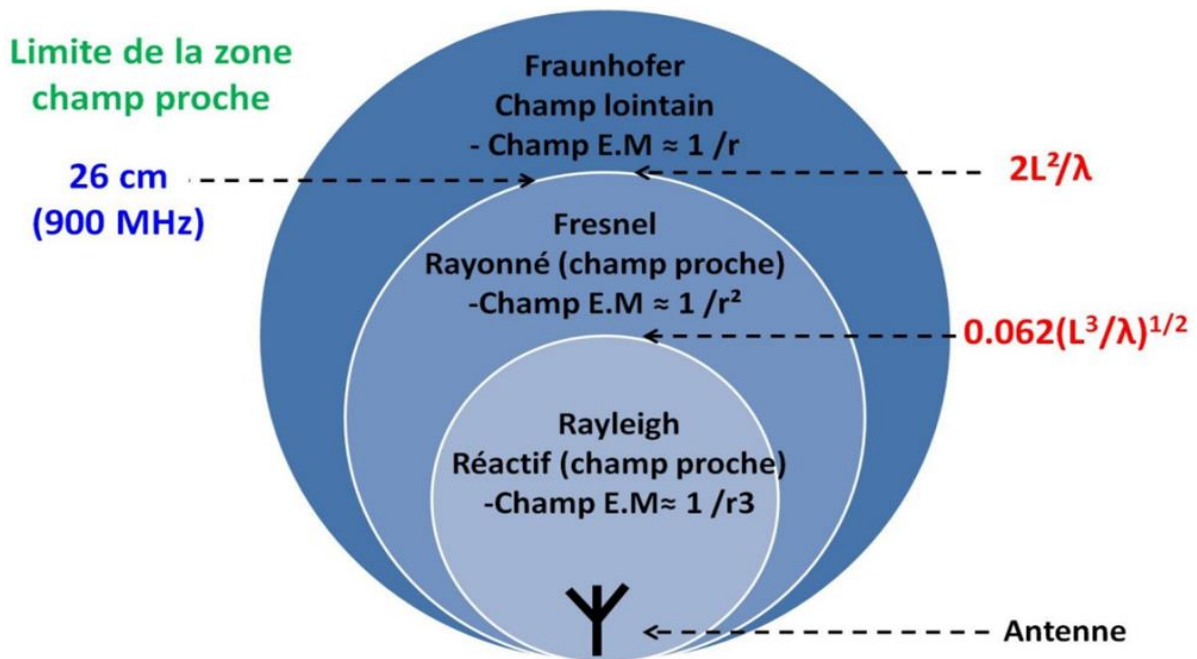


Figure II.8: les zones de fonctionnement de la RFID UHF en CP [6].

- **Zone de Rayleigh** : C'est la région de champ la plus proche de l'antenne, elle est appelée aussi région de champ proche réactif. elle est limitée par la distance $r=0.62\sqrt{\frac{L^3}{\lambda}}$ où λ est la longueur d'onde. L'intensité du champ décroît rapidement, en $1/r^3$. La totalité de l'énergie EM est emmagasinée à proximité de l'antenne (elle est de nature réactive). La densité de puissance est quasi constante [3].
- **Zone de Fresnel** : elle se situe entre $0.62\sqrt{\frac{L^3}{\lambda}} < r < 2\frac{L^2}{\lambda}$. L'intensité du champ décroît en $1/r^2$. L'énergie EM est très peu rayonnée. La densité de puissance est plus tôt fluctuante. Les phénomènes rencontrés dans cette zone sont difficiles à modéliser.

II.6. La distance de lecture

Est l'un des facteurs les plus importants dans l'évaluation des performances d'une conception d'antenne d'étiquette. Cette distance, également appelée "distance de lecture", est donnée par la formule (II.5) [7].

$$\frac{c}{4\pi f} \sqrt{\frac{\text{EIRP} \cdot \Gamma \cdot G_{\text{tag}}}{P_{\text{th}}}} \quad \text{II.5}$$

Où :

G_{tag} : le gain de l'antenne du tag

EIRP : puissance isotrope rayonnée équivalente.

P_{th} : sensibilité de la puce,

Γ : est le coefficient de transmission donné comme dans l'équation (II.6) [8]

$$\Gamma = \frac{4R_p R_A}{|Z_p + Z_A|^2} \leq 1 \quad (\text{II.6})$$

II.7. Le coefficient de réflexion

Le coefficient de réflexion est un paramètre qui décrit la quantité d'une onde électromagnétique qui est réfléchiée par une discontinuité d'impédance dans le milieu de transmission. Il est égal au rapport entre l'amplitude de l'onde réfléchiée et celle de l'onde incidente, chacune étant exprimée sous forme de phasors & est désigné par le symbole gamma Γ (II.7)

$$\Gamma = \frac{(z_a - z_0)}{(z_a + z_0)} \quad (\text{II.7})$$

Le TOS est quant à lui donné par (II.8):

$$\text{TOS} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad (\text{II.8})$$

II.8. La communication RFID-UHF en champ proche

Le concept de base de la RFID-UHF en champ proche est de faire fonctionner des systèmes RFID-UHF à de courtes distances et sur différents objets avec la même fiabilité que la RFID LF/HF [10]. Dans la plupart des cas, les étiquettes RFID-UHF ne fonctionnent pas sur de courtes distances ou nécessitent une puissance de sortie élevée du lecteur RFID pour un fonctionnement en champ proche [11]. De plus, certaines applications nécessitent que la zone de lecture soit proche. Mais la zone de champ n'est pas localisée, de sorte que les lecteurs RFID peuvent détecter par inadvertance d'autres étiquettes présentes dans la zone de champ lointain.

La distance de lecture est également sensible à l'orientation de l'étiquette, et la densité de puissance incidente S_{inc} à une distance d de l'étiquette s'exprime par [1] :

$$S_{\text{inc}} = \frac{p_T^{\text{lecteur}} G_{\text{lecteur}}}{4\pi d^2} \quad (\text{II.9})$$

Avec :

d : la distance entre l'étiquette et le Lecteur.

p_T^{lecteur} : Puissance transmise par le Lecteur RFID (Watt).

G_{lecteur} : Gain de l'antenne du Lecteur (sans unité).

La puissance reçue par le Tag p_R^{Tag} est égale au produit de la densité de puissance émise par le Lecteur et la surface effective de l'antenne du Tag $A_{e-\text{tag}}$ [4].

$$p_R^{\text{Tag}} = S_{\text{INC}} A_{e-\text{tag}} \cdot x. \quad (\text{II.10})$$

Avec :

$$A_{e-\text{tag}} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_{\text{Tag}}. \quad (\text{II.11})$$

Alors la puissance reçue au niveau de l'étiquette RFID est exprimée par l'équation de Fris :

$$p_R^{\text{Tag}} = \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 p_T^{\text{lecteur}} G_{\text{Tag}} \cdot x. \quad (\text{II.12})$$

Avec :

p_R^{Tag} : Puissance reçue au niveau de l'étiquette RFID (Watt).

G_{Tag} : Gain de l'antenne de l'étiquette (sans unité) λ : Longueur d'onde dans l'espace libre (m).

x : Coefficient d'adaptation de polarisation entre l'antenne du lecteur et l'antenne.

La distance maximale de lecture est obtenue p_R^{Tag} quand est égale au seuil de puissance de la puce $p_{\text{seuil}}^{\text{Tag}}$

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{p_T^{\text{Lecteur}} \cdot G_{\text{Lecteur}} \cdot G_{\text{Tag}} \cdot T \cdot x}{p_{\text{Sueil}}^{\text{Tag}}}} \quad (\text{II.13})$$

Avec :

T : le coefficient de transmission en puissance et $p_{\text{Sueil}}^{\text{Tag}}$ est le seuil d'activation minimum de la puce RFID.

La puissance reçue par le lecteur est :

$$p_{\text{R}}^{\text{Lecteur}} = P_{\text{EIRP}} G_{\text{Lecteur}} G_{\text{Tag}} \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \sigma \quad (\text{II.14})$$

Avec :

σ : est la surface équivalente.

P_{EIRP} : Puissance Isotrope Rayonnée Effective PIRE.

La distance maximale de lecture de la liaison de retro modulation s'exprime par:

$$d_{\text{rétrodiff}} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt[4]{\frac{p_{\text{T}}^{\text{Lecteur}} \cdot G_{\text{Lecteur}}^2 \cdot G_{\text{Tag}}^2 \cdot \sigma \cdot x}{p_{\text{Sueil}}^{\text{Tag}}}} \quad (\text{II.15})$$

II.8.1. Transfert des données par couplage inductif

En termes techniques, le couplage inductif est le transfert d'énergie d'un circuit à un autre en vertu de l'inductance mutuelle entre les circuits. Dans un système RFID qui utilise le couplage inductif, l'antenne du lecteur et l'antenne de l'étiquette possèdent chacune une bobine qui, ensemble, forment un champ magnétique. L'étiquette tire de l'énergie de ce champ. La micro puce utilise cette énergie pour modifier la charge électrique de l'antenne de l'étiquette. Ces modifications sont captées par l'antenne du lecteur et converties en un numéro de série unique [1].

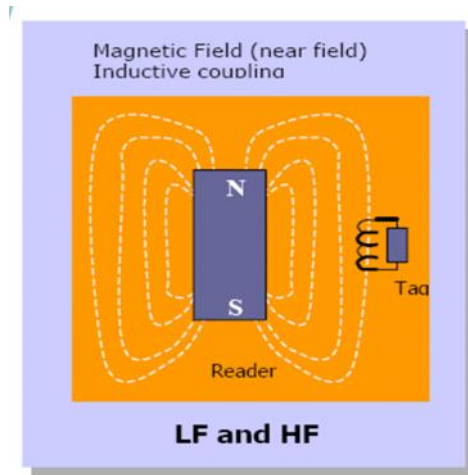


Figure II.9: Principe du system de couplage inductif [12].

II.8.2. Principe de couplage inductif

Les conducteurs porteurs de courant génèrent des champs magnétiques. Lorsque ce champ est variable, il induit des courants dans les boucles conductrices environnantes. C'est le principe de la coulée par induction, et l'exemple classique est un transformateur : la première bobine génère un champ magnétique à courant alternatif, qui interagit avec la deuxième bobine. Comme indiqué, un courant induit apparaît sur la seconde bobine. II.10 [1]. La densité d'énergie s'écrit :

$$W = \frac{1}{2} * (\vec{E}\Delta\vec{H}^*) \quad (2.1)$$

$$\vec{H} = \left(\frac{1}{\mu}\right) * \vec{B} \quad (2.2)$$

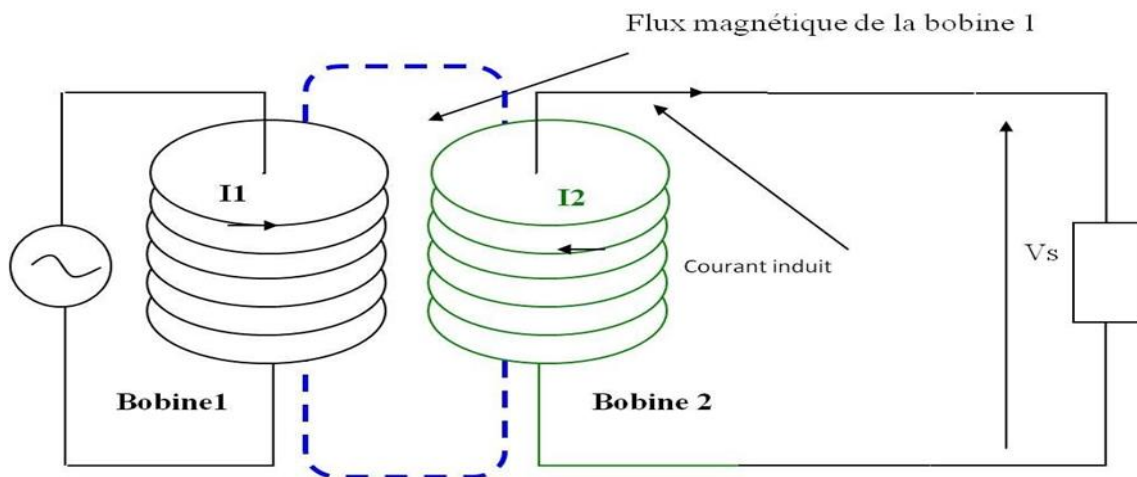


Figure II.10: Principe du couplage inductif [1].

II.8. Modélisation d'une communication RFID UHF champ proche

Une communication RFID UHF en champ proche peut être modélisée en se basant sur le schéma électrique équivalent présenté sur la Figure. II.11 [6].

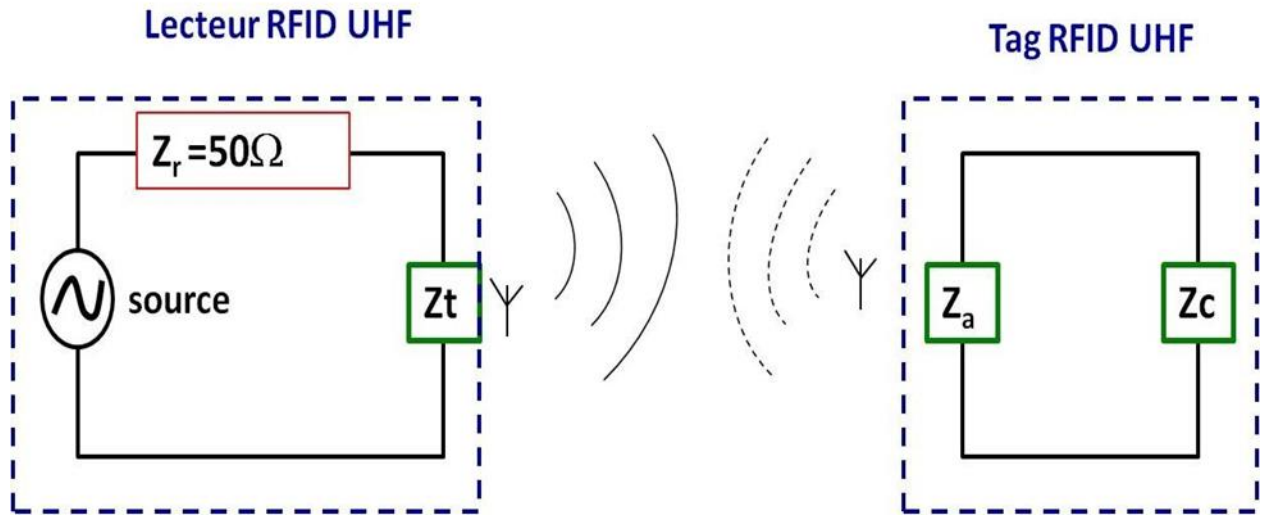


Figure II.11: Mécanisme de couplage dans les systèmes RFID [6].

En figure. II.11, Z_r est l'impédance de la source (50Ω), Z_t est l'impédance de l'antenne du lecteur, Z_a est l'impédance de l'antenne de l'étiquette et Z_c est l'impédance de la puce. La puissance reçue par le tag RFID est obtenue à l'aide de l'expression générale suivante [6] :

$$P_{tag} = P_{lecteur} * \rho * C * \tau$$

Où $P_{lecteur}$ est la puissance émise par le lecteur RFID, C est le coefficient de couplage, ρ est le coefficient de transmission entre le lecteur et son antenne, et τ est le coefficient de transmission entre la puce et son antenne. Ces différentes grandeurs s'expriment comme suit, en fonction de l'impédance des composants du système [6].

$$\rho = \frac{4R_r R_t}{|Z_r + Z_t|^2}, \quad \tau = \frac{4R_c R_a}{|Z_c + Z_a|^2}$$

$$Z_r = R_r + jX_r \quad Z_t = R_t + jX_t \quad Z_c = R_c + jX_c \quad Z_a = R_a + jX_a$$

Dans le cas d'une antenne cadre, si l'on considère que le tag est suffisamment petit pour ne pas interférer avec le champ magnétique généré par l'antenne du lecteur, on peut définir le coefficient de couplage C comme suit [3]:

$$C \cong f^2 * N^2 * S^2 * B^2 * \alpha$$

Avec :

f : la fréquence de fonctionnement,

N : le nombre de spires pour l'antenne tag,

S : la section du tag (antenne boucle),

B : le champ magnétique produit par l'antenne lecteur

α : les pertes d'alignement entre l'antenne de l'étiquette et du lecteur.

L'application cible considère à la fois la portée et la surface de lecture pour couvrir un domaine spatial spécifique. Par conséquent, les lectures doivent se situer dans une plage réduite, généralement pas plus que la région de champ proche (30 cm) sur une surface d'espace limité appelée région de lecture. En termes d'application, nous avons cherché à rendre cette surface-là plus grande possible (minimum 20*20 cm²), ou du moins le plus simple possible à configurer.

II.9. Conception des antennes lecteurs RFID en Camp Proche

Dans la phase de conception de l'antenne, l'utilisation de logiciels de simulation électromagnétique est indispensable. Dans cet article, nous utilisons le logiciel CST Microwave Studio comme logiciel de simulation électromagnétique. Le choix d'utiliser ce logiciel a été principalement motivé par son analyse 3D des problèmes électromagnétiques, ce qui nous a été particulièrement bénéfique dans l'analyse des distributions de champs électromagnétiques. La méthode de conception mise en œuvre est illustrée à la Figure II.12

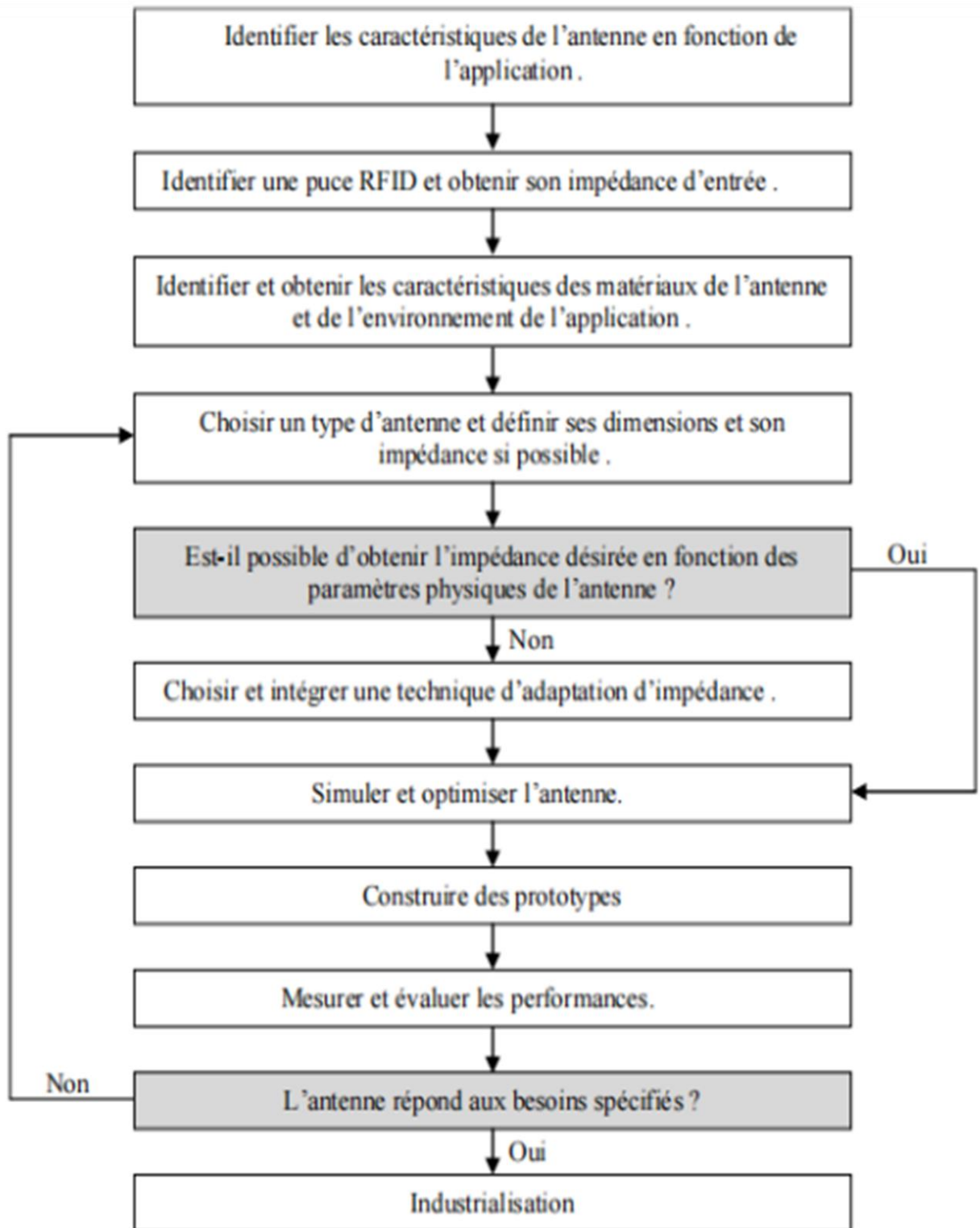


Figure II.12: Méthodologie de conception des antennes RFID [16].

II.9.1. Antennes lecteurs RFID-UHF en champ proche

II.9.1.1. Antennes champ proche réactif

Les antennes les plus complexes de côté de conception sont les antennes dédiées aux applications de champ proche, car il doit être conçue pour émettre un champ électromagnétique fort et uniforme autour de lui. La zone de lecture est limitée à 0.2 m, les lignes de champ de l'antenne doivent être maximisées et confinées dans le volume proche de l'antenne du lecteur. De ce fait, ces antennes ont (et doivent avoir) un faible rayonnement dans la région du champ lointain car l'énergie est plutôt concentrée dans le champ réactif. De plus, le champ concentré sur la surface de l'antenne doit être uniforme pour éviter les zones mortes de lecture. Pour ce domaine, l'antenne la plus représentative est l'antenne cadre, sur laquelle nous nous intéresserons dans un premier temps, puis nous nous tournerons vers d'autres antennes adaptatives pour fonctionner dans cette zone [2].

II.9.1.2. Antenne boucle

L'antenne en boucle est un type d'antenne en circuit fermé qui peut avoir différentes formes, comme le rectangle, le carré, le triangle, l'ellipse, le cercle, etc., ellipse, cercle, etc. Les antennes boucles peuvent généralement être divisées en deux classes différentes : les antennes dont la longueur du conducteur et les dimensions de la boucle sont petites par rapport à la longueur d'onde ($< \lambda/10$), et les antennes dont la longueur du conducteur et les dimensions de la boucle comparables à la longueur d'onde [3].

Le maximum du diagramme de rayonnement est atteint dans le plan de la boucle. La petite boucle est équivalente à l'antenne dipôle magnétique infinitésimale perpendiculaire au plan de la boucle, ce qui signifie que les champs rayonnés par l'antenne à petite boucle sont les mêmes que ceux rayonnés par une antenne dipôle magnétique élémentaire [5].

Les petites antennes cadres, comme d'autres petites antennes, ne présentent pas une aussi bonne performance (valeurs de l'intensité du champ magnétique, paramètre de gain, etc.) que les antennes dont la dimension est comparable à la longueur d'onde [5]. Cependant, en raison de ses et de leurs larges maximal, les petites antennes sont largement utilisées à différentes fins.

La longueur d'onde dans la bande RFID UHF, varie entre 0.31 m et 0.35 m. Par conséquent, la taille de l'antenne cadre peut être réduite pour la lecture des étiquettes, puisque la zone de lecture est limitée par la taille de l'antenne du lecteur [2].

Une autre approche consiste à concevoir de large antennes boucle. Cependant, le courant provenant de la grande antenne cadre présente une inversion de phase qui se produit à $\lambda/4$. Cela introduit des effets indésirables pour les applications réactives en champ proche telles que la région de courant nul, et ainsi affaiblir le champ magnétique [2].

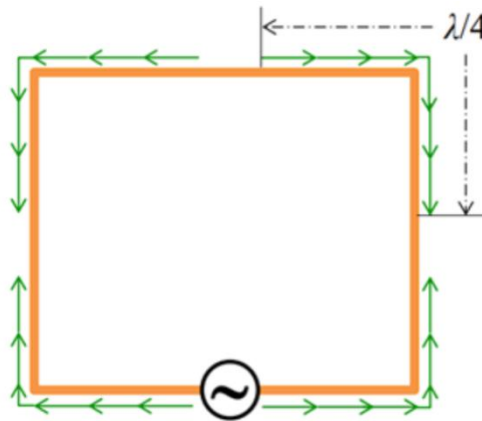


Figure II. 13: montre le changement de phase de courant sur l'antenne

Dans l'exemple d'une antenne cadre carrée, nous avons observé qu'il y a un affaiblissement du champ magnétique près de la région d'inversion de phase du courant, pour surmonter ce problème, on utilise la technique de segmentation.

Les antennes boucles "classiques" sensibles aux champs magnétiques sont utilisées depuis de nombreuses années, car ces antennes boucles sont capables de générer un champ magnétique fort et uniforme environ l'antenne.

Cependant, lorsque la fréquence de fonctionnement de l'antenne atteint la bande UHF, la circonférence de l'antenne cadre devient comparable à la longueur d'onde de fonctionnement, de sorte que l'antenne ne peut pas générer un champ magnétique uniforme. Le courant disparaît le long de la circonférence. Enfin, L'antenne produit un champ magnétique relativement faible dans certaines zones de l'antenne cadre, ce qui réduit la fiabilité de la détection des étiquettes RFID [4].

II.9.1.3. Antenne boucle segmenté

La segmentation est la technique la plus utilisée dans la conception d'antennes lecteur RFID-UHF en champ proche. Chaque partie de l'antenne génère un champ magnétique séparé. Les segments sont disposés de sorte que les champs magnétiques individuels s'additionnent pour former un champ magnétique total qui peut être utilisé pour lire les étiquettes RFID [13].

On prend comme un point de départ l'antenne cadre segmentée proposé dans la thèse de Mr DAIKI « Contribution au développement d'antennes lecteurs champ proche pour les systèmes RFID UHF passifs » (figure 14 chapitre II), dans laquelle on va miniaturiser cette antenne et essayer de garder les mêmes performances sans oublier que Les petites antennes cadres ne présentent pas des bonnes performances.

Le tableau suivant montre les dimensions de chaque antenne :

	Longueur	Largeur
Antenne de Mr DAIKI	180 mm	160 mm
Notre antenne	104 mm	107 mm

Tableau II. 1: les dimensions des antennes étudiées

En conservant le principe de segmentation, on présente dans la figure II.14 une antenne segmentée dont la taille globale est de $107 \times 104 \times 0.035$ mm.

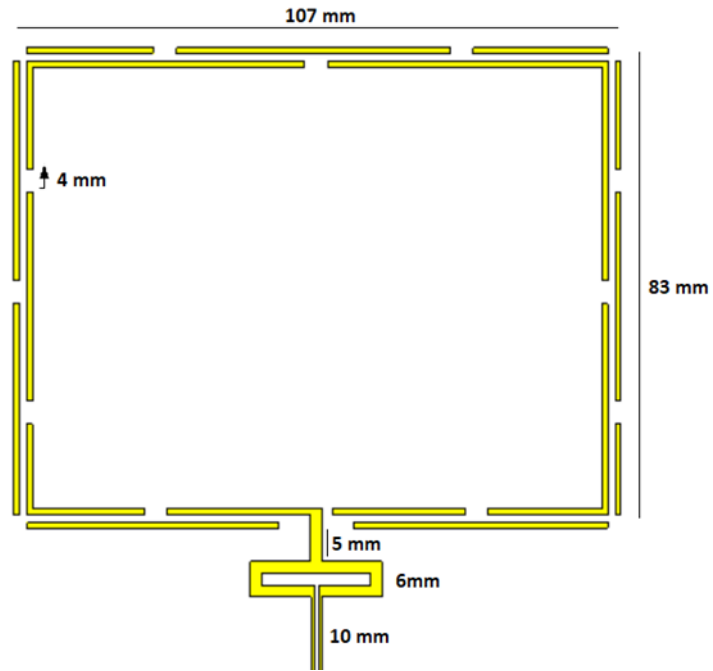


Figure II. 14: antenne boucle segmentée propose

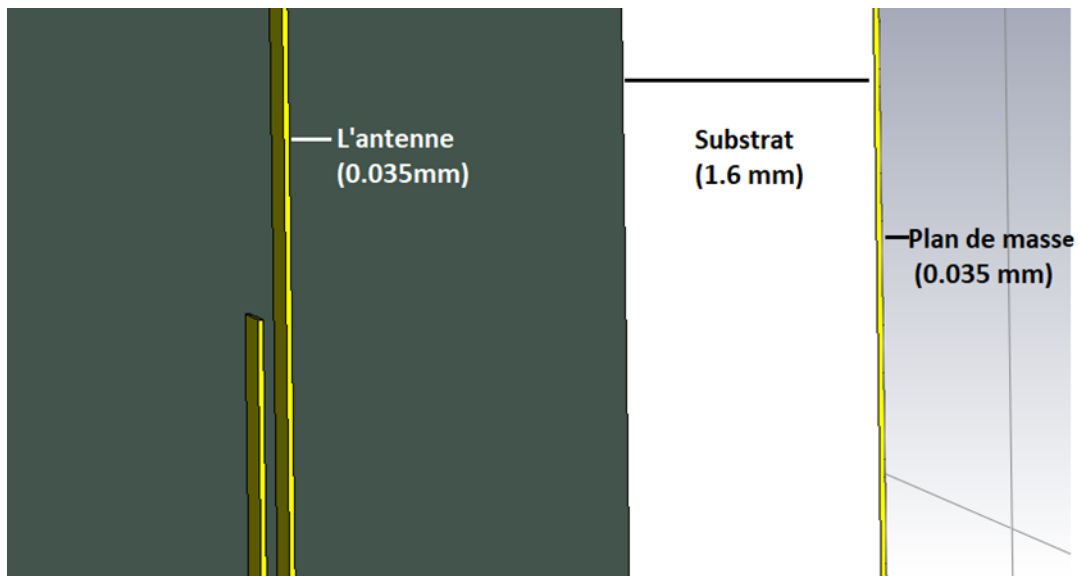


Figure II. 15: L'antenne proposée de côté.

La Figure II.16 Représente le plan de masse d'antenne proposé sur le programme de simulation CST micro-wave studio :

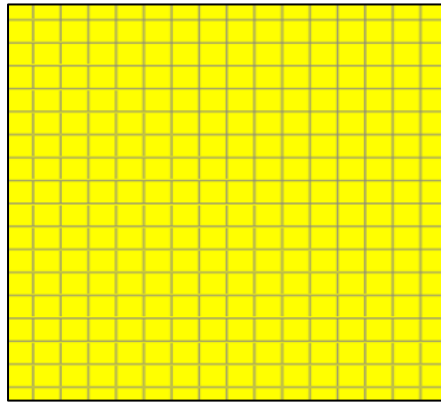


Figure II.16: Plan de masse de l'antenne

II.10. Résultats de simulation

La configuration d'antenne proposée, offre une bonne performance magnétique en champ proche. Il offre une plage de lecture de 200 mm. L'antenne dispose également d'un faible gain en champ lointain de -15 dBi, ce qui est nécessaire pour les applications en champ proche pure.

Après optimisation et pour atteindre un fonctionnement de l'antenne à notre fréquence désirée on obtient les paramètres optimaux suivants : $L_{ant}=107$ mm, $W_{ant}=83$ mm, $W_{ligne}=2.2$ mm, $L_{sub}=180$ mm et $W_{sub}=160$ mm

Le coefficient de réflexion à l'entrée de l'antenne boucle segmentée ayant les dimensions théoriques des figures (II.14 et II.15) est illustré par la figure II.17

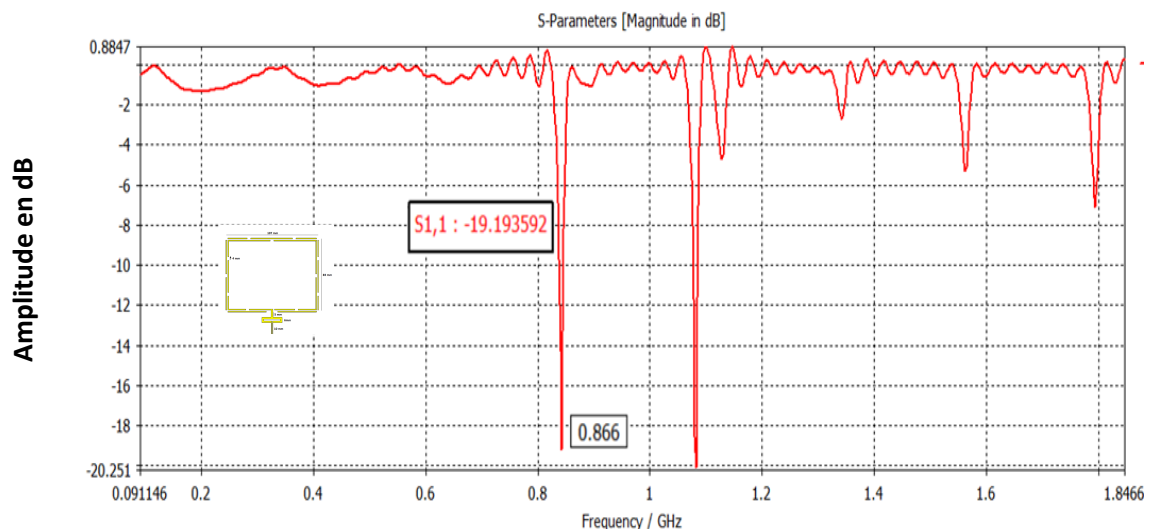


Figure II.17: le Coefficient de réflexion de l'antenne

La figure (Fig.II.17) illustre le module du coefficient de réflexion $|S_{11}|$, l'antenne est simulée dans le domaine fréquentiel. Nous remarquons que le coefficient de réflexion atteint la valeur de -19.19 dB (une bonne adaptation) à la fréquence de résonance 866 MHz

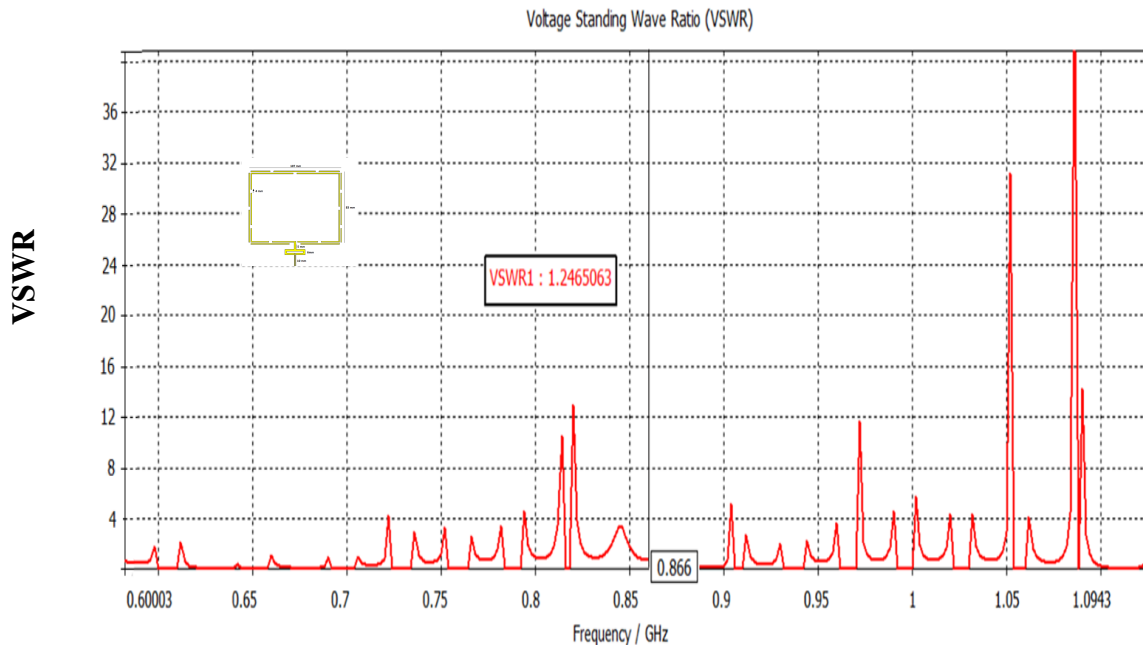


Figure II. 18: le VSWR en fonction de la fréquence

La figure (Fig.II.18) illustre le Taux d'ondes stationnaires $|$, l'antenne est simulée dans le domaine fréquentiel. Nous remarquons que le VSWR atteint la valeur de 1.24 (une bonne qualité de signal) à la fréquence de résonance 866 MHz.

La figure (Figure. II 19) présente le diagramme de rayonnement en 3 D et le gain de notre antenne égale 3.85 dB :

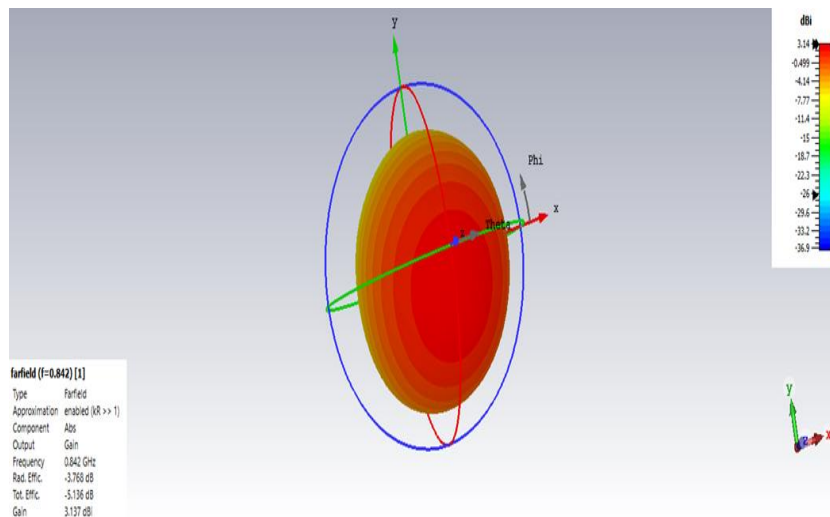


Figure II.19: le diagramme de rayonnement en 3D

La figure II.20 illustre les diagrammes de rayonnement de l'antenne à la fréquence 866MHz sur le plan E. Le Rayonnement est bidirectionnel, le lobe principal se dirige aux alentours de 0 degrés.

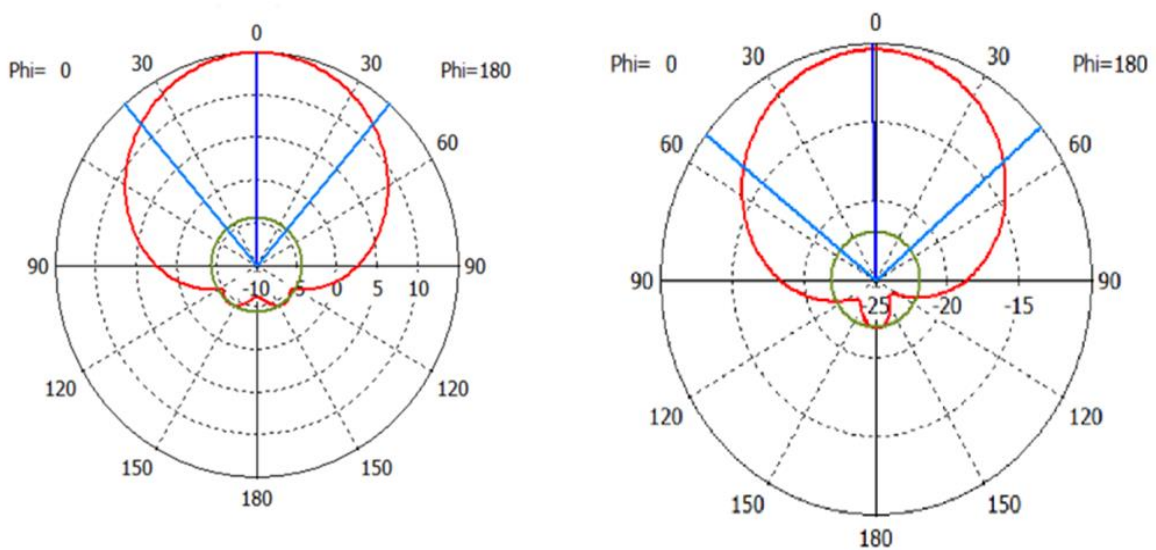


Figure II.20: Diagramme de rayonnement en polaire (phi=90°, phi=0)

II.10.1. La variation de Gain en fonction de la fréquence résonance RFID

Le tableau 2 montre la variation de gain d'antenne par rapport la fréquence et nous sommes arrivé à ces résultats :

Fréquence (GHz)	0.4	0.866	1.25	1.65
Gain (dB)	1.01	3.85	3.94	2.09

Tableau II. 2: La variation de gain en fonction de la fréquence

La figure II.21 présente la variation de la fonction de gain en fonction de la fréquence de résonance. Nous avons enregistré un le gain égale à 3.85 dB a la bande UHF.

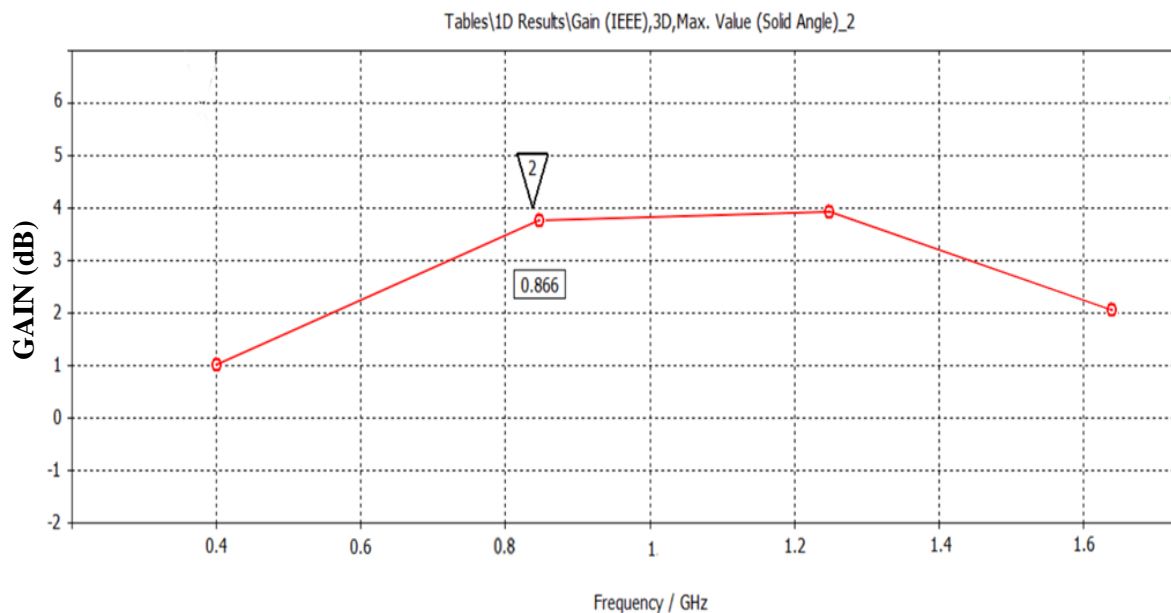


Figure II.21 : le gain d'antenne en fonction de la fréquence

II.10.2. Étude comparative des résultats obtenue avec la littérature

Dans cette partie, nous intéresse par une étude comparative en termes des performances d'antenne propose avec le travail de la littérature présenté dans le tableau II.3

structure	S11	Distance de lecture	gain	La longueur	La largeur
Antenne de Mr DAIKI	-22 dB	14 cm	--	180	160
Notre antenne Propose	-19.19 dB	12 cm	3.85	107	104

Tableau II. 3: comparaissent entre les deux antennes dans la fréquence 866MHz

D'après les résultats obtenue, notre antenne a boucle segmenté capable de fournir uniforme champ magnétique au tour de la région du champ proche, en plus la taille d'antenne est miniaturisé para-port à la géométrie propose dans la thèse de Mossaab Daiki, et nous avons enregistré presque les mêmes résultats qui répand au besoin des applications RFID en champ proche.

II.11. Conclusion

Ce chapitre donne un aperçu de la technologie RFID. Nous sommes concentrés sur la Conception d'une antenne RFID lecteurs pour les applications de champ proche ainsi que le principe de fonctionnement.

L'antenne cadre segmenté proposée montre sa capacité de produire un fort champ magnétique dans la région de champ proche, on a miniaturisé la taille d'antenne para-port au prototype présente par la thèse de Mossaab Daiki.

CHAPITRE III

***La conception d'une antenne
lecteur RFID en champ lointain***

Chapitre III :

La conception d'une antenne lecteurs RFID en champ lointain

III.1. Présentation de chapitre

De nos jours, les technologies d'identification sont devenues omniprésentes dans notre société moderne. Elles contribuent à la croissance économique, à l'échange d'informations et à leur diffusion. Ces technologies ont une large gamme d'applications qui s'étendent sur un domaine infini allant de la distribution à la sécurité, à la logistique et à la traçabilité.

Ce chapitre est consacré à la conception d'antennes RFID bi-bande fonctionnant à la bande ISM micro-onde .Dans le chapitre numéro trois, nous allons présenter une nouvelle antenne patch RFID fonctionnant en champs lointain opérant à la bande de fréquences 2.4 GHz et 5.8 GHz

III.2. Introduction

La RFID (L'identification par radiofréquence) est l'une des innovations technologiques les plus prometteuses pour le suivi et la traçabilité des produits et des flux de matériaux dans les systèmes de fabrication. La RFID est basée sur l'échange d'informations véhiculées par des ondes électromagnétiques entre une étiquette, ou encore notées « tag » et un lecteur. Actuellement, cette technologie est en plein essor sur le plan économique.

L'objectif de ce chapitre est la conception d'antenne champ lointain pour lecteurs RFID. Dans le premier lieu nous avons faire une étude théorique sur le système RFID en champ lointain, une description sur l'antenne RFID imprime. Par la suite nous avons analysé une structure d'antenne imprimée associées d'être intègre dans un lecteur RFID, en utilisant le logiciel CST MICROWAVE STUDIO (Computer Simulation Technologie).

III.3. Système RFID en champ lointain

Les antennes des lecteurs RFID émettent un rayonnement électromagnétique (ondes radio). Si une étiquette RFID se trouve à moins d'une longueur d'onde complète du lecteur, on dit qu'elle se trouve dans le "champ lointain". Si elle se trouve à moins d'une longueur d'onde complète, on dit qu'elle est dans le "champ proche". Le signal en champ lointain décroît au

carré de la distance de l'antenne, tandis que le signal en champ proche décroît au cube de la distance de l'antenne. Ainsi, les systèmes RFID passifs qui s'appuient sur des communications en champ lointain (généralement les systèmes UHF et micro-ondes) ont une portée de lecture plus longue que ceux qui utilisent des communications en champ proche (généralement les systèmes à basse et haute fréquence) [1].

Généralement le système RFID en champ lointain utilise des plages de lecture ISM micro-ondes 2.45 GHz et 5.8 GHz, et l'énergie électromagnétique est rayonnée radialement dans le champ lointain. La puissance diminue alors avec l'augmentation de la distance. Etant donné que la distance de lecture est de plusieurs mètres. Les applications typiques de ce couplage incluent la chaîne d'approvisionnement, les produits pharmaceutiques, les soins de santé et d'autres processus.

III.4. Communication RFID Micro-ondes en champ lointain

Le système RFID micro-ondes est un système de télé alimentation, et de communication bidirectionnelle, nécessite une longue distance et le taux d'échange d'informations est très élevé. La propagation des ondes diminue à un taux de $1/r$ avec la distance r par rapport au récepteur. La transmission des communications utilise une transmission continue d'énergie à récupérer par l'étiquette pour s'alimenter. Le principe d'est illustré sur la Figure III.1 [2].

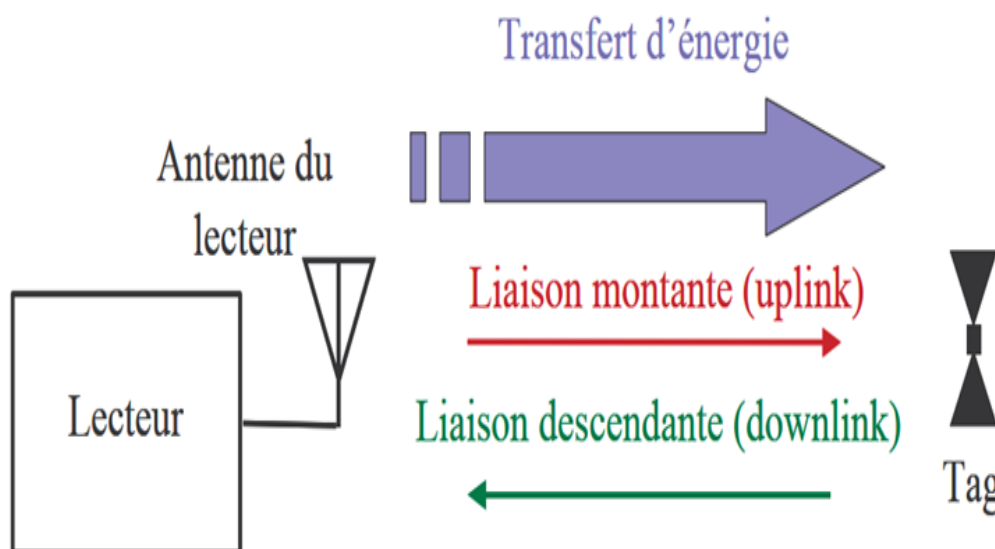


Figure III.1: Principe de communication RFID [2].

III.5. Techniques de couplage RFID en champ lointain

Le couplage capacitif est utilisé pour des distances très courtes, le couplage RFID inductif pour des plages un peu plus longs et le couplage RFID à rétrodiffusion est normalement utilisé lorsque de longues distances (10 mètres et plus) sont nécessaires. En champ lointain, à une distance supérieure à environ la longueur d'onde de la source, le couplage a des propriétés radiatives ou électromagnétiques (Figure III.2). La RFID se comporte comme un vrai émetteur-récepteur radio qui transmet les ondes radio à l'étiquette RFID et reçoit les ondes radio réfléchies [3].

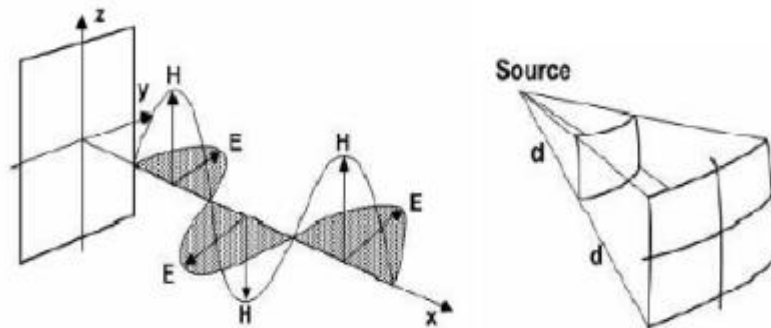


Figure III.2: Rayonnement électromagnétique en champ lointain [3].

La taille d'une antenne RFID capable de générer un champ électrique est d'environ une demi-longueur d'onde (pour une fréquence de 900 MHz, la taille de l'antenne est d'environ 0,166 m). Le lecteur utilise le principe de la télé-alimentation pour alimenter les étiquettes passives présentes dans son champ de lecture à travers le champ électromagnétique émis. La densité d'énergie du signal rayonné diminue avec l'inverse du carré de la distance entre le lecteur et l'étiquette [3].

III.6. Antennes RFID en champ lointain

Dans les topologies d'antennes existantes, les antennes patch ou les antennes imprimées est le premier choix pour les applications RFID en champ lointain car cette topologie offre les avantages d'une surface plane, d'un gain de place et d'une conformité. De plus, l'antenne patch est intégrée aisée dans la partie électronique d'une station de base lecteur RFID.

L'antenne patch est constituée d'un fin film métallique, généralement rectangulaire ou circulaire (existant d'autres formes illustrées sur la figure III.4), imprimé sur un substrat diélectrique comme montre la figure III.1. Le gain de l'antenne patch avec un seul élément rayonnant peut varier jusqu'à 6 dB. Pour augmenter le gain et/ou la directivité de l'antenne quelques techniques peuvent être employées comme par exemple l'utilisation d'un réseau d'antennes patch, ou l'utilisation de couches de substrat à base de méta-matériaux [4].

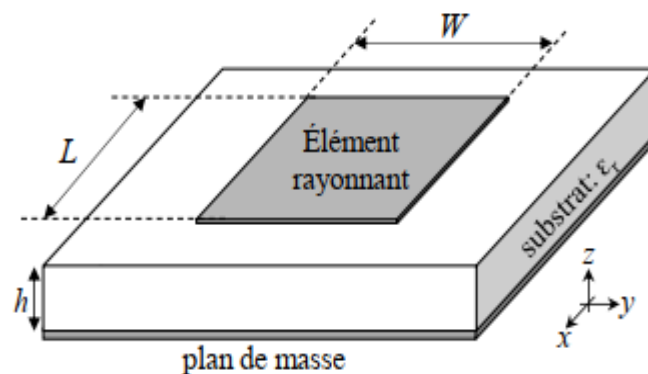


Figure III.3: antenne patch rectangulaire en présentant les quatre paramètres principaux de l'antenne [3].

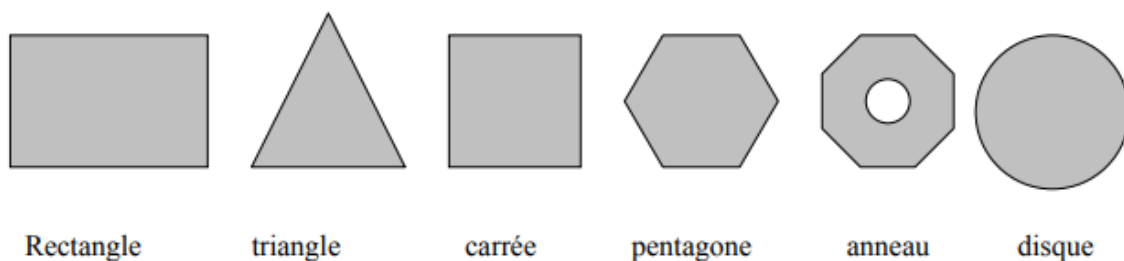


Figure III.4: d'autres formes de l'antenne patch [3].

III.7. Principe de fonctionnement de l'antenne patch

L'antenne patch est similaire aux lignes de transmission micro ruban avec de légères modifications car, contrairement à la transmission micro ruban, nous voulons que le patch rayonne. Si l'on se réfère à la Figure 1.4, une antenne patch rectangulaire est simplement un

"patch" de métal sur un substrat qui a une constante diélectrique ϵ_r . Si l'on se réfère également à la figure III.5

Le champ marginal rend la longueur effective (L_{eff}) du patch plus grand que la valeur physique de l'antenne (Figure III.5(b)). Cela signifie donc que la longueur de résonance de l'antenne est inférieure à $\lambda_g/2$. Une antenne patch rayonne à partir d'un champ marginal exposé au-dessus du substrat de bord du patch. D'autres éléments liés aux substrats (h et ϵ_r) et à la largeur du patch jouent également un rôle dans l'effet du champ marginal et par conséquent sur L_{eff} [3].

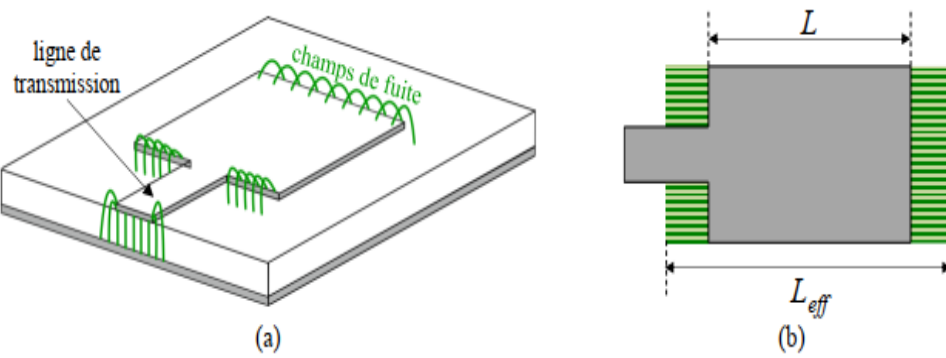


Figure III.5 : (a) Représentation des champs marginaux sur l'antenne patch alimentée par une ligne de transmission. (b) comparaison entre la longueur physique et la longueur effective de l'antenne patch [3].

III.8. Les Techniques d'adaptation des antennes imprimées

Chaque système qui convertit l'énergie sur une ligne de transmission doit s'adapter car la ligne de transmission convertit l'impédance de charge en une autre valeur d'impédance à la source. Ainsi, ce que voit la source dépend de l'impédance de charge, de la longueur électrique de la ligne et de son impédance caractéristique

III.8.1. Adaptation par ligne quart d'onde

Dans la construction des circuits hyperfréquences, on recherche souvent une adaptation, c'est-à-dire une réduction à une impédance différente (généralement l'impédance caractéristique) de celle obtenue en bout de circuit [6].

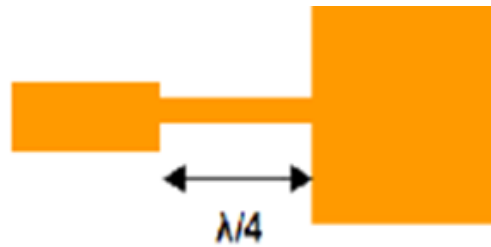


Figure III.6: adaptation par quart d'onde [6].

III.8.2. Adaptation par stub

Une autre façon de réaliser une adaptation de charge consiste à utiliser des stubs. Grâce aux stubs en circuit ouvert (open stub) ou en court-circuit (short stub). La solution retenue est généralement celle dont l'encombrement est le plus faible. Le raisonnement peut se faire en impédance mais il est plus facile de travailler dès le départ en admittance pour faire la somme des impédances parallèles ramenées [5]. Un stub est un tronçon de ligne de longueur s que l'on branche en dérivation sur la ligne principale à une distance d de la charge [6].

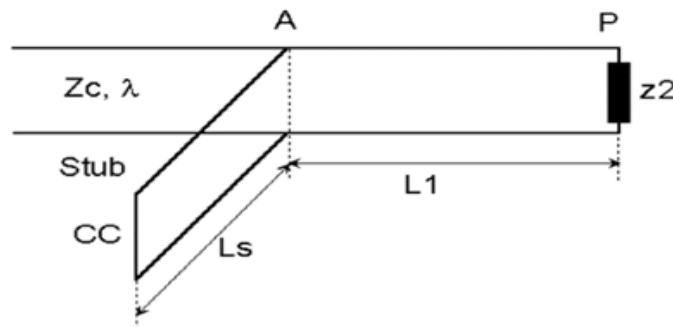


Figure III.7: Modélisation de l'antenne à adaptation simple stub [6].

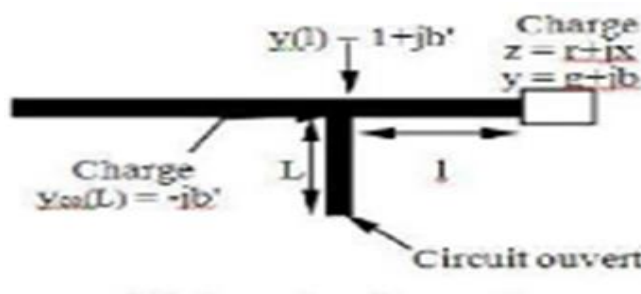


Figure III.8: Stub en circuit ouvert [6].

III.8.3. Adaptation avec encoches

Pour adapter l'antenne, on utilise des encoches, il suffit de modifier la géométrie du Patch, Les dimensions des encoches sera calculé par une étude analytique pour adapte la ligne de transmission [6].



Figure III.9: Patch adapté par encoches de longueur [6].

III.9. Mécanisme d'alimentation du patch

Il existe plusieurs techniques d'alimentations des antennes micro-ruban. Les plus utilisées sont classées en deux grandes catégories :

III.9.1. Alimentation directement connectée à l'antenne

L'alimentation via des lignes micro ruban est l'une des méthodes les plus utilisées, la ligne de transmission étant directement connectée au bord de l'antenne. Cette technique offre une meilleure bande passante, de faibles émissions parasites et est facile à modéliser. Les alimentations coaxiales sont dans la même catégorie, où le conducteur interne du câble est connecté au patch et le conducteur externe est connecté au plan de masse. Cette approche nous donne de la flexibilité dans le placement des câbles et permet d'obtenir une bonne adaptation d'impédance [7].

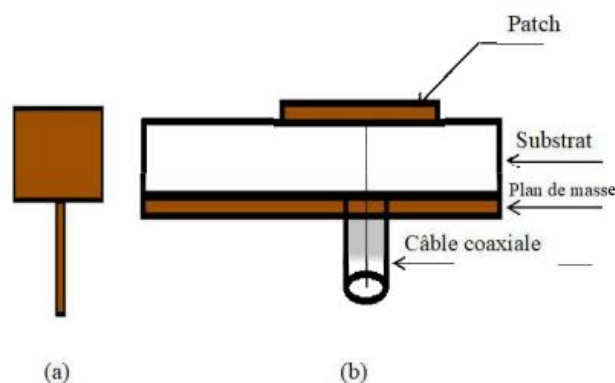


Figure III. 10: (a)Alimentation directe par ligne de transmission, (b) par câble coaxiale [7].

III.9.2. Alimentation par couplage

L'alimentation est assurée par un couplage électromagnétique. Dans le cas d'un faible écart entre la ligne micro ruban et l'antenne patch, le mode d'alimentation est différencié par un couplage de proximité. Cet écart peut être utilisé pour une meilleure adaptation d'impédance et il offre également un degré de liberté au design. Cependant, ce type d'antennes est difficile à modéliser et à fabriquer. La deuxième méthode est appelée alimentation couplée par fente. La ligne de transmission est séparée du patch par un plan de masse. L'alimentation est fournie par couplage, où l'énergie électromagnétique est transférée à travers la fente vers le plan de masse [8].

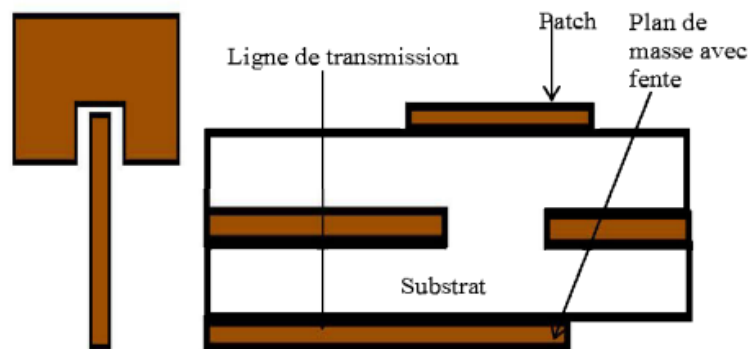


Figure III.11: Alimentation par couplage [8].

III.10. Conception d'une antenne lecteur RFID en champ lointain

Le calcul de la distribution du champ électromagnétique ne peut être obtenu avec précision. Convient aux structures d'antennes très simples, dans les milieux homogènes et les zones lointaines. Calculer L'analyse en champ proche de structures réelles devient très complexe.

III.10.1. patch carrée pour RFID

Dans cette partie on s'intéressera à la conception d'une antenne imprimée bi-bande constituée d'un patch carré opérant à deux fréquences 2.45 et 5.8 GHz. Le substrat utilisé est le FR4 ($\epsilon_r=4.3$, $h=1.6\text{mm}$). Dans un premier temps, les dimensions analytiques de l'antenne ont été calculées à partir des équations de l'annexe. Le tableau suivant représente les

dimensions d'antenne patch d'une ligne micro ruban correspondante à une Impédance d'entrée du patch 50Ω .

Noms	Valeurs (mm)	Application
Longueur du plan de Masse	85	Lg
Largeur du plan de Masse	90	Wg
Longueur du substrat	85	Lg
Largeur du substrat	90	Wg
Longueur du patch	30	L
Largeur du patch	37	W
Hauteur du substrat	1.6	H
Epaisseur du patch	0.035	T
Largeur du la ligne	2.94	W1
Langueur de la ligne	34.2	L1

Tableau III.1: dimension de l'antenne patch carré

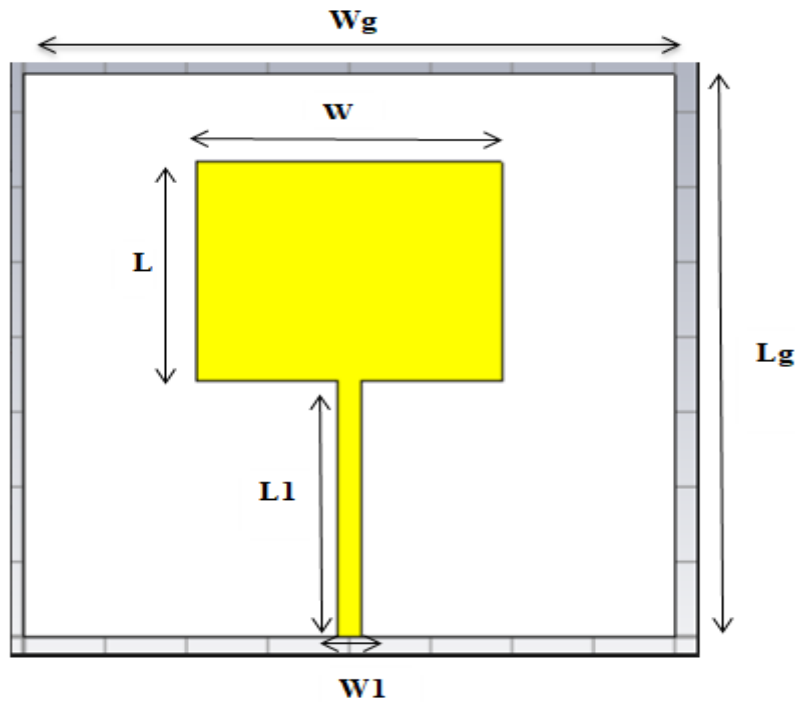


Figure III.12: Géométrie d'antenne patch carrée

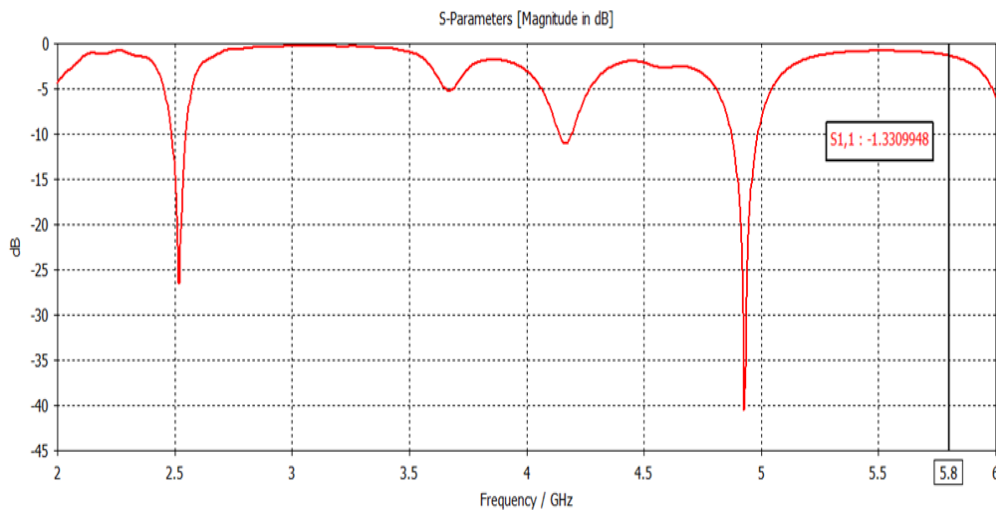


Figure III.13: Coefficient de réflexion de l'antenne patch alimentée par une ligne micro ruban

En remarque dans la figure III.13 que l'antenne n'est pas adaptée car la valeur de coefficient de réflexion est égale à -1.8 dB dans la fréquence 2.4 GHz et -1.33 dB pour la fréquence 5.8 GHz. Pour adapter l'antenne on va utiliser les techniques d'adaptation (les encoches).

III.10.2. La structure d'antenne patch proposée

Pour adapter l'antenne patch, nous avons utilisé la technique d'adaptation avec encoches, Nous allons modifier la géométrie d'antenne en ajoutant deux encoches à côté de la

ligne micro rurbaine, et quatre encoches inclinées dans les corners d'antenne avec une largeur de 0.6 mm .Les dimensions résumées dans le tableau suivant :

Noms	Valeurs (mm)	Application
La largeur de l'encoche	2.94	C
La longueur de l'encoche	7	K

Tableau III.2: Les dimensions d'antennes patch avec encoche.

En représentes le géométrique d'antenne avec encoche comme suit :

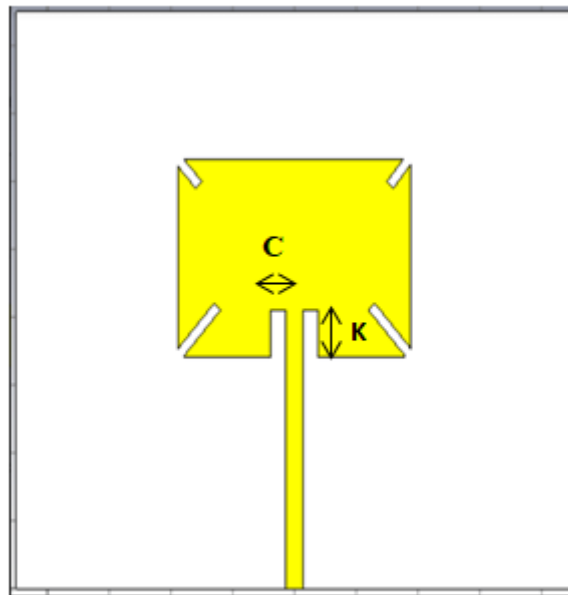


Figure III.14: Géométrie d'antenne patch carrée avec encoches.

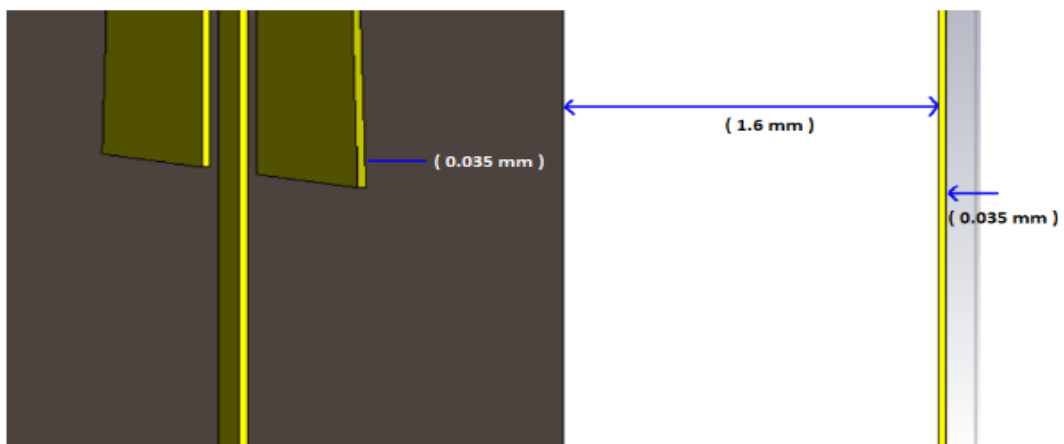


Figure III.15: L'antenne proposée de coté

Dans cette partie, nous présentons les résultats de simulation obtenus en termes de coefficient de réflexion, le rapport d'ondes stationnaires, et le diagramme de rayonnement autour d'une fréquence de résonance de 2.45 et 5.8 GHz. Ces résultats sont représentés respectivement sur les figures suivantes :

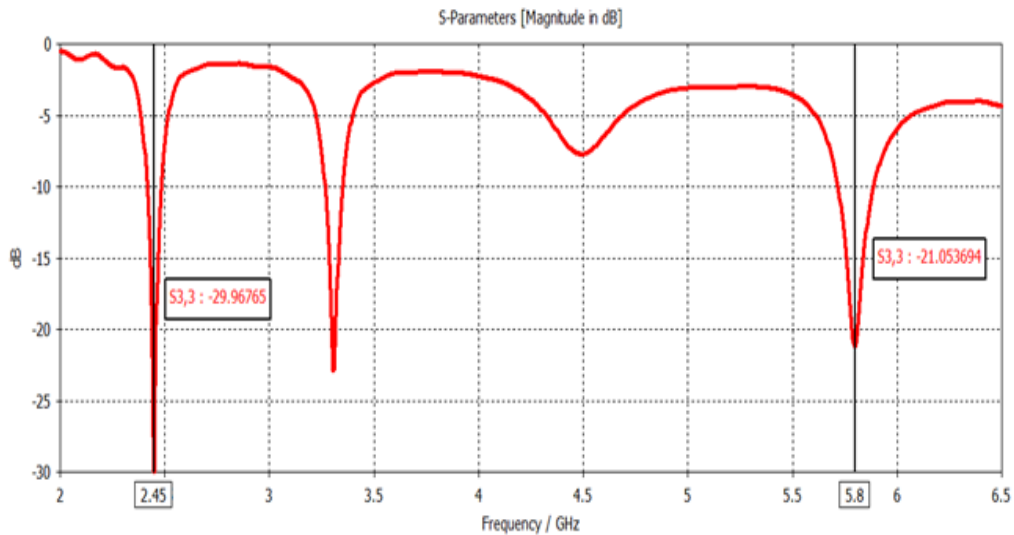


Figure III.16: Coefficient de réflexion de l'antenne patch avec encoches en fonction de fréquence.

De la figure III.16 qui représente le coefficient de réflexion d'antenne patch avec encoche alimenté par une ligne micro ruban. Le prototype proposé présente un fonctionnement bi-bande opérant dans la bande de fréquence 2.45 GHz avec une meilleure précision de l'adaptation obtenue a $|S_{11}|=-29.96$ dB, et $|S_{11}|=-21.05$ dB a la deuxième bande de fréquence 5.8 GHz.

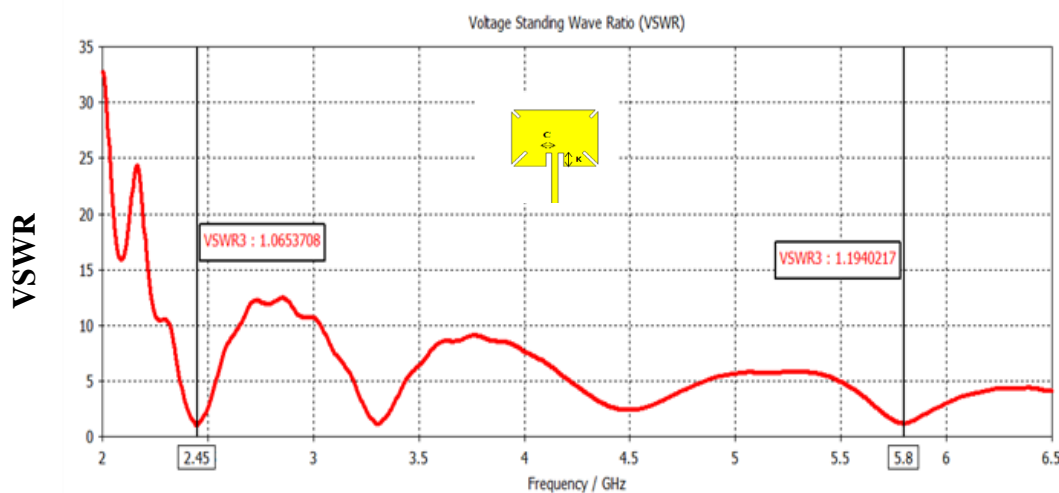


Figure III.17: Taux d'ondes stationnaires en fonction de la fréquence.

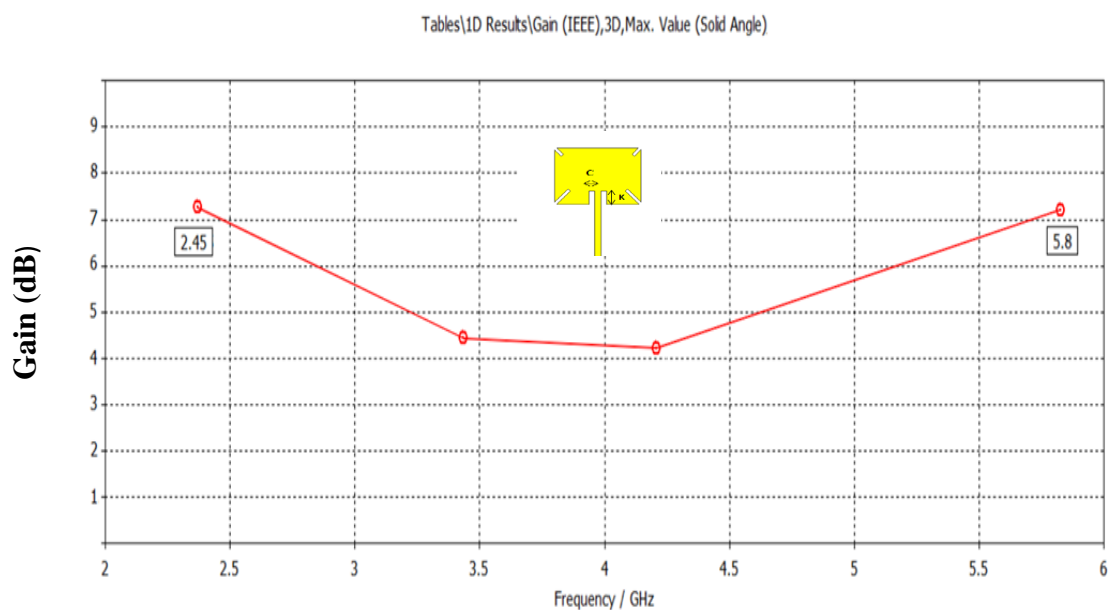


Figure III.18: Variation de gain en fonction de la fréquence.

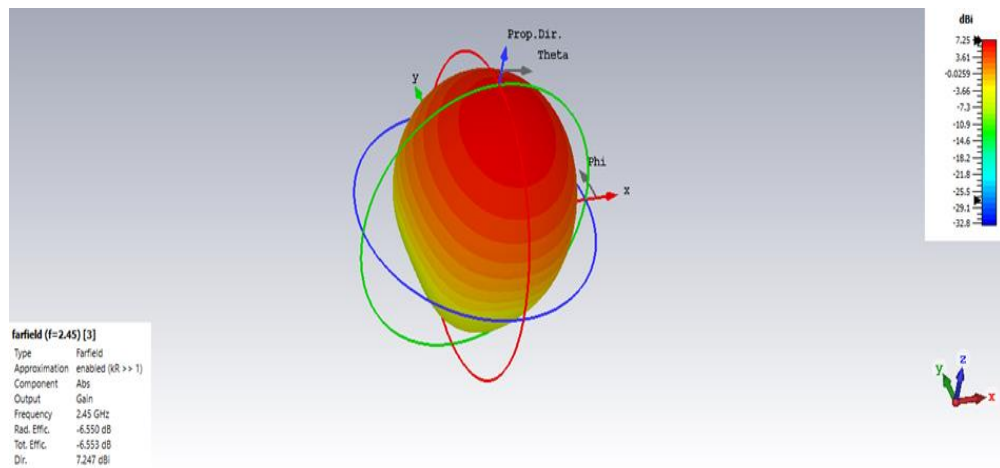
Le tableau 3 présente la variation de gain en fonction de la fréquence. En remarque que le gain d'antenne proposé est positif dans toute la gamme de fréquence.

Fréquence (GHz)	2.45	3.47	4.2	5.8
Gain (dB)	7.25	4.5	4.3	7.21

Tableau III.4: montre la variation de gain.

D'après les résultats précédents, le VSWR (Taux d'onde stationnaire) est inférieure à 2, ce qui montre une adaptation entre l'antenne et la ligne de transmission. Nous constatons que le gain atteint une valeur maximale de 7.25 dB pour une fréquence de résonance 2.45 GHz, et une valeur maximale de 7.21 pour la fréquence 5.8 GHz. Ce résultat est acceptable pour assurer le bon fonctionnement de cette antenne.

Le diagramme de rayonnement en 3D est illustré ci-dessous à la bande de fréquence 2.4 GHz :



Le diagramme de rayonnement polaire de l'antenne patch à la fréquence 2.45 GHz est directif et il est omnidirectionnel à la fréquence 5.8 GHz.

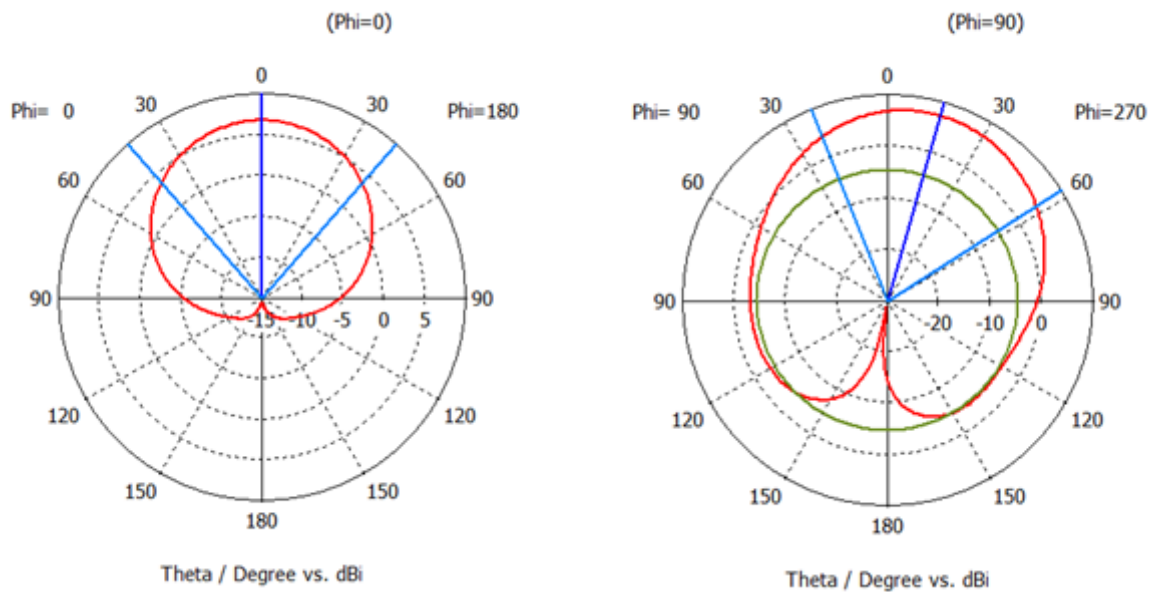


Figure III.19: Diagramme de rayonnement polaire de l'antenne patch a la fréquence 2.45 GHz (2D) avec phi=0 et phi=90.

Le diagramme de rayonnement en 3D est illustré ci-dessous pour la bande de fréquence 5.8 GHz égale 7.21 dBi.

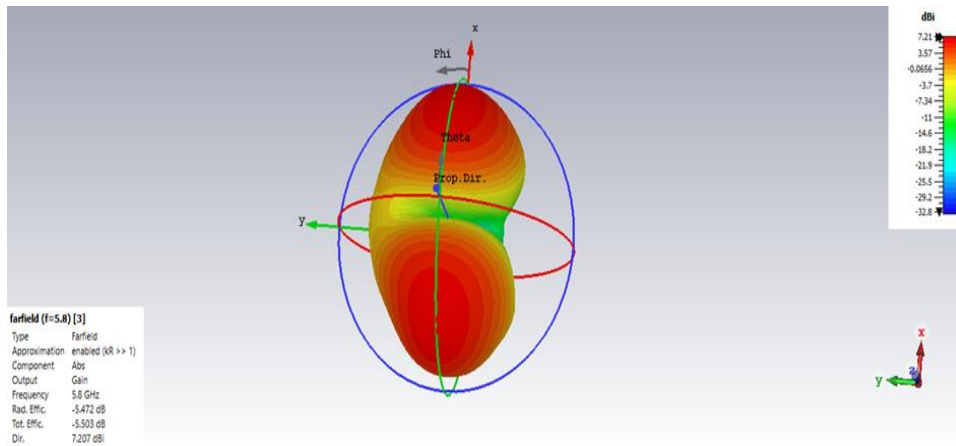


Figure III. 20: Diagramme de rayonnement 3D pour $f=5.8$ GHz.

Le rayonnement omnidirectionnel est enregistré dans la deuxième bande microwave présentée dans la figure 20 (b).

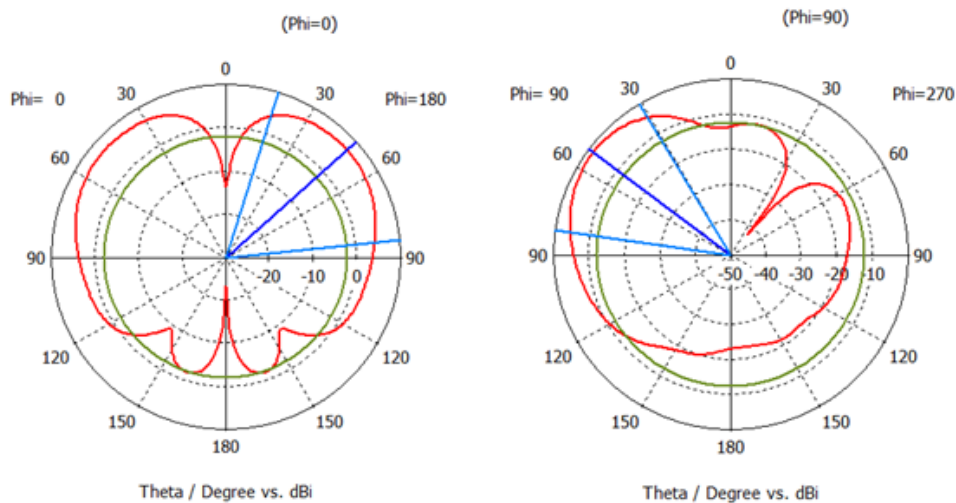


Figure III.21 : Diagramme de rayonnement en directivité et polaire de l'antenne patch à la fréquence 5.8 GHz (2D) avec $\phi=0$ et $\phi=90$.

Dans la figure III.22 illustre la distance de lecture en fonction de la fréquence 2.45 GHz pour l'antenne patch proposée égale 5.7 m.

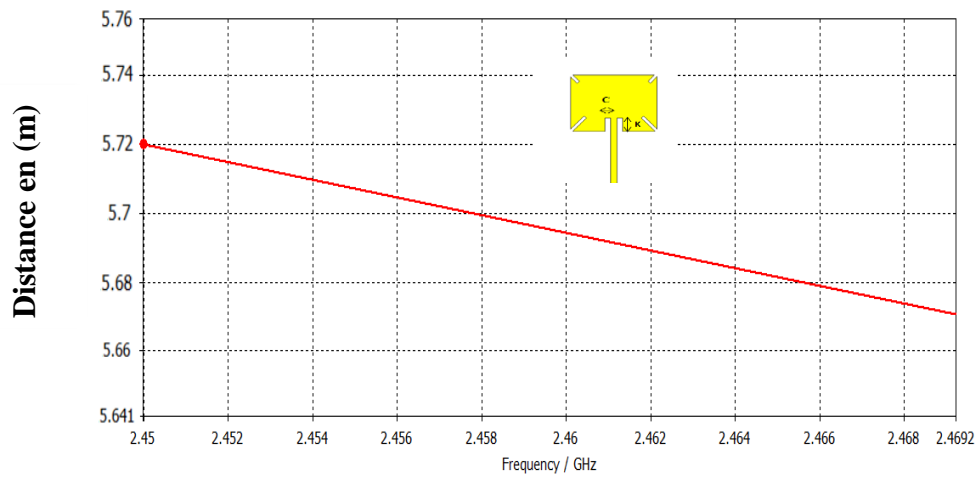


Figure III. 22: la distance de lecture en fonction de la fréquence 2.45 GHz.

III.11. Conclusion

Dans ce chapitre nous sommes intéressés à la simulation électromagnétique à la conception d'antenne imprimée pour le système RFID Micro-onde. Antenne imprimées gravée directement sur le substrat FR4, adapté la ligne micro ruban avec des encoches leur dimensions ont simulées et optimises. Nous avons reporté les résultats en termes de coefficient de réflexion, diagramme de rayonnement, le gain par simulation sous CST software.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'identification par radiofréquence (RFID) est une technologie qui utilise des ondes radio pour identifier passivement un objet étiqueté. Elle est utilisée dans plusieurs applications commerciales et industrielles, du suivi des articles le long d'une chaîne d'approvisionnement au suivi des articles empruntés dans une bibliothèque.

Cette mémoire s'inscrit dans le cadre de la technologie RFID et s'est concentrée sur la conception d'antenne lecteur RFID en champ proche pour fonctionner dans la bande de fréquence UHF-RFID, et en champ lointain pour la bande de fréquence RFID micro-ondes (2.45 GHz et 5.8 GHz).

Après la présentation de généralité sur la technologie RFID, les systèmes RFID ont été introduits en détaillant leur principe de fonctionnement, leurs constituants ainsi que leurs fréquences de fonctionnement. Ensuite Nous avons mis l'accent sur les antennes lecteur en champ proche, en détaillant leur principe de fonctionnement, en suit on a présenté les types des antennes, et on a s'intéresse sur les antennes boucle.

A la suite nous avons mis l'accent sur les antennes imprimées (patch) et exposé quelques techniques d'alimentations ainsi que son mécanisme de base.

L'étape de conception des antennes pour lecteur RFID en champ lointain a débuté par la présentation d'une antenne patch carré simple.

Dû à leur faible bande passante et gain, les antennes patch rectangulaire classiques ne permettent pas une bonne adaptation dans la bande des fréquences (2.45 et 5.8 GHz). Afin de palier à cet inconvénient, nous avons fait une nouvelle structure d'antenne patch, on utilise une technique d'adaptation avec les encoches. Nous avons reporté les résultats en termes de coefficient de réflexion, de diagramme de rayonnement de cette antenne obtenus par simulation sous CST, le but de cette étude est de voir amélioré le gain.

Finalement, Les résultats obtenus sont satisfaisants et laissent penser à des travaux d'optimisation et réalisations aux futures proches.

Bibliographie

Bibliographie

Chapitre I :

- [1]. Aristote Iziri « Etude portant sur la technologie RFID », Mémoire Online Université de Kinshasa - Graduat 2018.
- [2]. Radio Frequency Identification, synthese.pdf.
- [3]. Fatah Chetouane « An Overview on RFID Technology Instruction and Application », Faculty of Engineering, Université de Moncton, Moncton, E1A 3E9, New Brunswick canada.
- [4]. Delphine Bechevet, « Contribution au développement de tag RFID UHF et microondes sur matériaux plastiques », Institut National Polytechnique de GRENOBLE, 9 décembre 2005
- [5]. F.Z.Marouf « Etude et conception d'antenne imprimé identification radio fréquence RFID UHF »thèse doctorat Université de Tlemcen, soutenue en 2013.
- [6]. K.Marwen et M.Karim « simulation et réalisation des antennes imprimées pour des application RFID », Mémoire université de Guelma soutenu en 2021.
- [7]. E.Makroum « Conception d'antennes spirales rectangulaires pour TAG RFID UHF»,
- [8]. Yassin Belaizi « Etude et conception d'un capteur-RFID passif en bandeUHF : application à l'agroalimentaire », Université Montpellier, 2018. Français. ffnnt : 2018MONTS061ff. fftel-02134586
- [9]. Anthony Ghiotto « Conception d'antennes de tags RFID UHF, application à la réalisation par jet de matière.. Autre ». Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2008. Français.
- [10]. F.Z.Marouf « Etude et conception d'antenne imprimé identification radio fréquence RFID UHF »thèse doctorat Université de Tlemcen, soutenue en 2013
- [11]. M. Daiki « Contribution au développement d'antennes lecteurs champ proche pour les systèmes RFID UHF passifs » Laboratoire LCIS de l'École Doctorale EEATS a Université de Grenoble, Thèse soutenue publiquement le 17 Mars 2015.
- [12]. Daniel Dobkin « RF in RFID : passive RFID UHF in pratic », newnes 2008

- [13]. B. Yahiaoui, A. Sfaïhi, and A. Mekhmoukh, «Technologie RFID Étude et application» Université Abderrahmane mira Bejaia, 2015
- [14]. MIRAOUI Ismail Et BERRAIS Mohammed Ridha «Conception Et Simulation d'Antennes Lecteur RFID », Université AboubakrBelkaïd –Tlemcen-
- [15]. Michel Rousseau « lecteur RFID : comment cela marche ».
- [16]. Site web Connectwave « technologie & application IOT », RFID
- [17].M.DHAOUADI «Conception et optimisation des antennes RFID UHF en vue d'améliorer la fiabilité des systèmesRFID », thèse de doctorat Université de Carthage soutenu en 2014.
- [19]. P. I. KATAMBA « Technologie RFID : Concepts et stratégie de mis en œuvre »,mémoireuniversité LAVAL QUÉBEC, soutenu en 2007.
- [20]. A.Ghiotto «Conception d’antennes de tags RFID UHF, application à la réalisation par jet de matière » polytechnique de Grenoble, soutenu le 26 Novembre 2008.
- [21]. I.Gammoudi «Application des antennes RFID à base de liquide Crystal polymère dans un environnement souterrain» thèse de doctorat université du Québec en AbitibiTémiscamingue aout 2017
- [22]. F.Z.GOURARI ‘ ‘ Étude et Conception d’antennes RFID UHF -modèle électrique et miniaturisation’ ’Université AboubakrBelkaïd, soutenue en 2018.
- [23]. C.Nadia« La technologie rfid (Radio Frequency identification) ou identification par fréquence radio fait partie des technologies d’identification automatique », 2017
- [24]. W.Belgacem « étude et Conception des tags RFID pour des applications médicales », mémoire PFE université de Tlemcen, soutenu juin 2014. [dspace.univ-tlemcen]
- [25]. Kaur, M., Sandhu, M., Mohan, N., Sandhu, P.S.: RFID technologyprinciples, advantages, limitations &its applications. Int. J. Comput. Electr. Eng. 3, 151–157 (2011)
- [30]. Wen Yao, Chao-Hsien Chu and Zang Li « The Use of RFID in Healthcare: Benefits and Barriers »,
- [31]. M.Haddara « RFID applications for patient safety in the healthcare sector », Kristiania University College, Norway

Chapitre II :

- [1]. W.Belgacem « étude et Conception des tags RFID pour des applications médicales »mémoire PFE université de Tlemcen, soutenu juin 2014.
- [2]. A.C.DeSouza « Conception d’antennes et méthode de caractérisation des systèmes RFID UHF en champ proche et en champ lointain », Université Grenoble Alpes, 2015.
- [3]. Biblio mosta-université « Conception et réalisation d’une antenne lecteur pour les systèmes RFID UHF champ proche »
- [4]. M.DHAOUADI « Conception et optimisation des antennes RFID UHF en vue d'améliorer la fiabilité des systèmes RFID », thèse de doctorat Université de Savoie), Grenoble, France, 2014
- [5]. K. Finkensteller, RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication, 3rd Edition, John Wiley & Sons, June 2010.
- [6]. M.DAIKI, « Contribution au développement d’antennes lecteur champ proche pour les systèmes RFID UHF passifs », thèse de doctorat, École Doctorale EEATS, 2015
- [7]. F.Z.GOURARI « Conception d’antennes en technologie micro ruban pour des applications RFID passifs» 2014
- [8]. F.Z.Marouf « Etude et conception d’antenne imprimé identification radio fréquence RFID UHF »thèse doctorat Université de Tlemcen, soutenue en 2013.
- [9]. A.Douidi «Conception et simulation de tags RFID» Université Tlemcen 2018
- [10]. M. Bolic, D. Simplot-Ryl, I. Stojmenovic, « RFID Systems: Research Trends and Challenges », John Wiley and Sons, 2010
- [11]. P. V. Nikitin, K. V. S. Rao, and S. Lazar, « An overview of near field UHF RFID »in 112 Proc.IEEEInt.Conf.RFID, Mar. 2007,
- [12]. A.Bouchouareb « l’identification par radio fréquence principe et application », cours novembre 2007
- [13]. X.Qing, C. K.Goh, and Z.N. Chen, “Segmented loop antenna for UHF near-field RFID applications,” IET Electron. Lett., vol. 45, no. 17, pp. 872–873, Aug. 2009

[14]. Buffi, A. A. Serra, P. Nepa, H.-T. Chou, et G. Manara, « A focused planar microstrip array for 2.4 GHz RFID readers », IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 58, no. 5, pp.1536-1544, May 2010

[15]. P.I. Katamba«Technologie RFID: conception et strategies de mise en oeuvre», universitéLAVALQUÉBEC, 2007.

[16]. K.MarwenetM.Karim « simulation et réalisation des antennesimprimées pour des application RFID », Mémoireuniversité de Guelmasoutenu en 2021.

Chapitre III:

[1]. K. Marwen et M. Karim « Simulation et réalisations des antennes imprimées pour des applications RFID », Mémoire de Fin d'Etude Université de Guelma, 2021

[2]. F.Z.Marouf « Etude et conception d'antenne imprimé identification radio fréquence RFID UHF »thèse doctorat Université de Tlemcen, soutenue en 2013

[3]. M. DHAOUADI « Conception et optimisation des antennes RFID UHF en vue d'améliorer la fiabilité des systèmes RFID », thèse de doctorat Université de Carthage, 2014

[4]. A.C. De Souza. Conception d'antennes et méthode de caractérisation des systèmes RFID UHF en champ proche et en champ lointain. Université Grenoble Alpes, 2015.

[5]. B.Nassima, «Conception des antennes PIFA mono-bande et multi-bande GSM, DCS, PCS, UMTS et WIFI »Mémoire de fin d'étude de master académique Université de Tlemcen, 2013

[6]. F.Benamrane « Conception d'une antenne Patch Microstrip », mémoire online Université Sidi Mohamed Ben Abdellah .Maroc – 2011

[7]. M.Dhaouadi, Conception et optimisation des antennes RFID UHF en vue d'améliorer la fiabilité des systèmes RFID, Thèse décembre 2014

[8]. I. GAMMOUDI «application des antennes RFID à base de liquide Crystal polymère dans un environnement souterrain », université du QUÉBEC 2017

[9]. e-biblio.univ-mosta « Conception d'une antenne Patch »

Annexes

Annexe :

A.1 Définition du logiciel CST STUDIO SUITE :

En 1992, la société Allemande CST STUDIO a été fondée. Après de nombreuses recherches, la première version de CST Microwave studio fut apparue en 1998. Cette dernière a pour but la conception magnétique. Elle permet l'analyse rapide et précise des dispositifs à haute fréquence tel que : les antennes, les filtres ...etc. C

ST Microwave studio est un outil spécialisé pour la simulation en 3D des composants à haute fréquence basé sur la résolution des équations de MAXWELL suivant la technique des intégrales finies (FIT, Finit Intégration Technique).

Comme tous les simulateurs 3D, l'avantage de cet outil est la possibilité de traiter toutes sortes de structures homogènes quelle que soit la technologie utilisée. Dans notre travail, on s'intéresse la simulation d'une antenne patch alimentée par une ligne micro ruban [4].

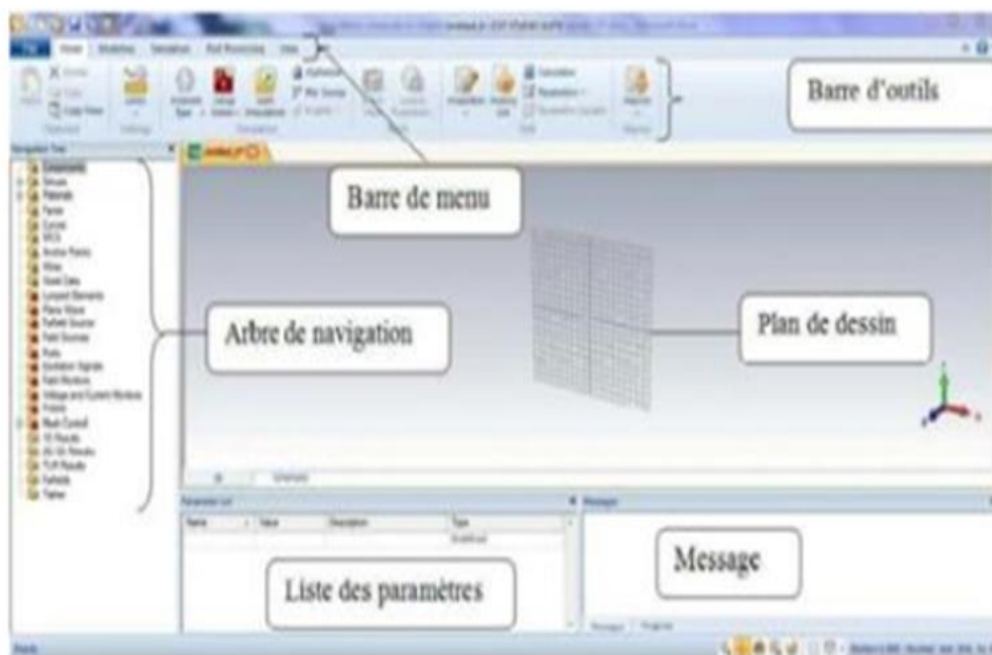


Figure A.1: Description de logicielle CST [4].

Une antenne patch à microbande est un patch de matériau conducteur qui est gravé sur un substrat diélectrique d'une épaisseur h et de permittivité ϵ_r , et constituée d'un élément rayonnant de forme carré de longueur L et de largeur W . Le tableau suivant résume les équations utilisées pour le calculs de notre antenne carrée :

Paramètre d'antenne	Equations
Longueur du patch(L)	$L = l_{eff}$
Longueur effective(L _{eff})	$L_{eff} = \frac{c}{2fr \sqrt{\epsilon_{reff}}}$
L'extension de la longueur(ΔL)	$\Delta L = 0.412 h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)}$
Constante diélectrique (ϵ_{reff})	$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}}$
Largeur du patch(W)	$W = \frac{c}{2fr} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$
Longueur du substrat(L _g)	$L_g = l + l + 6 * h$
Largeur du substrat(W _g)	$W_g = w + 6 * h$
L'impédance caractéristique de la ligne micro ruban	$Z_C = \frac{119.9}{\sqrt{2(\epsilon_r + 1)}} \left[\ln \left(4 \frac{h}{w_f} + \sqrt{16 \left(\left(\frac{h}{w_f} \right)^2 + 2\right)} - \frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \right) \left(\ln \frac{\pi}{2} + \frac{1}{\epsilon_r} \ln \frac{4}{h} \right) \right]$

<p>Lalargeur de la ligne</p>	<p>Simpl e</p>	$L1 = \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{\epsilon_r \epsilon_{eff}}}$
-------------------------------------	--------------------	--

Tableau A.1 : paramètre de l'antenne patch carré.

- C : la vitesse de la lumière $c=3*10^8$ m/s
- Fr : fréquence de résonance
- ϵ_r : permittivité du substrat
- h : l'épaisseur du substrate