

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département Electronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Télécommunication

Spécialité : Systèmes de télécommunications

Par

- **BOUAOUINA Abdennour**
- **MANSOURI Toufik**

Intitulé

Etude et conception d'antenne RFID à basse des matériaux anisotropes

Soutenu le : 29 Mai 2024

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>Mme. LAKHLEF NORA</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>MR. ATTOUI AISSA</i>	<i>MAB</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Mme. ERREDIR CHAHRAZAD</i>	<i>MAB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2023/2024

Dédicace

A la mémoire de mon père LAID

Mes parents :

Ma mère la lumière de ma vie « AICHA »

A ma sœur et mes frères

A ma femme et mes enfants

A toute ma famille, petite et grande

A tous mes amis

Abdenhour

Dédicace

A mes chers parents

*A mes sœurs et mes
frères*

A mes chères amies

A toute ma famille, petite et grande

A tous qui m'aiment

Toufik

REMERCIEMENTS

Nous tenons en premier lieu remercier ALLAH le tout puissant qui nous a donné le pouvoir, le courage et la patience à l'élaboration de cette œuvre.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements avec une profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Un spécial remerciement à notre encadreur Dr. ATTOUI AISSA pour avoir accepté de diriger notre travail malgré leurs nombreuses occupations, leurs conseils et leurs remarques si pertinentes nous ont guidés dans l'élaboration de ce travail.

Nous remercions particulièrement Mr : Iounissi Ismail Directeur de centre sportif proximité

Sidi Embarek pour leur soutien

Monsieur le Directeur régionale

Et le Chef département administration Pour donner l'autorisation pour suivre mes études

A tous personnel de l'entreprise algérienne des autoroutes (DRE) et (DPLE)

Sans oublier nos familles, nos proches qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce Mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements aux professeurs de l'Institut électronique, spécialisé en communication, pour leurs efforts au cours des années d'études.

En fin, nos remerciements les plus respectueux aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail.

Abdenmour et Toufik

Résumé- De nos jours, les applications des systèmes RFID a gagné en popularité denombreux domaines tels que : le contrôle d'accès, la bio-ingénierie, systèmes de transport, santé, inventaire de gestion et bien d'autres encore.

ce mémoire présente une nouvelle étude et conception d'antennes RFID lecteur utilisées pour étendre le zone de couverture des applications RFID passive

L'idée principale est de changer la forme et la direction des diagrammes de rayonnement de l'antenne afin d'étendre la zone de couverture.

On a présenté une Nouvelle architecture d'an lecteur RFID à base des matériaux Anisotropes - Cristal Liquide(LC) -, basé sur l'influence d'une tension de commande externe.La structure proposée s'est basée sur plusieurs parties de LC- a été conçue et simulée.

Ce projet consiste à concevoir un système d'antennes RFID reconfigurables en diagramme de rayonnement qui soit compact et à faible coût.

Mots clés : lecteur RFID, antenne de tag RFID, diagrammes de rayonnement, Cristal Liquide(LC)

Abstract - Nowadays, applications of RFID systems have gained popularity in many fields such as: access control, bioengineering, transportation systems, health, management inventory and many more.

This dissertation presents a new study and design of RFID reader antennas used to extend the coverage area of passive RFID applications

The main idea is to change the shape and direction of the antenna radiation patterns in order to expand the coverage area.

We presented a new architecture of an RFID reader based on anisotropic materials - Liquid Crystal (LC) -, based on the influence of an external control voltage. The proposed structure was based on several parts of LC- was designed and simulated.

This project consists of designing a system of RFID antennas reconfigurable in radiation pattern that is compact and low cost.

Keywords: RFID reader, RFID tag antenna, radiation patterns, Liquid Crystal (LC)

ملخص — في الوقت الحاضر، اكتسبت تطبيقات أنظمة RFID شعبية في العديد من المجالات مثل: أنظمة النقل، الصحة وإدارة المخزون وغيرها الكثير.

تقدم هذه المذكرة دراسة وتصميم جديد لهوائيات قارئ RFID المستخدمة لتوسيع منطقة تغطية تطبيقات RFID السلبية

الفكرة الرئيسية هي تغيير شكل واتجاه أنماط إشعاع الهوائي من أجل توسيع منطقة التغطية. لقد قدمنا تصميمًا جديدًا لقارئ RFID يعتمد على مواد متباينة الخواص - الكريستال السائل - [LC] استنادًا إلى تأثير خارجي باستخدام تيار تحكم خارجي. يعتمد الهيكل المقترح على عدة أجزاء من LC وقد تم تصميمه ومحاكاته. نتيجة هذا المشروع هو تصميم نظام هوائيات RFID يمكنه التحكم في نمط الإشعاع وهو صغير الحجم ومنخفض التكلفة.

الكلمات المفتاحية: قارئ RFID ، هوائي بطاقة RFID ، أنماط الإشعاع، الكريستال السائل LC

Sommaire

Dédicace.....	I
Remerciement.....	II
Résumé.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des Tableaux.....	VI
Introduction générale.....	01

CHAPITRE I

Généralité sur les antennes RFID

La technologie des antennes RFID

1.1 L'intérêt de la technologie RFID.....	3
1.2 Domaine d'application.....	3
1.3 Topologie RFID.....	4
1.4 Types de système RFID.....	5
1.5 RFID Passif.....	7
1.5.1 Caractéristiques.....	7
1.5.2 Limitations.....	8
1.6 Antennes RFID (Étiquettes).....	8
1.6.1 Théorie de la RFID.....	8
1.6.2 Types des tags RFID passifs.....	11
1.6.3 Les puces RFID.....	14
I.7. Conclusion.....	16

CHAPITRE II

ANTENNE RECONFIGURABLE EN DIAGRAMME DE RAYONNEMENT A BASE DES MATERIAUX

ANISOTROPES

I Introduction	16
II.1. Les antennes agiles	17
II.2. Avantages et inconvénients des antennes agiles	19
II.3. Techniques de reconfiguration des antennes compactes	20
II.3.1 Utilisation de diode PIN.....	22
II.3.2 Utilisation des MEMS.....	23
II.4 Utilisation de matériaux à propriétés spécifiques	24
II.4 .1 Méta matériaux Cristaux liquides.....	24
II.4.1.1 Nématique	26
II.4.1.2. Smectique	27
II.5. Action d'un champ électrique sur les cristaux liquide.....	29
II.5.1. Orientation par champ électrique basse fréquence.....	30
II.6. Présentation des cristaux liquides étudiés.....	31
II.6.1. Cristal liquide.....	31
II.7. Conclusion	33

CHAPITRE III

RESULTATS ET SIMULATION

III .1 –Introduction	34
III .2 Description du logiciel HFSS	34
III .3- Simulation d’antenne patch rectangulaire en HFSS	35
III .3.1-Procédure de conception d’une antenne rectangulaire	35
III.4-Techniques d’alimentation d’une antenne imprimée rectangulaire en utilisant HFSS.	36
III.4.1-Alimentation par ligne micro ruban	37
III.5. Simulation d’une antenne RFID à basse des matériaux anisotropes, cristaux liquides (LC)	39
III.5. 1. Introduction	39
III.6 - Conception d’une antenne Lecteur RFID a couche active CL	40
III.6 .1- Structure.....	40
III.7-RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	42
III.8. CONCLUSION	47
Conclusion Générale	48
Bibliographie	49
Annexe.....	50

Généralité sur et les antennes RFID

Fig I.1 : code a barre03

Fig I.2 : Schéma bloc d'un système RFID05

Fig I.3 : Tag RFID passive et active06

Fig I.4 : Contrôle d'accès..... 12

Fig I.5 : Paiement électronique.....12

Fig I.6 : Antenne dipôle12

Fig I.7 : Types des antennes dipôles.....13

Fig I.8 : Structure antenne patch14

Fig I.9 : Les puces15

CHAPITRE II

ANTENNE RECONFIGURABLE EN DIAGRAMME DE RAYONNEMENT A BASEDES MATERIAUX ANISOTROPES

Fig. II.1 Antenne en losange reconfigurable conçue par Bruce et Beck.....	18
Fig. II.2 Schéma du fonctionnement d'une antenne rhombique et diagramme de rayonnement....	18
Fig. II.3 les techniques de reconfigurabilité	22
Fig. II.4 le circuit équivalent d'une diode dans les états ON et OFF	23
Fig. II.5 commutateur MEMS RF.....	24
Fig. II.6 cristaux liquide .1-les formes moléculaires anisotropes qui peuvent Présenter des phases cristaux liquides et exemple de formule chimique :	
a) bâtonne b) disque et c) banane	25
Fig. II.7 Représentation des phases nématique .les molécules ont une orientation	27
Fig. II.8 Représentation des phases Smectique A(à gauche) et Smectique C (a droite).....	28
Fig. II.9 Polarisation du champ électromagnétique.....	29
Fig. II.10 –Formule chimique du cristal liquide K15.....	31
Fig. II.11 – Molécules constituant le mélange E3.....	32
Fig . II.12 –Molécule constituant le mélange E7.....	32

CHAPITRE III

RESULTATS ET SIMULATION

Figure III.1 : Schéma de l'antenne, W : largeur ; L : longueur ; e : épaisseur du patch ; h : épaisseur du substrat ; Wi : largeur de la ligne d'alimentation	37
Figure III.2.Variation du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence.....	38
Figure III.3 La structure de lecteur RFID simulé à base de cristal liquide.....	40
Figure III. 4 : antenne lecteur RFID (les parties actives du circuit + Antenne).	41
Figure III. 5 : antenne lecteur RFID micro-ruban (parties actives)	42
Figure III. 6: coefficient de réflexion S11 en (dB) en fonction de la fréquence.....	43
Figure III.7 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90^\circ$ sans tension de commande	43
Figure III.8 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90^\circ$ avec tension de commande (7v)P1.	44
Figure III.9 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90^\circ$ avec tension de commande (7v) P 01+02).....	45
Figure III.10 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90^\circ$ avec tension de commande (7v) avec plusieurs positions d'excitation).....	46

Liste des Tableaux

CHAPITRE I

Généralité sur les antennesRFID

Tableau II.1 : Différents fréquences des systèmes RFID	05
Tableau II.2:Types des systèmes RFID	06

CHAPITRE II

ANTENNE RECONFIGURABLE EN DIAGRAMME DE RAYONNEMENT A BASE DES MATERIAUX ANISOTROPES

Tableau II.1 Techniques de reconfiguration d'antennes	19
Tableau II.6.1 Présentation des cristaux liquides étudiés	31

CHAPITRE III

RESULTATS ET SIMULATION

Tableau III .1 : Avantages & Inconvénients de la méthode des éléments finies.....	35
Tableau III.2: Microstrip Patch Antenna Creation Using Ansys HFSS Antenna	38
Tableau III.3 : Caractéristiques des cristaux liquides.....	39

Introduction Générale

Introduction Générale

L'antenne joue un rôle primordial dans une communication sans fil, elle est indispensable pour établir n'importe quelle liaison entre deux points éloignés, que ce soit dans la téléphonie mobile, la radioastronomie, dans les systèmes de positionnements par satellites (GPS), la transmission des signaux TV et Radio, et dans les tours de contrôle des avions et les tours maritimes ...etc. L'antenne est toujours présente et elle est vitale pour le bon fonctionnement de n'importe quel système de télécommunication.

Chaque antenne est conçue pour être utilisée dans une application bien précise en tenant compte de ses paramètres de base.

Le système RFID, acronyme pour Radio Frequency Identification (Identification par Radiofréquence), est une technologie de communication sans fil qui utilise des ondes radio pour transférer des données entre un lecteur et une étiquette RFID. Cette technologie permet d'identifier, de catégoriser et de suivre des objets, des personnes ou des animaux en attachant des balises RFID à ces éléments, qui peuvent être lus par des lecteurs RFID sans nécessiter de ligne de vue directe ou de contact physique.

Chaque système RFID se compose de deux composants principaux : une étiquette ou une balise intelligente et un lecteur. Les étiquettes ou balises RFID possèdent un processeur intégré et une antenne pour transmettre des données via des ondes radio vers le lecteur. Plusieurs systèmes RFID peuvent inclure une antenne externe en tant que conduit entre la balise et le lecteur. Il existe trois types de systèmes RFID : actif, passif ou semi-passif

La plupart des nouvelles applications RFID utilisent les bandes Ultra Hautes Fréquences (UHF de 860 MHz à 960 MHz) et Micro-Ondes (MO à 2,45 GHz). Ces bandes de fréquences apportent plusieurs avantages comparativement aux basses et hautes fréquences (BF, HF), à savoir une possibilité de lecture à grande distance et un transfert plus rapide de données. Les applications RFID deviennent très diverses et le besoin d'utiliser deux ou plusieurs bandes de fréquences dans un même système a incité les chercheurs à développer des antennes reconfigurables multi-bandes

En partie pratique on a fait une simulation sur une antenne patch d'un système NFC, en utilise la technique de reconfiguration d'antenne en diagramme de rayonnement et la polarisation horizontale et verticale de cristal liquide pour assurer la directivité de diagramme de rayonnement , le but de tous ca augmentation de la distance de système NFC un distance plus que 10 cm

Chapitre I :

Généralité sur

Les antennes RFID

I. -La technologie des antennes RFID

I.1L'intérêt de la technologie RFID

La technologie RFID a été proposée pour des besoins de traçabilité définis sous La Norme ISO8402 comme « l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la Localisation d'une entité au moyen d'une identification enregistrée» (ISO 8402).

L'entité peut désigner une activité, un processus, un produit, un organisme ou une personne.

Historiquement, ce domaine a commencé avec de simples étiquettes écrites

À la main. Par la suite, les codes à barres imprimés ont vu le jour pour remplacer ces étiquettes.



Figure I.1 : code à barres

Cependant, l'utilisation de ces codes à barres nécessite une visibilité directe et à Courte distance [I.2]. Cette technologie présente des contraintes à savoir, une limite de stockage et facile à détériorer en plus du fait qu'elle ne soit pas modifiable.

Les codes à barres sont passifs, ce qui les rend inadéquat pour un grand nombre .Des différents scénarios de traçabilité [I.3]. De ce fait, le développement d'une solution électronique sans contact, flexible et à longue portée est nécessaire. Donc, la Technologie RFID a été proposée pour une meilleure alternative aux codes à barres.

I .2Domaine d'application

Le marché de la technologie RFID est en pleine expansion : 126 puces RFID sont Vendues chaque seconde, soit 3,98 milliards d'étiquettes RFID par année. Un marché de 7,5 milliards de dollars qui sera multiplié par 4 d'ici 2022 [I.4]. Ce chiffre de vente Est dûessentiellement à l'intégration de la technologie RFID à la technologie Habilitante « enablingtechnology» [I.5]. Cette dernière offre aux entreprises L'opportunité de déployer cettetechnologie selon leur besoin tel que; achat, vente, Commercialisation, marketing et communication etc.

La technologie RFID peut être déployée dans plusieurs domaines à savoir :

- ✓ **Logistique** : C'est l'un des secteurs d'activités principales de la technologie RFID.

Les codes à barres ont été remplacés par les tags. C'est en repérant plusieurs tags En temps réels que la RFID était employée dans les grands conteneurs. On peut la trouver aussi dans différentes applications comme les médicaments et les Marchandises.

✓ **La traçabilité:** C'est une dérivation de la précédente application. Les Informations sur l'historique de déplacement et le temps de stockage peuvent être transmise grâce aux tags installés sur les différents produits. Cette technique est utilisée dans les hôpitaux pour suivre le processus de soin ainsi que le déplacement des patients.

✓ **Paiement:** Les cartes de crédit et de débit qui permettent d'effectuer des Paiements sans contact avec le terminal de paiement, utilisent la RFID.

✓ **Implant et systèmes intelligents:** La RFID peut être implémentée sous forme de puce ou petite antenne intégrée directement dans un corps humain ou animal pour assurer une identification en temps réels. En outre, une antenne RFID.

Accompagnée d'un système d'acquisition de données forme un capteur intelligent capable de récupérer des informations sur l'environnement qui l'entoure ou bien un sujet spécifique sur lequel il est implanté.

I.3 Topologie RFID

Le système RFID est une technologie d'identification automatique qui exploite le rayonnement radiofréquence pour identifier les objets porteurs d'étiquettes lorsqu'ils passent à proximité d'un interrogateur [I.5]. D'après cette définition, on peut diviser le système RFID en deux grandes catégories à savoir

L'étiquette (TAG) et l'interrogateur (Reader). La communication sans fil entre ces deux composants est assurée par une émission d'ondes radios. La communication suit une séquence de commandes d'envoie et de réception et elle est établie suivant plusieurs fréquences et différent types de système RFID.

La figure I.2 présente une topologie générale d'un système RFID.

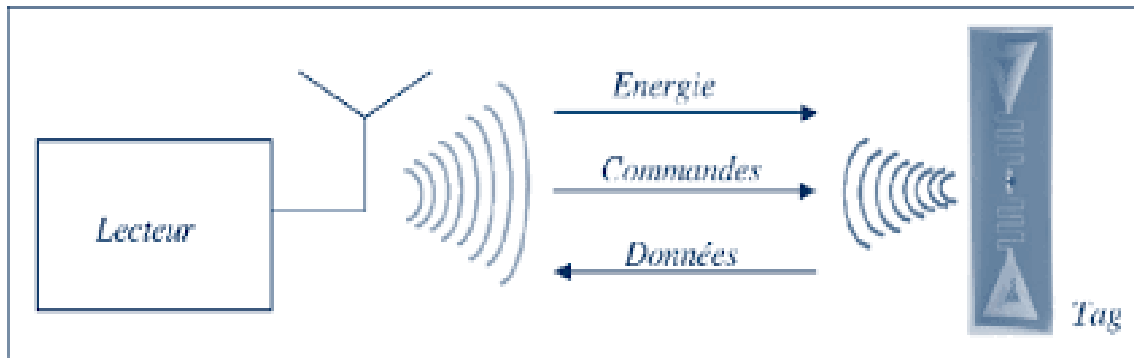


Figure I.2 : Schéma bloc d'un système RFID

I.4. Types de système RFID

Il est à noter qu'il existe plusieurs bandes de fréquences dédiées à la technologie RFID. C'est toute une gamme de fréquence allant des basses fréquences (LF lowfrequency) jusqu'à des fréquences très élevées (SHF Super High Frequencies).

Le tableau ci-dessous spécifie ces fréquences ainsi que leur utilisation.

LF : basses fréquences	125KHZ-134.2KHZ (C'est quoi l'application
HF : hautes fréquences	13.56 MHZ utilisé dans un environnement en contact avec la clientèle
UHF : ultra haut fréquence	860 MHZ-960 MHZ : utilise pour la longue portée
SHF : super hautes fréquences	2.45 GHZ : identification des véhicules et pour les applications médicales

Tableau I.1 : Différents fréquences des systèmes RFID

Pour le système de communication RFID, la transmission et la réception de L'information entre l'interrogateur et l'étiquette est assurée via le transfert d'ondes électromagnétiques. L'implémentation des systèmes RFID tag se fait de différentes manières : passive, semi-active et active

- **Passive:** les étiquettes sont alimentées par les ondes émises del'interrogateur.Ces ondes sont captées et transformées en signal électrique. Les étiquettes RFID Passives sont basées sur la technique de rétro-module « backscattering ».

- **Active** : Les étiquettes sont alimentées par une source d'énergie embarquée (Une batterie ou une pile). Ce qui permet aux étiquettes d'envoyer ou de recevoir des informations en temps continue.
- **Semi-active**: également appelé semi-passifs, l'étiquette est alimentée par une Source non continue d'énergie embarquée. Différemment à l'étiquette active, les semi passifs envoient ou reçoivent les informations à des intervalles du temps réguliers et programmables.



a) RFID –ACTIVE

b) RFID –PASSIF

Figure I.3 : Tag RFID passive et active

Tag type	passive	Semi active	Active
Power source	RF form reader	Battery	battery
Max range	9 meter	100 meter	100 meter
Cost	Cheaper	Expensive	expensive
Size	Small	Large than passive	Large than passive

Tableau I.2:Types des systèmes RFID

Outre la communication à champ proche qui est basée sur un couplage inductif [I.6], la communication entre l'interrogateur et l'étiquette est assurée par le champ Magnétique induit.

La distance entre les deux composants est très petite, elle est largement utilisée pour les basses fréquences.

Le centre Auto-ID [I.5] a bien séparé les systèmes RFID suivant des classes basées sur leurs fonctionnalités.

I .5 RFID Passif

I.5.1 Caractéristiques :

Présentement, les tags RFID passifs sont les plus utilisés dans le marché [I.4]. Les principaux critères de choix d'un tag RFID sont la taille et les performances. En fonction de ces caractéristiques, le prix des RFID passif tags varie entre quelque

Centime jusqu'à une dizaine de dollars . Les domaines d'utilisation des systèmes RFID passifs sont très variés, à savoir, la gestion de stock, le suivi des colis, L'identification des animaux, la traçabilité ... etc.

Les caractéristiques des tags passifs peuvent aussi différer par rapport à la Fréquence (ex. Pour les basses fréquences (125 et 132khz), la portée typique est de 0.5m). Ces tags sont relativement chers, mais ils ont une bonne performance en milieu métallique ou liquide [I.4]. De même, les caractéristiques en termes de coût et portée sont presque les mêmes en HF (13.54MHZ avec une portée de 1 m).

La bande de fréquence, des tags RFID passifs, la plus demandée sur le marché, est de 860-960MHz.

Ce type de tags a eu sa grande réputation grâce à son longue portée allant de 3 m à 6 m.

Elles ont été adaptées à la lecture en volume à des longues distances, cependant,

Leurs performances peuvent être dégradées en milieu métallique, liquide ou humain [I.6]. Pour la bande ISM de 2.4GHz et 5.8 GHz, les caractéristiques sont similaires à celle de 1 'UHF sauf

Qu'elles ont une portée de 1 m seulement. Cette bande de fréquence est très utilisée dans le domaine médical [I.4].

En résumé, les antennes tags RFID passifs offrent de meilleures performances Dans l'espace libre, néanmoins, la présence d'objets ou de milieu différent limite et dégrade considérablement leurs performances.

I.5.2 Limitations

Comme indiqué précédemment, les performances d'un tag RFID passif dépendent de l'objet auquel elle est attachée et le milieu où ces tags rayonnent. Ses pertes de performance sont dues aux caractéristiques du matériel en question qui peuvent affecter les propriétés de l'antenne en termes de substrat, diélectrique, tangente de perte, l'impédance, la radiation et l'efficacité [I.6].

Par exemple, dans un milieu souterrain tel que la mine, le niveau trop élevé D'humidité peut affecter le matériau de l'antenne (diélectrique et tangente de perte) d'où un changement et décalage de la fréquence de résonance de l'antenne [I.3]. En outre, les antennes peuvent être attachées à un corps humain (un minier) qui a une permittivité diélectrique très élevée causant des pertes significatives et affectant ainsi les performances de l'antenne. Aussi, la présence de métaux et de l'eau dans les mines peut affecter la réponse de l'antenne. Pour contrer ce problème, l'utilisation de matériaux en mousse (foams) ou plastic est envisagée.

I.6 Antennes RFID (Étiquettes)

I.6.1 Théorie de la RFID

L'antenne, dans sa définition la plus générale, est la conversion d'une puissance Électrique incidente en une puissance électromagnétique rayonnée dans une direction particulière. Pour caractériser une antenne tag, il existe deux s paramètres principaux à prendre en considération : Les paramètres du circuit et les paramètres du rayonnement.

I.6.1.1 Paramètres du circuit

Les paramètres qui influent directement sur le comportement de l'antenne (circuit) sont : le coefficient de réflexion, l'impédance et la bande passante.

Dans le cas d'une antenne conventionnelle, l'impédance de l'antenne doit être

Adaptée au conjugué de l'impédance du chip (l'impédance de la charge). Pour éviter que l'énergie soit réfléchi sans être alimentée, le RFID chip doit avoir une bonne adaptation d'impédance . Le coefficient de réflexion associant l'impédance complexe de l'antenne à l'impédance complexe du RFID chip est: [I.4].

$$\Gamma = \frac{Z_C - Z_A}{Z_C + Z_A} \quad (\text{I.1})$$

$|\Gamma| = 0 \Rightarrow$ Si le coefficient de réflexion est égal à 0, on dit que toute la puissance fournie est rayonnée par l'antenne Tag (c'est la condition parfaite). Ce qui est nécessaire pour assurer une bonne efficacité et performance de l'antenne TAG.

Néanmoins, en pratique, on ne peut pas avoir un rayonnement parfait à cause des pertes par mauvaise adaptation d'impédance où $Z_C = R_C + jX_C$ et $Z_A = R_A + jX_A$. Pour atteindre une efficacité la plus élevée, il faut que $X_A = -X_C$ et R_A soit la plus proche de R_C , ce qui assure une bonne adaptation. L'équation 3.1 devient alors [I.1] :

$$\Gamma = \frac{4R_A R_C}{|Z_A + Z_C|} \quad (\text{I.2})$$

Le coefficient de réflexion est toujours exprimé en décibel (dB), l'équation est:

$$S_{11} = 20 \log(\Gamma) \quad (\text{I.3})$$

La Largeur de bande de fréquence où $S_{11} < -10\text{dB}$ correspond à 90% de la puissance transmise. Si S_{11} est plus grand que cette valeur, la puissance émise de l'antenne est trop faible. La plage de fréquences de part et d'autre de la fréquence de résonance de l'antenne à la valeur de $S_{11} < -10\text{dB}$ est la **bande passante** de l'antenne [I.3].

I.6.1.2 Paramètres de rayonnement

Les principaux paramètres de rayonnement de l'antenne sont la directivité, le gain, l'efficacité (ou rendement) et le diagramme de rayonnement.

Premièrement, si on a une puissance rayonnée $P(\theta, \varphi)$ et une puissance P_r (puissance rayonnée de l'antenne isotrope), le rapport entre ces deux puissances [I.9] donne la **directivité** de l'antenne dans une direction $p(\theta, \varphi)$.

$$D(\theta, \varphi) = 4 \pi \frac{P(\theta, \varphi)}{P_r} \quad (\text{I.4})$$

Deuxièmement, le gain d'une antenne $G(\theta, \varphi)$ est exprimé avec le même rapport que la directivité, sauf que la puissance de l'antenne isotrope doit être considérée sans perte. C'est-à-dire, le gain est la directivité maximale de l'antenne dans une direction (θ_0, φ_0) [I.1], ce qui peut être traduit par la capacité de l'antenne à focaliser la puissance rayonnée dans une direction.

$$G(\theta, \varphi) = 4\pi (P(\theta, \varphi)) / P_A \rightarrow G = 4\pi P(\theta_0, \varphi_0) / P_A \quad (I.5)$$

Le gain est exprimé en dBi pour indiquer qu'une antenne isotrope est utilisée. Comme référence, ou dBd pour indiquer que l'antenne référence est une antenne Dipôle.

L'autre importante grandeur pour caractériser une antenne est l'efficacité. Cette grandeur désigne le rapport entre la puissance rayonnée dans l'espace sur la puissance totale acceptée. Ceci veut dire que l'antenne accepte une certaine puissance d'un composant qui est l'interrogateur dans le cas du RFID passif, cette puissance est rayonnée dans l'espace par l'antenne tag.

$$\eta = p_{\text{rayonnée}} / p_{\text{acceptée}} \quad (I.6)$$

Néanmoins, la puissance acceptée n'est pas rayonnée totalement par le tag. Une partie de cette puissance est dissipée par absorption dans le substrat (pertes Diélectrique) ou dans le plan de masse (ground plane).

Il est à noter qu'il faut prévoir une certaine distance entre ces deux composants. Autrement, on risque d'avoir une atténuation du signal. Cette distance permet aussi de caractériser le tag et l'adapter aux différents domaines d'utilisation. À partir de l'équation de Frus: [I.1]

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi r)^2} \quad (I.7)$$

$$D'où r = \frac{\lambda \sqrt{P_t G_t G_r}}{4\pi \sqrt{P_r}} \quad (I.8)$$

r : distance entre l'interrogateur et le tag.

P_r : Puissance reçue.

P_t : Puissance transmise.

G_t : Gain de l'antenne Tag.

G_r : Gain de l'antenne interrogateur (reader).

λ : Longueur d'onde.

Cependant, dans la pratique, il peut y avoir une incompatibilité au niveau de la polarisation « p » entre l'interrogateur et le tag. Ce qui implique qu'une grande partie de la puissance reçue est perdue avant d'être transmise à la charge ce qui induit une mauvaise adaptation d'impédance « q ». En prenant en considération ces deux facteurs p et q, l'équation de Frus (I. 7) devient : [I.1]

$$Pr = pq \frac{PtGtGr\lambda^2}{(4\pi r)^2} \quad (I.9)$$

Autres facteurs extérieurs peuvent influencer les performances du tag comme le Canal, les multi-trajets, l'atténuation et le matériel auquel le tag est attaché (substrat dans le cas de l'antenne patch). Plus important encore, il faut avoir une adaptation d'impédance la plus optimale possible pour assurer une bonne communication entre l'interrogateur et le tag.

I.6.2 Types des tags RFID passifs

I.6.2.1 Tag en boucle

L'antenne boucle est très utilisée dans le domaine de la technologie RFID, surtout lorsqu'on parle d'une communication à champ proche [I.1]. C'est une solution basée sur un couplage inductif entre l'interrogateur et le tag. L'interrogateur envoie un champ magnétique qui alimente le tag et permet ainsi d'envoyer ces données. Cette technique est utilisée pour les courtes distances (<1m, basses fréquences 125KHz et hautes fréquences 13.5 MHz). Elle est très utilisée dans le contrôle d'accès (figure II.1) et le Paiement électronique (FigureI.20).

Les antennes boucles sont moins utilisées dans la bande UHF (860-960MHz) pour les RFID passifs. La distribution du courant à travers la boucle fait face à des



Figure I.4 : Contrôle d'accès

Figure I.5 : Paiement électronique

Inversions de phase et le courant s'annule, ce qui affaiblit l'efficacité de l'antenne comme rapporté dans. Cependant, il y a beaucoup de tags boucles dans la bande UHF utilisés pour les longues portées [1.2-1.3], où la boucle possède une polarisation circulaire permettant ainsi une bonne couverture et une bonne adaptation à différents milieux.

L'antenne Tag boucle possède une structure simple et sa taille reste un bon choix Pour les bandes basses et hautes fréquences (LF et HF).

I.6.2.2 L'antenne Tag dipôle

L'antenne Tag Dipôle existe sous plusieurs formes. Théoriquement, chacun des deux pôles est d'une longueur de $\lambda/4$.



Figure I.6: Antenne Dipôle

Récemment, la forme du dipôle a été modifiée pour s'adapter à différentes utilisations et pour réduire la taille, ce qui est très requis en technologie RFID. On trouve le dipôle replié « Folded dipôle » (figure I.7.a), « dipôle en cravate » (Figure I.7b) et « dipôle

en méandre » (figure I.7c). Ces antennes peuvent être utilisées dans la gestion des chaînes logistiques, identification et traçabilité ... [I.6]

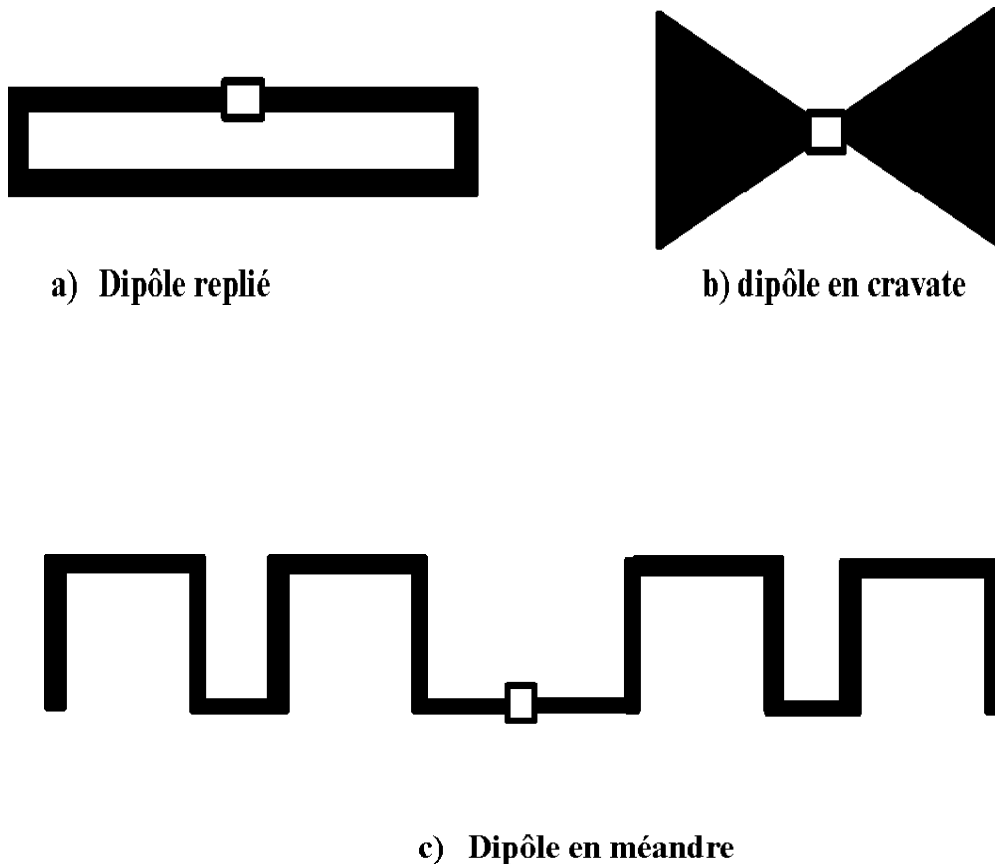


Figure I .7: Types des tags RFID dipôle

Cependant, ces antennes sont très sensibles à la polarisation (Polarisation linéaire) et présentent toujours un rayonnement omnidirectionnel.

I.6.2.3 Patch Tags

Les antennes patch sont caractérisées par leur faible coût, simplicité de Fabrication, poids léger et la facilité de les intégrer avec d'autres composants ou Matériaux [I.2].

L'antenne dans sa forme la plus simple est constituée de trois couches principales. Le patch et le plan de masse sont les deux couches conductrices de l'antenne. Ces deux plans sont séparés par un substrat diélectrique d'épaisseur h (Figure I.8).

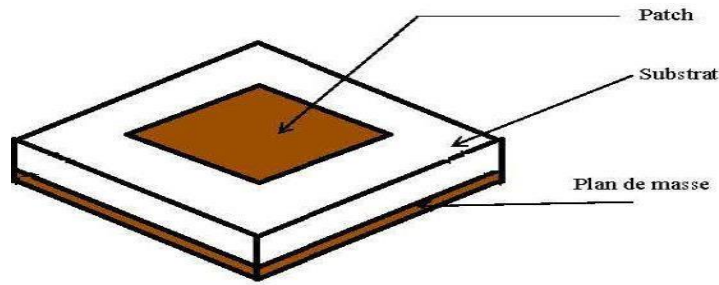


Figure I.8 : Structure de l'antenne patch

I.6.2.4 Mécanisme d'alimentation du patch

Il existe plusieurs techniques d'alimentations des antennes micro-ruban. Les techniques les plus utilisées sont classées en deux grandes catégories [I.6] :

- 1. Alimentation directement connectée à l'antenne**
- 2. Alimentation par couplage**
- 3. Alimentation équilibrée (balanced)**

I.6.3 Les puces RFID

Les puces RFID existent sous plusieurs formes :

- Le format standard : elle n'est plus utilisée dans le domaine du RFID.
- Le format die (mort) nécessite une grande concentration lors de l'intégration avec l'antenne RFID.
- Boucle inductive est très difficile à l'intégrer manuellement. Elle est Sophistiquée et demande beaucoup du temps lors de la fabrication.
- Le format strap est le plus utilisé. Il offre une grande flexibilité lors du Processus d'intégration avec l'antenne.

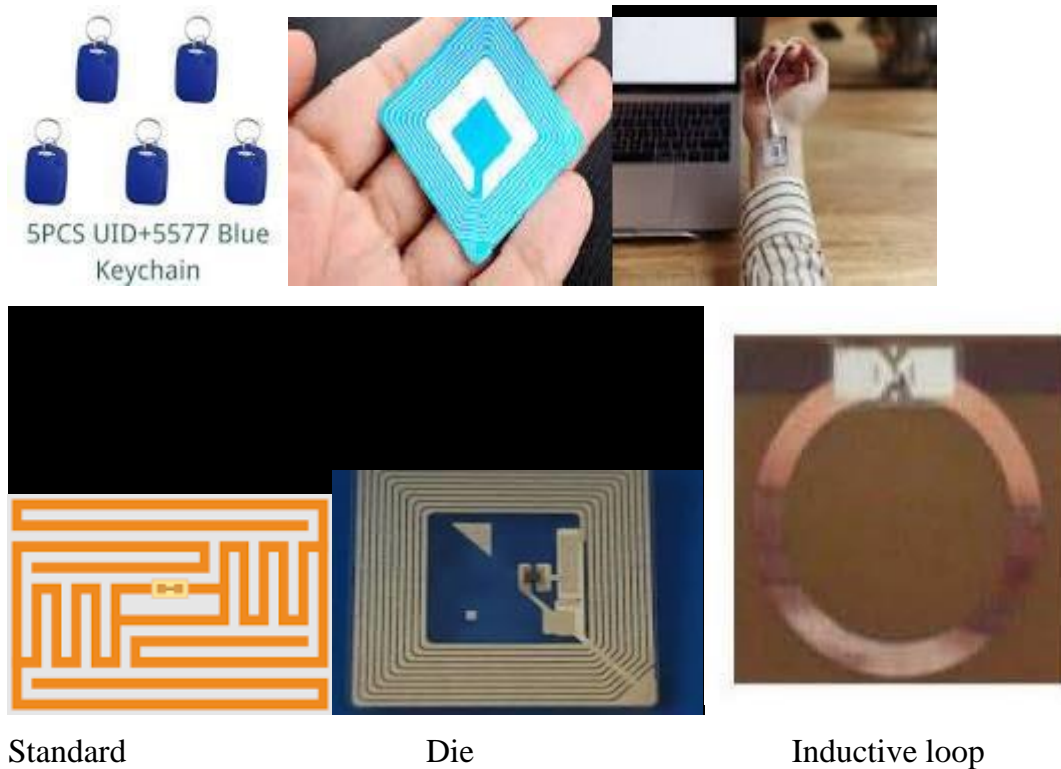


Figure I.9 : Les puces RFID

1.7. CONCLUSION

La technologie RFID permet de recueillir des données automatiquement tandis que des microcontrôleurs sont en cours d'exécution, ce qui réduit l'intervention humaine. Les progrès récents dans la fabrication de semi-conducteurs ont permis de réduire le coût de la RFID à un point qu'il est désormais rentable d'utiliser la RFID à grande échelle, comme le domaine médical et commercial. Tandis que ses applications extrêmement nombreuses et s'enrichissent tous les jours avec des nouvelles idées

Dans ce chapitre, nous avons exposé de manière concise les principes fondamentaux de la théorie des antennes imprimées, essentiels pour tout ingénieur ou chercheur s'intéressant à ce domaine. Nous avons également exploré plusieurs techniques d'alimentation ainsi que les méthodes d'analyse les plus couramment utilisées pour les structures microbandes de formes variées. Chacune de ces approches présente ses propres avantages et inconvénients, offrant ainsi un large éventail de possibilités pour concevoir et optimiser des antennes imprimées selon les besoins spécifiques d'une application donnée.

Le chapitre suivant concerne les Antenne Reconfigurables En Diagramme De Rayonnement A A Bases des matériaux Anisotropes.

Chapitre II :

Antenne

reconfigurable en

diagramme de

rayonnement a base

des matériaux

(ANISOTROPES)

Chapitre II :

Antenne reconfigurable en diagramme de rayonnement a base des matériaux (ANISOTROPES)

Introduction

Ces dernières années, les exigences envers les systèmes de communication de haute qualité, à faible coût, à haut débit et qui peuvent s'adapter à des conditions d'environnement imprévisibles ont conduit à une croissance rapide de sujets de recherche attractifs appelés antennes agiles ou reconfigurables [II.1, 2].

Le but de ces domaines de recherche est de surmonter les restrictions des antennes conventionnelles. Bien sûr, il existe des techniques efficaces pour utiliser des antennes non reconfigurables dans des arrangements intelligents tels que les systèmes de réseaux phases. Mais en utilisant des antennes intelligentes comme éléments de ces réseaux intelligents, cela peut conduire à de meilleurs paramètres tels que des angles de balayage et améliorer considérablement les performances globales des systèmes.

D'un autre côté, si un seul élément reconfigurable est utilisé à la place d'un tableau intelligent, le coût et la complexité du système peuvent être considérablement réduits.

Les antennes reconfigurables ont fait l'objet d'une grande attention. La Reconfiguration Peut être réalisée en redistribuant les courants sur l'antenne ou les champs électromagnétiques dans l'ouverture de l'antenne. Pour réaliser la reconfigurabilité , il existe différents mécanismes tels que la commutation et l'accord de matériaux [II.3].

Pratiquement, les capacités supplémentaires que les antennes reconfigurables doivent supporter devraient compenser la complexité et le coût de la reconfiguration. Les systèmes d'application qui pilotent le développement d'antennes reconfigurables comprennent la radio cognitive (RC), les dispositifs sans fil multifonctionnels et les systèmes à bande ultra-large

Le développement de l'antenne reconfigurable dépend fortement des performances des diodes semi-conductrices et des commutateurs. Cette section traite du fonctionnement des antennes reconfigurables et présente également quelques études de cas pour montrer le potentiel de telles antennes.

Les antennes reconfigurables proposées dans ce chapitre sont classées et discutées en fonction des caractéristiques qui peuvent être reconfigurées en fréquence de fonctionnement, polarisation et diagramme de rayonnement.

Dans chaque section, les antennes sont classées selon la manière dont elles sont reconfigurées, en utilisant des commutateurs RF ou d'autres méthodes capables de modifier mécaniquement le comportement des antennes en matière de rayonnement.

Plus tard, considérant que ces méthodes présentent certains inconvénients, de nouvelles techniques de conception sont proposées pour surmonter les inconvénients des composants électroniques qui permettent de reconfigurer les antennes. Les designs proposés seront ensuite analysés.

II. Les antennes agiles

II.1 Définition :

La première antenne reconfigurable aurait été rapportée en 1935 lorsque Bruce et Beck ont changé la taille d'une antenne en losange en allongeant les fils avec un moteur et des contrepoids [II.4]. La figure II.1 montre un diagramme de l'antenne reconfigurable proposée par Bruce et Beck. Cette antenne doit être terminée par des résistances (généralement de 600 à 800 ohms) pour réduire les réflexions. Ce type d'antenne est excité à partir de l'autre extrémité où sont placées les résistances.

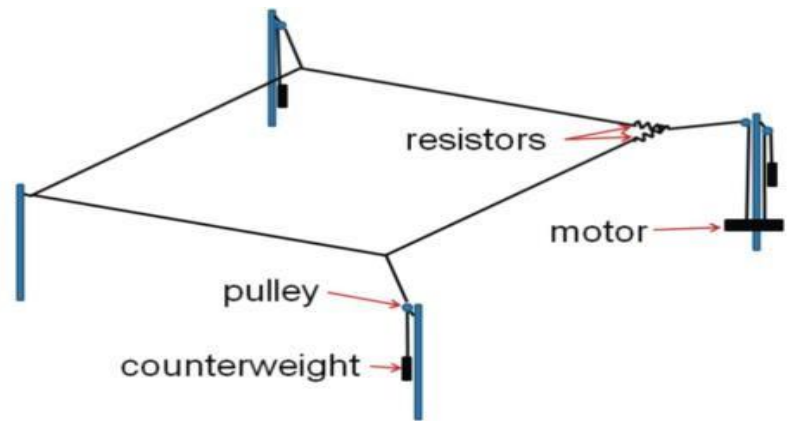


Figure. II.1 Antenne en losange reconfigurable conçue par Bruce et Beck [II.4].

Un diagramme de rayonnement du lobe principal unique est acquis lorsque les Faisceaux de rayonnement 2, 3, 6 et 7 de chaque fil sont alignés, comme illustré à la figure II.2. Reconfigurer cette antenne consiste à modifier la longueur du grand axe de l'antenne filaire rhombique pour orienter le faisceau en azimut.

Toutefois, parce que l'antenne fonctionne dans le spectre de radiofréquences à ondes courtes, il fallait que l'axe change de plus de 100 m pour ne diriger que 17.5% du lobe principal. Cette méthode est rudimentaire et a une contrainte de taille, mais on pense qu'elle est la première antenne reconfigurable.

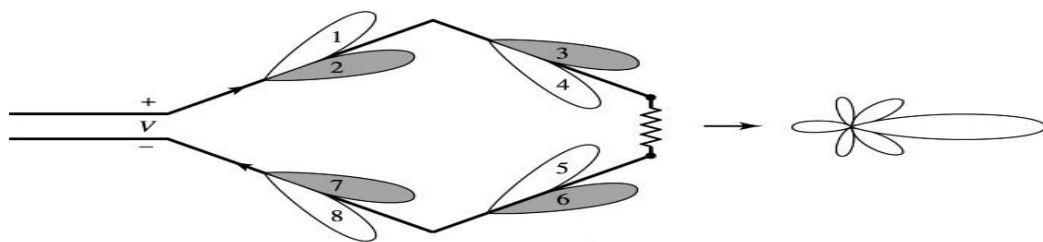


Figure. II.2 Schéma du fonctionnement d'une antenne rhombique et de son diagramme de rayonnement. [II.5].

Depuis 1935, plusieurs modèles ont été proposés. D'autres nouveaux modèles ont ensuite été présentés et analysés et ils ont été classés en fonction de leurs paramètres d'antenne reconfigurables. Une antenne peut être configurée selon trois paramètres différents, soit la fréquence de fonctionnement, la polarisation et le diagramme de rayonnement.

Différentes techniques de reconfiguration peuvent être mises en œuvre pour déjouer les contraintes imposées et remplir pleinement la fonction d'antenne. La plupart de ces techniques

Peuvent être classées comme dans le tableau II.1 [II.6]. Dans les sections suivantes, chaque technique de reconfiguration est expliquée et quelques exemples sont présentés.

Interrupteurs	Actionneurs	Changement du matériel
Electronique Optique Thermique	Moteurs Actionneurs Linéaires	Plasmonique Cristaux liquides

Tableau II.1 Techniques de reconfiguration d'antennes.

II.2 Avantages et inconvénients des antennes reconfigurables

Les antennes reconfigurables offrent de nombreux avantages par rapport à leurs homologues conventionnels en concevant une seule antenne qui assure la fonctionnalité de plusieurs antennes. Bien que cela procure généralement des avantages économiques, ces bénéfices ne peuvent pas être obtenus à tout moment, car les antennes reconfigurables de certaines applications nécessitent des pièces et un système de contrôle plus onéreux pour obtenir de meilleures performances, ce qui entraîne un dilemme performances / optimisation des coûts [II.2].

Cependant, il est possible de réaliser une conception compacte plus petite qui convient à de nombreuses applications telles que celles utilisées dans les appareils portables. Toutefois, cela dépend du type d'antenne, de la reconfigurabilité et du périphérique utilisé pour la contrôler. Des études récentes portant sur la technologie intégrée d'antennes reconfigurables, dans lesquelles se trouvent plusieurs possibilités de créer un certain nombre de configurations, ont été démontrées dans de nombreux cas [II.7].

Les progrès technologiques, tant sur le plan des logiciels que du matériel, facilitent également la conception d'antennes reconfigurables contrôlées par logiciel qui peuvent prendre en charge les nouvelles exigences en matière de communication sans fil pour les périphériques introduits avant le développement de ces technologies. Cela peut être réalisé par une simple mise à jour du logiciel de l'appareil [II.8].

Les avantages des antennes reconfigurables peuvent être résumés comme suit [II.9]. Plusieurs opérations dans un seul système, qui minimisent le coût et le volume, permettent l'intégration et contrôlent les effets de couplage mutuel. De plus, ces antennes éliminent le besoin de filtrage et améliorent le rejet hors bande.

Le contrôle logiciel fournit des capacités supplémentaires pour interagir dans différentes situations. De plus, les antennes reconfigurables conviennent aux opérations multitâches.

La reconfigurabilité nécessite un élément de contrôle, ce qui entraîne une conception complexe puisqu'une source d'alimentation est généralement requise pour dériver le mécanisme de contrôle. Il en résulte un coût de fonctionnement supplémentaire qui peut, dans certains cas, être hors de prix. Toutefois, dans un modèle plus petit, cela ne doit pas dépasser quelques piles AAA. Chaque circuit et connexion supplémentaires.

Affecteront le rayonnement, la polarisation et la fréquence de fonctionnement. Une isolation supplémentaire et/ou une disposition appropriée doivent aussi être envisagées.

Dans de nombreux cas, la modification de la fréquence de fonctionnement nécessite un ou plusieurs circuits d'adaptation pour maintenir le gain aussi élevé que possible. S'il s'agit de conceptions plus complexes, cela entraînera un coût considérablement plus élevé [II.2].

Bien qu'il ait été démontré que la conception d'antennes reconfigurables peut représenter un réel défi, les avantages dépassent les inconvénients si le mécanisme approprié est adopté et si une méthodologie de conception appropriée est suivie.

II.3 Technique de reconfiguration

Le concept d'antennes reconfigurables peut être daté d'un brevet de 1983 de D.Schaubert [II.11]. En 1999, l'Agence des projets de recherche avancée de la défense (DARPA), aux États-Unis, a parrainé une initiative sous le nom de *Reconfigurable Aperture Program (RECAP)* afin d'enquêter sur les antennes reconfigurables et leurs applications potentielles [II.12].

Depuis, les antennes reconfigurables ont été utilisées dans la communication à large bande, la radio cognitive, les systèmes MIMO et d'autres applications. On peut obtenir la reconfiguration d'une antenne en changeant sa fréquence, sa polarisation ou ses caractéristiques de rayonnement. La plupart des techniques utilisées pour réaliser la reconfigurabilité dans les antennes redistribuent les courants d'antenne et modifient ainsi les champs électromagnétiques de l'ouverture effective de l'antenne.

Les antennes planaires reconfigurables sont des antennes de type reconfigurable les plus largement développées en raison de leur facilité de fabrication et d'intégration dans de petits appareils électroniques tels que les téléphones portables et les ordinateurs portables. Habituellement, une antenne patch reconfigurable est composée d'un certain nombre de régions qui se trouvent sur un plan et sont connectées ensemble par des commutateurs ou des éléments d'accord.

En contrôlant dynamiquement l'état des commutateurs, différentes sections métallisées peuvent être mises en contact ensemble, modifiant ainsi les performances de rayonnement de l'antenne totale.

Il existe de nombreuses méthodes pour reconfigurer les caractéristiques de l'antenne. Cependant, les chercheurs et les industriels s'intéressent souvent aux composants électroniques pour une intégration facile, une fiabilité élevée et une petite taille.

Les composants électroniques ont été principalement utilisés en tant que diodes PIN (Positif-Intrinsèque-Négatif) et diodes varactor (ou diodes varicaps). Par contre, récemment, nous notons aussi l'utilisation de MEMS et les commutateurs optiques. Qui, de par leur petite taille et leur performance, peuvent être utilisés pour avoir plus d'efficacité.

Les commutateurs à diodes PIN sont les composants radiofréquences les plus utilisés. Elles présentent des tensions de commande peu élevées (de l'ordre de quelques volts) pour une consommation de puissance qui peut atteindre 50 mW. Les varactors sont des capacités Variables dont les valeurs dépendent de la tension de polarisation appliquée en inverse. La façon dont varie leur capacité est donc directement en fonction de la tension appliquée.

Les MEMS sont utilisés comme interrupteurs ou capacités variables [II.13]. Ils nécessitent des tensions de commande relativement faibles et consomment très peu. Cependant, encore aujourd'hui, leur fiabilité à long terme est non garantie et leur coût d'encapsulation est relativement élevé. Que ce soit pour les semi-conducteurs ou les composants MEMS, il est nécessaire de ramener des lignes de polarisations (qui peuvent être résistives) près de la partie radiofréquence (RF) et alors d'intégrer des éléments de découplage ou de modifier les topologies.

Les lignes de courant continu, généralement intégrées dans le plan de l'antenne, entraînent des interférences qui modifient fortement les performances électromagnétiques de l'antenne. Afin d'éviter la présence de lignes de polarisation, il est possible d'utiliser des commutateurs optiques photoconducteurs dont la commande est optique.

Ce bref résumé des méthodes qui permettent d'obtenir une fonctionnalité de reconfiguration des antennes montre qu'il n'existe pas de solution globale. Ces commutateurs sont de divers types comme nous le montrons dans la figure II.3. Le choix technologique doit se faire en fonction des besoins de l'application désirée, notamment en termes de consommation énergétique, d'encombrement, de simplicité de mise en œuvre, de fiabilité et de coût de fabrication [II.14].

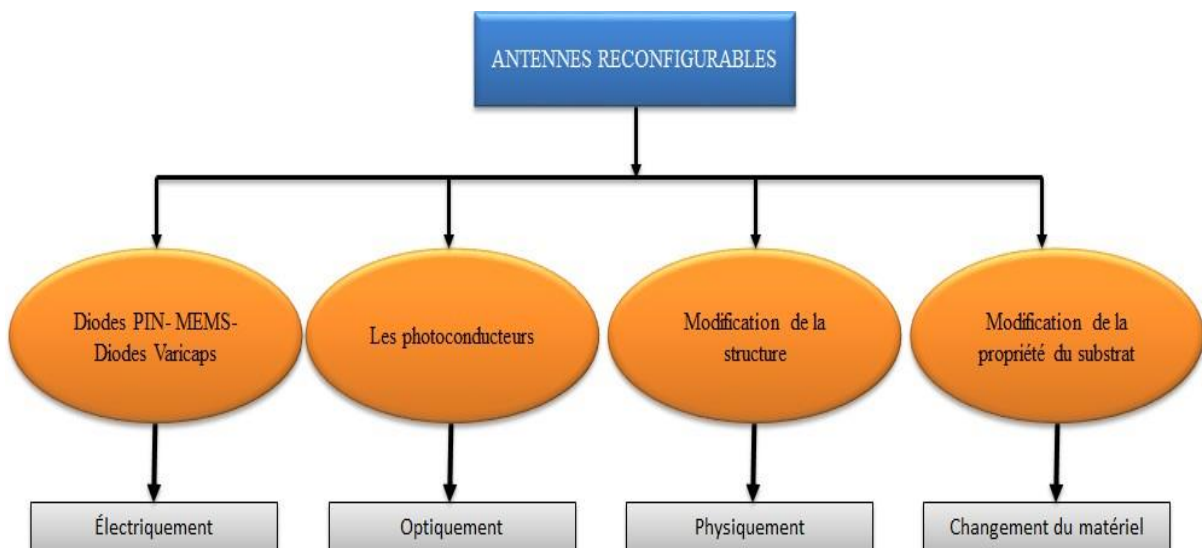


Figure. II.3 Les techniques de reconfigurabilité [II.14].

Plus loin dans ce chapitre, on présente un aperçu de quelques antennes Reconfigurables mentionnées dans la littérature et classifiées selon la fonction de reconfiguration et les moyens de la réaliser.

II.3.1 Diode PIN

La diode PIN est un dispositif semi-conducteur dont la résistance en série peut varier en fonction de la tension appliquée via sa cathode et son anode. Idéalement, ce composant agit comme un court-circuit à l'état *ON* et un circuit ouvert à l'état *OFF*, comme le montre la figure II.4. La diode PIN est un composant à faible coût, de dimensions variées et un temps de commutation très rapide.

En règle générale, la diode PIN peut gérer une alimentation de l'ordre de 40 dBm, ce qui est suffisant pour les nœuds des capteurs sans fil ou les applications des téléphones mobiles. Cependant, son principal inconvénient est la forte consommation de courant continu à l'état activé.

La diode PIN est souvent employée pour obtenir la reconfigurabilité de polarisation, de diagramme de rayonnement ou de fréquence. Elle a été utilisée dans de nombreux types d'antennes tels que les dipôles imprimés, les antennes à fentes, les antennes patch micro-ruban, les PIFA et les antennes à résonateur diélectrique [II.15-16].

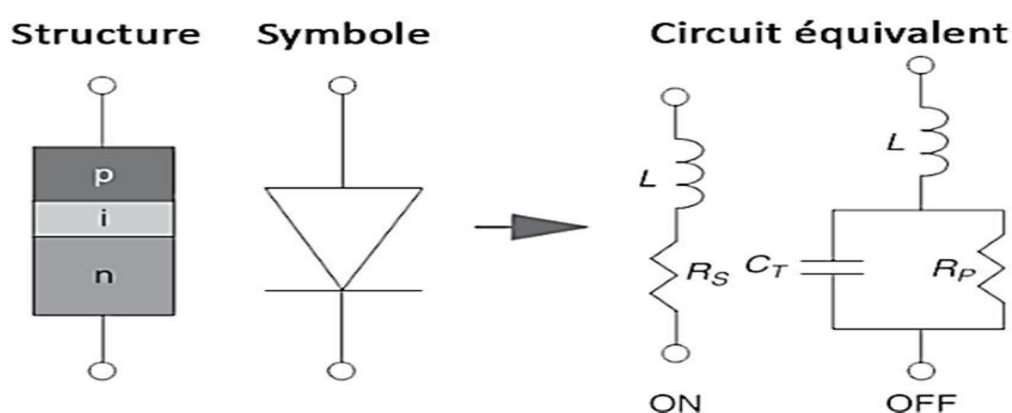


Figure. II.4 Le circuit équivalent d'une diode dans les états *ON* et *OFF*.

II.3.2 des MEMS

Le commutateur de systèmes micro-électromécaniques RF (MEMS) est un composant mis au point en 1990-1991 par le Dr Larry Larson, des laboratoires de recherche Hughes à Malibu, en Californie, avec le soutien de la DARPA (Agence de projets de recherche avancée pour la défense) [II.17].

Ces commutateurs utilisent un mouvement mécanique pour créer un court-circuit ou un circuit ouvert (voir Figure II.5). Ils présentent plusieurs caractéristiques par rapport à la diode PIN ou à une autre diode à semi-conducteurs, telles qu'une perte d'insertion moindre, une isolation supérieure, une faible consommation d'énergie en CC et une gestion de la puissance relativement élevée.

Cependant, les commutateurs MEMS RF présentent également certains inconvénients, notamment des tensions d'activation élevées, un coût accru, une fiabilité moindre et une

disponibilité commerciale limitée [II.18]. Grâce à la large plage de fréquences de fonctionnement, ces composants sont utilisés dans différentes conceptions d'antennes Et dans différentes applications [II.25-29].

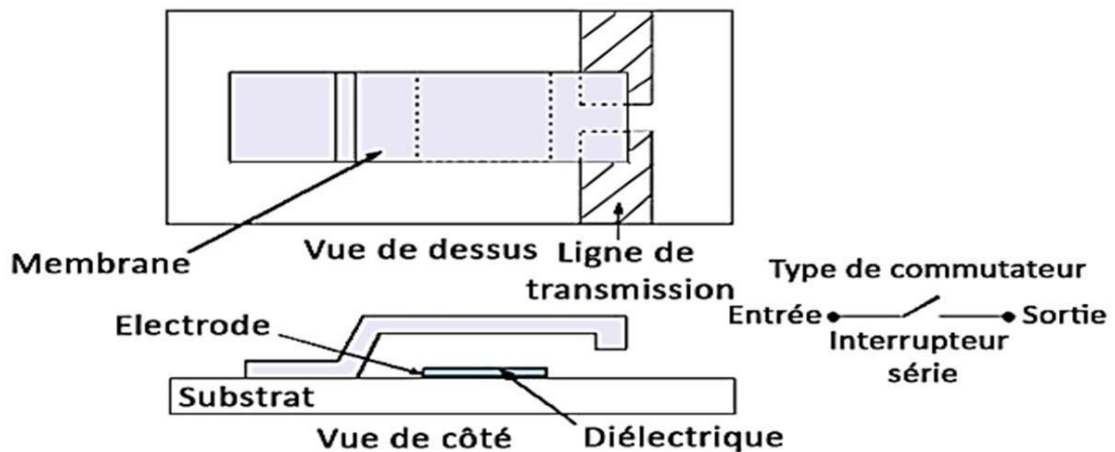


Figure. II.5 Commutateur MEMS RF.

II.4 Utilisation de matériau a propriétés spécifique

II.4.1 Méta matériaux cristaux liquide

Les Cristaux Liquides sont les substances qui, dans certaines phases, ont des propriétés combinant celles d'un liquide conventionnel et celles d'un solide cristallisé.

Leur découverte en 1888 est due au botaniste autrichien Friedrich Reinitzer qui, en étudiant

Des dérivés du cholestérol a observé un état intermédiaire (ou mésophase) entre le solide (Rigide et ordonné) et le liquide (fluide et isotrope) qui était fluide, comme un liquide, tout en Possédant des propriétés de biréfringence, comme un cristal.

Ces mésophases correspondent à des organisations moléculaires bien définies qui sont directement liées à la structure moléculaire des composés cristaux liquides. Ces composés sont des molécules organiques formées d'une partie rigide (le cœur aromatique) et d'une partie flexible qui se caractérisent par une forte anisotropie géométrique. C'est la gêne Stérique due à l'anisotropie moléculaire des méso-gènes (composés qui présentent des Mésophases) qui va déclencher l'apparition des mésophases. [II.30], [II.31].

Ainsi, plusieurs formes moléculaires anisotropes peuvent présenter des phases cristal liquides : les molécules en forme de bâtonnet (appelés de cristaux liquides calamitiques)

molécules en forme de disque et, plus récemment, les molécules en forme de banane (Figure II.6)

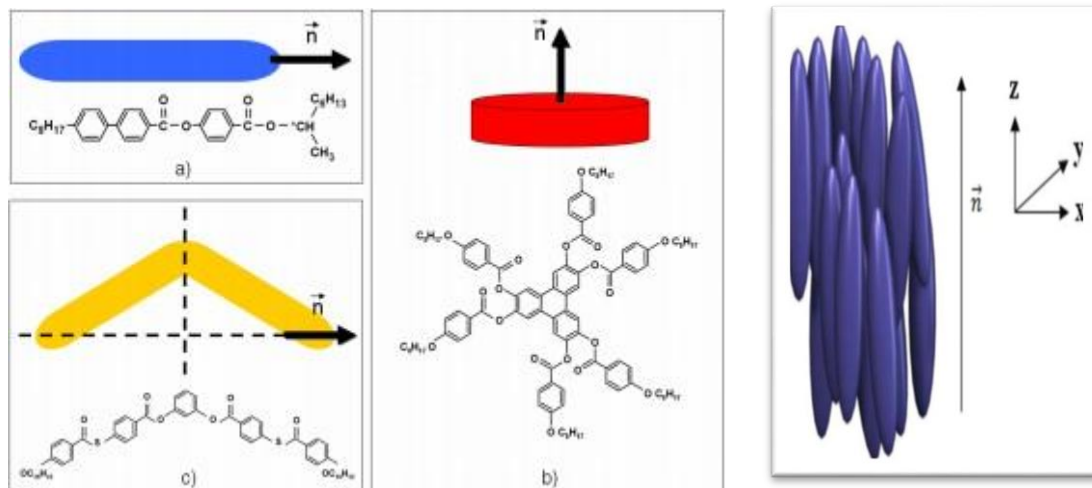


Figure II .6 : Cristaux Liquides.1 – Les formes moléculaires anisotropes qui peuvent
Présenter des phases cristaux liquides et exemples de formules chimiques : a) bâtonnet,
a) disque et c) banane

Il y a deux grandes classes de cristaux liquides : thermo tropes et lyotropes. Les cristaux liquides thermo tropes changent de phase en fonction de la température tandis que les lyotropes sont sensibles à la concentration et à la température. Un cristal liquide lyotrope est En effet un mélange de composants structurés dans un solvant isotrope qui présente des Propriétés liquide cristallines sur des fenêtres de concentration. Il existe beaucoup d'exemples De cristaux liquides lyotropes : les membranes biologiques, en particulier les membranes Cellulaires, sont une forme de cristal liquide lyotrope, le savon dans l'eau étant une autre. Certains cristaux liquides thermo tropes possèdent un polymorphisme très riche, présentant Plusieurs mésophases différentes entre la phase cristalline à basse température et la phase Liquide isotrope à haute température.

Un matériau est défini comme un solide cristallin quand sa structure possède un ordre à longue portée des positions moléculaires dans les trois dimensions. Les molécules d'un cristal complètement ordonné ont aussi un ordre d'orientation à longue portée. Quand un cristal (C) est chauffé les mouvements thermiques des molécules vont augmenter jusqu'au point (température de fusion) où les vibrations sont tellement intenses que l'arrangement régulières molécules est cassé avec perte de l'ordre positionnel et orientationnel à longue portée. S'il a perte d'ordre est totale on obtient la phase liquide isotrope. Dans les cristaux liquides la perte

D'ordre est graduelle donnant origine à des mésophases qui peuvent être stables sur plusieurs dizaines de degrés. Les mésophases résultent, ainsi, de la perte partielle de l'ordre positionnel et/ou orientationnel à longue portée des molécules. [II.30], [II.32]

Quand on parle d'ordre dans une phase cristal liquide on ne doit pas imaginer les Molécules figées sur place comme dans un cristal. Les molécules dans une mésophase Diffusent, un peu comme les molécules dans un liquide, mais ont une tendance de s'orienter Plutôt, ou plus de temps, dans une direction préférentielle en présence d'ordre d'orientation ou de rester plutôt, ou plus de temps, dans une position préférentielle en présence d'ordre de Position. Le fait que la plus grande partie de l'ordre d'un cristal soit perdue lors du passage à L'état cristal liquide est révélé par la valeur de la chaleur latente, autour de 250 J/g, une valeur Très typique d'une transition cristal liquide. Cette valeur contraste avec la chaleur latente Typique lors de la transition mésophase – isotrope, autour de 5 J/g. [II.31], [II.32] Pour mesurer Le degré d'ordre d'un eméso-phase on utilise des paramètres d'ordre qui peuvent varier de 0, Pour l'état désordonné, à une valeur maximale pour l'état complètement ordonné.

Même si les mésophases sont fluides, la présence d'ordre d'orientation ou de position Assure que toutes les directions dans le fluide ne sont pas équivalentes. Ainsi, les mésophases Possèdent des propriétés macroscopiques anisotropes comme la viscosité, l'élasticité, l'indice De réfraction et la réponse électrique et magnétique qui vont les rendre, du point de vue Scientifique et technologique très intéressantes.

Selon l'organisation des molécules et la présence d'ordre d'orientation ou de position à une ou deux dimensions plusieurs mésophases existent qui peuvent être partagées en 3 Grandes familles : nématique, smectique et colonnaire.

II.4.1.1 Nématique

Dans la phase nématique les molécules diffusent à travers l'échantillon en conservant une direction d'orientation préférentielle selon un vecteur unitaire n_r appelé directeur (Figure II.7). C'est la phase cristal liquide la plus proche du liquide isotrope. Le nom de la phase vient du mot grec pour fil, dû aux lignes noires visibles sous microscope polarisé dans cette phase. Ces lignes, appelées de dés inclinaisons, sont des défauts dans l'ordre orientationnel où la direction préférentielle n'est pas définie.

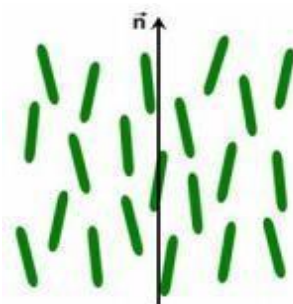


Figure II .7 : Représentation de la phase nématique. Les molécules ont une orientation Préférentielle (directeur) mais n'ont aucun ordre de position

Si la molécule qui forme le cristal liquide est chirale (toujours différente de son image Miroir) la phase nématique est remplacée par la phase nématique chiral (ou chole stérique, Parce que beaucoup des premiers produits qui présentaient cette phase étaient des dérivés du Cholestérol). Dans cette phase la direction d'orientation préférentielle tourne d'une façon Hélicoïdale sur un axe perpendiculaire au directeur (Figure II.3). [II.30][II.31][II.32].

La direction d'orientation des molécules tourne d'une façon hélicoïdale sur un axe Perpendiculaire au directeur. Le pas chole-stérique est la distance au long de l'hélice pour Laquelle le directeur tourne de 360° ;

Le pas d'un nématique chiral est la distance au long de l'hélice pour laquelle le Directeur tourne de 360° . La structure se répète à chaque demi-pas à cause de l'équivalence Entre n_r et $-n_r$. Des effets optiques intéressants de réflexion sélective se produisent Quand la longueur d'onde de la lumière dans le cristal liquide est égale au pas hélicoïdal.

Le pas d'un cristal liquide nématique chiral peut être aussi petit que 100 nm. En Mélangeant les deux isomères optiques (deux chiralités) on peut faire augmenter le pas Hélicoïdal. Un mélange racémique (égale proportion des isomères optiques) est un nématique Non chiral.

II.4.1.2. Smectique

Dans la phase smectique, au-delà de l'ordre orientationnel, il existe aussi un ordre Positionnel puisque les molécules s'arrangent par couches (Figure II.4). Il n'existe pas d'ordre Dans le plan des couches.

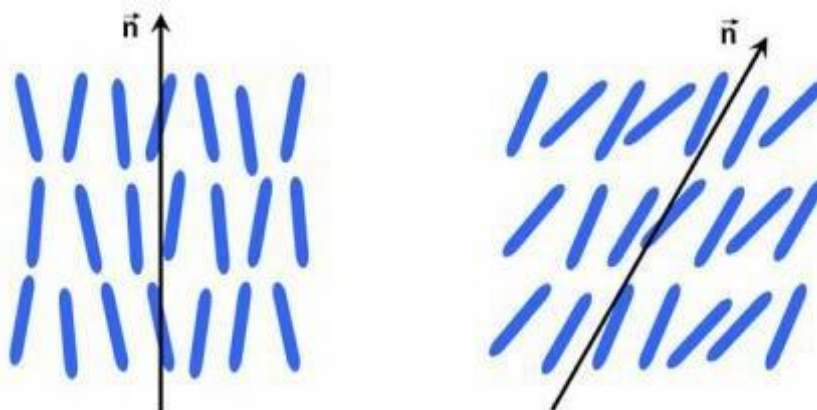


Figure II .8 : Représentation des phases Smectique A (à gauche) et Smectique C
(À droite)

Les molécules s'arrangent par couches. Dans le plan des couches il n'existe pas d'ordre. Dans la phase Smectique A le directeur est perpendiculaire au plan des couches. Dans la Phase Smectique C il existe un angle d'inclinaison entre le directeur et la normale au plan des Couches;

Le nom de la phase vient du mot grec pour savon, dû aux propriétés mécaniques de ces Phases qui ont rappelé aux premiers chercheurs les propriétés des systèmes savonneux. Si le Directeur est perpendiculaire au plan des couches la phase s'appelle Smectique A. Si le Directeur fait un angle d'inclinaison (ou de tilt) différent de 90° avec le plan des couches la Phase s'appelle Smectique C. Grâce à leur structure lamellaire les cristaux liquides Smectiques peuvent former des films librement suspendus. [II.30], [II.33]

II.5 Propriétés optiques

II.5.1. Polarisation de la lumière

Polariser la lumière revient à donner une direction spécifique au champ électrique qui la Constitue. En effet, la lumière naturelle n'est pas polarisée : elle se propage dans toutes les Directions; la direction du champ électrique est donc aléatoire. Si la lumière traverse un milieu Dit polariseur, celle-ci ne sera transmise que selon un plan appelé « plan de Polarisation ».

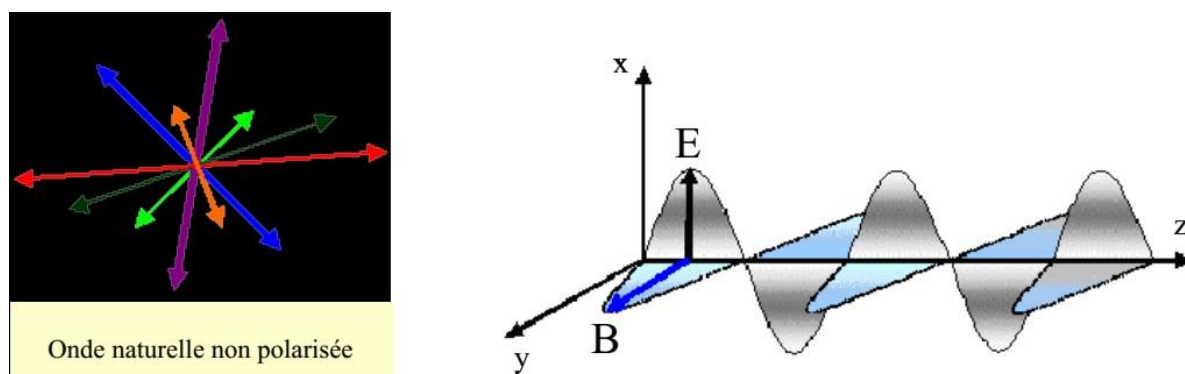


Figure II.9 : Polarisation du champ électromagnétique

Si le vecteur B ou le vecteur E conserve son orientation dans le plan (Oxy) , l'onde sera Polarisée rectilignement. Les cristaux liquides ont de telles propriétés polarisantes qui sont Utilisées pour l'affichage.

II.5.2. Action d'un champ électrique sur les cristaux liquides.

Les cristaux liquides ont des structures chimiques variables. Si le barycentre des charges positives de la molécule n'est pas confondu avec celui des charges négatives, la molécule constitue un dipôle électrique permanent. Lorsque ces barycentres sont confondus, on peut appliquer aux molécules un champ électrique, qui du fait de l'agitation, va créer un moment dipolaire induit.

Les cristaux liquides se comportent donc comme des dipôles, permanents ou induits, qui sous l'action d'un champ électrique, sont soumis à un couple de forces et vont s'orienter selon les lignes de ce champ.

Il est possible de les diriger en changeant la direction du champ électrique qu'on leur Applique.

II.5.3. Orientation des cristaux liquides

On peut remarquer que, dans le cadre des applications, un bon fonctionnement des Dispositifs nécessite de pouvoir fixer l'orientation initiale du cristal liquide. Il existe Différentes méthodes pour fixer l'orientation d'un cristal liquide. [II.5], [II.7]

II.5.3.1. Orientation par traitement de surface

Il est possible de contraindre le directeur n à suivre une direction définie en utilisant un Traitement de surface approprié. Ces méthodes d'alignement sont connues et utilisées en Affichage et dans les écrans plats.

On s'intéresse principalement à deux orientations :

- ✓ L'orientation planaire (directeur parallèle à la surface traitée) : Pour cette orientation, une fine couche de surfactant en solution est déposée sur la surface par centrifugation (Tournette) puis séchée. Le dépôt est ensuite frotté à l'aide d'un tissu abrasif. La direction du frottement fixe celle du directeur \vec{n} .
- L'orientation homéotrope (directeur \vec{n} perpendiculaire à la surface traitée), Celle-ci est obtenue par évaporation sur la surface d'une solution alcoolique d'un surfactant tel que le HTAB (Bromure d'Hexadécyl Triméthyl Ammonium).

II.5.3.2. Orientation par champ électrique basse fréquence

L'anisotropie diélectrique $\Delta\epsilon$ est importante car elle introduit un couplage diélectrique avec un champ électrique extérieur ce qui implique une réorientation du directeur \vec{n} . En effet, Si l'on applique un champ électrique basse fréquence sur un cristal liquide nématique, il existe deux possibilités :

- ❖ pour $\Delta\epsilon$ positif, le couple provoqué par le champ électrique tend à aligner le directeur dans la direction \vec{n} du champ
- ❖ pour $\Delta\epsilon$ négatif, le couple tend à aligner le directeur perpendiculairement au champ.

Le couple exercé est d'autant plus important que le champ électrique appliqué et l'anisotropie diélectrique basse fréquence sont importantes (énergie en $\Delta\epsilon E^2$).

II.5.3.3. Orientation par champ magnétique

Enfin, les molécules utilisées dans les cristaux liquides sont diamagnétiques. La phase Nématique peut être orientée par effet coopératif à l'aide d'un champ magnétique extérieur intense (typiquement >0.5 T). Les molécules s'orientent dans la direction du champ. Nous utilisons cette méthode d'orientation pour les caractérisations et les applications [II.1], [II.6], [II.7].

II.6. Résultats de caractérisation des cristaux liquides étudiés [II.4]

Les cristaux liquides K15, E3 et E8 ont été caractérisés dans la bande 26-40GHz. Il est rapporté dans ce tableau l'ensemble des résultats issus de la caractérisation à la température ambiante :

II.6.1 Présentation des cristaux liquides étudiés

Cristal liquide	ϵ'_{\perp}	ϵ''_{\perp}	$\tan\delta_{\perp}$	ϵ'_{\parallel}	ϵ''_{\parallel}	$\tan\delta_{\parallel}$	$\Delta\epsilon'$
K15	2,64	$8,1 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	2,98	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	0.34
E3	2,52	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	2,91	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	0.39
E7	2,52	$7,2 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	2,95	$5 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	0.43

Tableau II.2 : Résultats de caractérisation des cristaux liquides

Les cristaux liquides étudiés dans ce travail sont commercialisés par la société MERCK sous les références K15, E3 et E7. Nous présentons brièvement leurs caractéristiques.

II.6.2. Cristal liquide K15

Le K15 est un corps pur de formule chimique suivante :

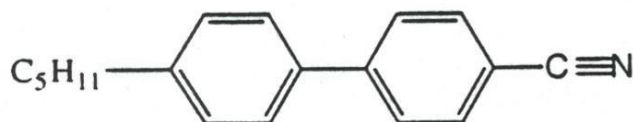


Figure. II.10 – Formule chimique du cristal liquide K15

Il s'agit du pentylcyanobiphényl (5CB) qui fait partie de la famille des cyano-biphényls. Il est composé d'une chaîne latérale alkyle formée de 5 carbones. Ce composé ne présente qu'une phase nématique entre $22,5^{\circ}\text{C}$ et 35°C .

II.6.3 Cristal liquide E3

Le cristal liquide que nous désignerons par sa référence commerciale E3 est un mélange composé à 55% de pentylcyanobiphényl (5CB présenté auparavant), de 15% de pentoxycyanobiphényl, 13% d'heptoxycyanobiphényl et de 17% d'octoxy-cyanobiphényl (figure II.11).

Tout comme le cristal liquide K15, il ne présente qu'une phase nématique. Elle est obtenue entre -2°C et 54°C .

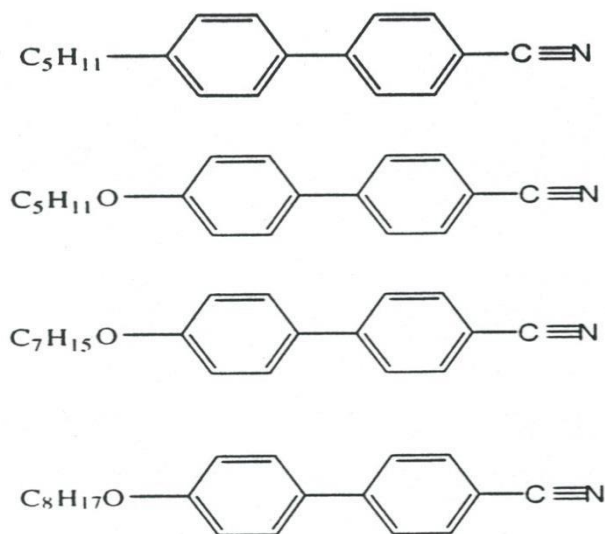


Fig. II.11– Molécules constituant le mélange E3

II .6.4 Cristal liquide E7

Le cristal liquide E7 est un mélange de composés cyanobiphényles et d'un ter- phényl (figure II.12). Il présente une phase nématique entre $-60^{\circ}C$ et $60^{\circ}C$.

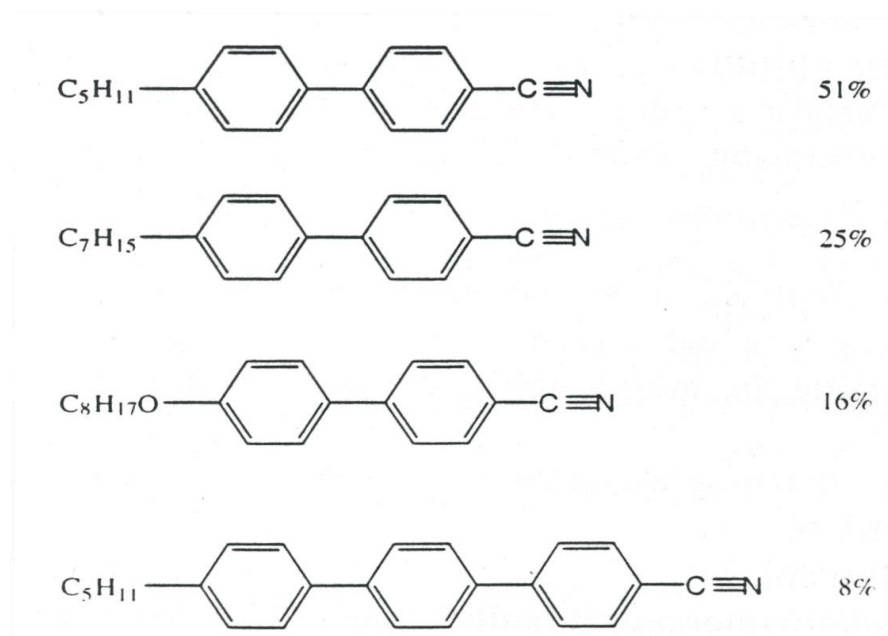


Fig. II.12 Molécules constituant le mélange E7

Les mélanges E3 et E7 ont été développés pour les applications en affichage. La phase nématique est observée sur une large plage de température autour de l'ambiante.

L'anisotropie réelle basse fréquence de l'ensemble de ces matériaux est fortement

Positive. Ceci est dû au groupement polaire $C \equiv N$ (cyano) ($\mu=4$ Debyes). Cette propriété est importante pour une commande de l'orientation par champ électrique.

II .7 Conclusion

Les cristaux liquides fournissent des sujets de recherche fondamentale riches en Diverses notions de physique et chimie : relation entre chiralité moléculaire et chiralité de Structure, considérations de symétrie, organisations dipolaires, lien entre la polarisation de la Mésophase et la géométrie de la cellule d'étude (confinement, frustration géométrique), etc.

Des variantes dans des structures déjà connues ont continué à être découvertes ces Dernières années et un nom plus approprié pour décrire le domaine, car plus global, pourrait Sans doute être celui de cristaux liquides polaires.

CHAPITRE III : RESULTAT ET SIMULATION

III.1 -Introduction :

La phase de simulation, à l'aide d'un logiciel adapté, est une étape incontournable dans un souci de gain de temps et d'optimisation de structure aux paramètres désirés.

La conception permet également de prendre en compte les paramètres diélectrique et conducteurs des matériaux bas coût choisis, qui ne sont pas parfaits, et de nous rapprocher des futures d'une réalisation pratique. Pour cela, il nous faut choisir un outil de simulation électromagnétique adéquat.

Ainsi, nous développerons dans ce chapitre la phase de conception en présentant le logiciel de simulation électromagnétique et ses différentes étapes, puis une phase de pré-calculs et enfin les résultats de simulation pour des antennes à patch rectangulaire, et antenne lecteur FRID avec couche active à base des cristaux liquides. [III.1]

III.2. logiciel de simulation électromagnétique

Logiciel HFSS(ANSOFT)

HFSS est un logiciel de simulation électromagnétique qui étudie des structures complexes en trois dimensions en simulant ces structures et en proposant des visualisations claires des résultats en 2D et en 3D.

HFSS est utilisé essentiellement pour les expérimentations et les études de systèmes fonctionnant en hautes fréquences, il est exploité notamment pour calculer les paramètres S, les fréquences de résonances ainsi que les champs électromagnétiques. HFSS s'appuie sur la méthode numérique fréquentielle des éléments finis (FEM : Finite Element Method). Cette méthode effectue les tâches suivantes :

- Discrétisation de l'espace : HFSS est un simulateur interactif qui effectue un maillage en portions élémentaires pour surmonter les difficultés rencontrés avec des structures en 3D comportant des formes et des courbes inhabituelles.
- Résolution des équations de Maxwell (équations différentielles) en un certain nombre de points discrets Prise en compte des conditions aux limites

Le Tableau suivant résume les avantages et les inconvénients de cette méthode :

Avantages	Inconvénients
Etude de structures très complexes	Gourmande en ressources informatiques
Solutions exactes aux noeuds du maillage	Solutions approximées
Prise en compte simple de la dépendance fréquentielle ou temporelle	Erreurs de calculs numériques
	Difficultés pour modéliser l'espace libre

Tableau III .1 : Avantages & Inconvénients de la méthode des éléments finis

On peut ajouter aussi un balayage de fréquences (frequency sweep), de cette façon HFSS résout la structure pour plusieurs fréquences mais toujours à partir du même maillage, le maillage de la fréquence principale. Afin d'obtenir des bons résultats pour chaque fréquence il faut que la fréquence principale soit la plus élevée. [III.1] [III.2]

Un projet HFSS est un dossier qui contient un (ou plusieurs) modèle(s) appelé(s) design, chaque modèle contient une structure géométrique, ses conditions aux limites et les matériaux utilisés, ainsi que les solutions de champs électromagnétiques et les interprétations post-traitement. Tous ces composants peuvent être atteints par la fenêtre Project Manager dans l'environnement HFSS [III.2].

III .3- Simulation d'antenne patch rectangulaire en HFSS

III .3.1-Procédure de conception d'une antenne rectangulaire :

Sur la base de la formulation mathématique simplifiée, la procédure de modélisation est décrite, ce qui conduit à des conceptions pratiques d'antenne micro ruban rectangulaire. Cette procédure suppose que les informations spécifiées incluent le diélectrique du substrat ϵ_r , la fréquence de résonance f_r , et la hauteur du substrat h. [III.4]

1) On a spécifié: ϵ_r , f_r et h, et on a calculé les dimensions du patch W et L

$$\text{Taille : } 0.003\lambda_0 < h < 0.05\lambda_0 \quad (\text{III.1})$$

$$\text{Calcul : } W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (\text{III.2})$$

On détermine la permittivité

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (\text{III.3})$$

$$\text{On détermine } \Delta L : \Delta L = 0.412.h. \frac{(\epsilon_e + 0.3).(W/h + 0.264)}{(\epsilon_e - 0.258).(W/h + 0.8)} \quad (\text{III.4})$$

$$\text{Calcul du L : } L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta L \quad (\text{III.5})$$

Ces étapes sont nécessaires pour constituer l'antenne imprimée rectangulaire.

On peut utiliser aussi **Microstrip Patch Antenna Calculator** [III.4]

pour déterminer les dimensions du patch W et L.

Lorsque l'antenne imprimée est alimentée par une ligne micro ruban, on peut utiliser **Microstrip Line Calculator** pour déterminer les dimensions W et L de cette ligne [II.3] [III.4]

Les principaux inconvénients de l'alimentation par ligne micro ruban sont :

- les couplages parasites dû à la réalisation de la ligne de transmission et du résonateur (patch) sur le même substrat, et qui diminuent les performances de l'antenne au-delà de quelques GHz
- la nécessité d'ajouter un transformateur d'impédance de longueur $\frac{\lambda}{4}$ pour obtenir

l'adaptation entre la ligne d'alimentation et le résonateur (patch) à 50Ω . [VI.4]

III.4-Techniques d'alimentation d'une antenne imprimée rectangulaire en utilisant HFSS :

VI.4.1-Alimentation par ligne micro ruban :

Le modèle d'antenne patch utilisé pour la simulation numérique avec Ansoft HFSS est représenté sur la figure VI.7. L'antenne patch est conçue pour les 2.4 GHz. La largeur de la ligne microruban, permettant d'avoir une impédance d'entrée de 50Ω . [III.3]

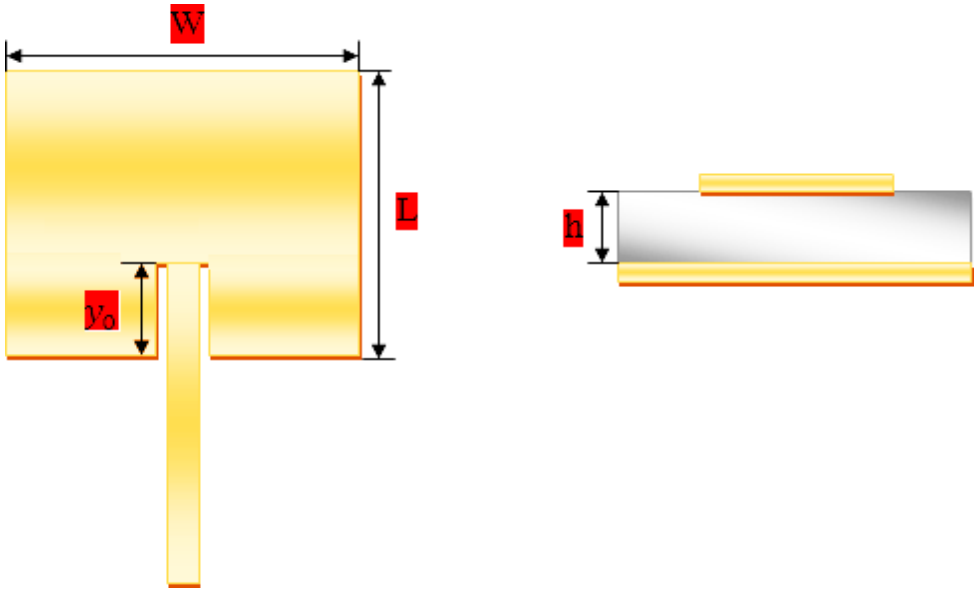
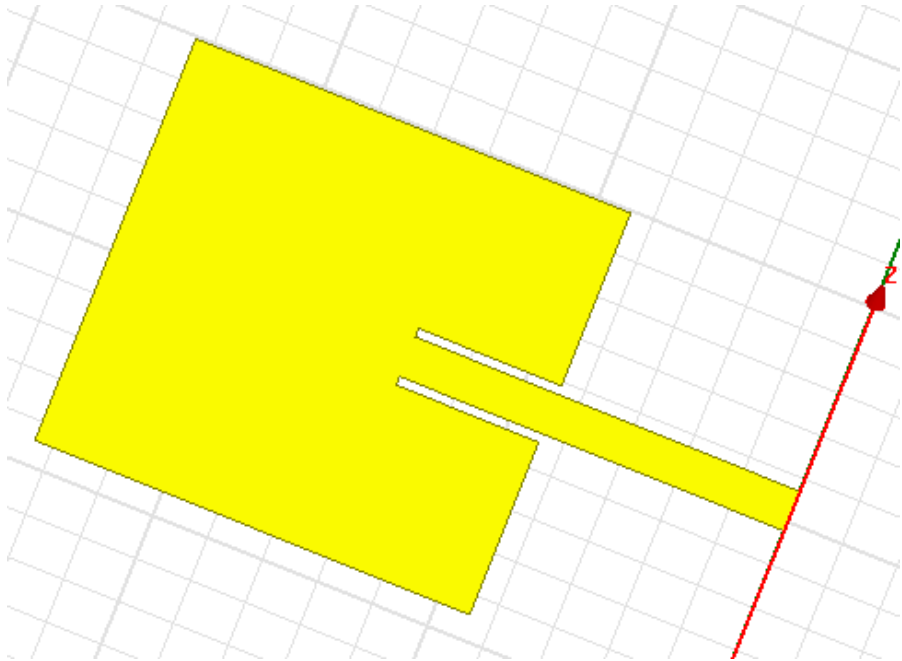


Figure III.1 : Schéma de l'antenne, W : largeur ; L : longueur ; e : épaisseur du patch ; h : épaisseur du substrat ; w_i : largeur de la ligne d'alimentation.

	X size	Y size	Z size	
Plan De Masse	100	100	0	Perfect E
Substrat	100	100	1,58	Rogers RT/Duroid 5880(tm)
Patch	46,9	39,6		Perfect E
Wave Port	6		3	Perfect E
Ligne D'alimentation	4,6	22		Perfect E
Les encoches	1	13		Perfect E
Box	100	100	20	Vacuum

Tableau III.2: Microstrip Patch Antenna Creation Using Ansys HFSS Antenna

On réalise une simulation sur le logiciel HFSS, et insert la ligne d'impédance 50Ω et de longueur $\lambda/4$, on définit le substrat, et on ajoute le port d'excitation.

On lance la simulation pour la fréquence 2,4GHz avec 201 point.

Les résultats de la simulation sont représentés sur les figures suivantes :

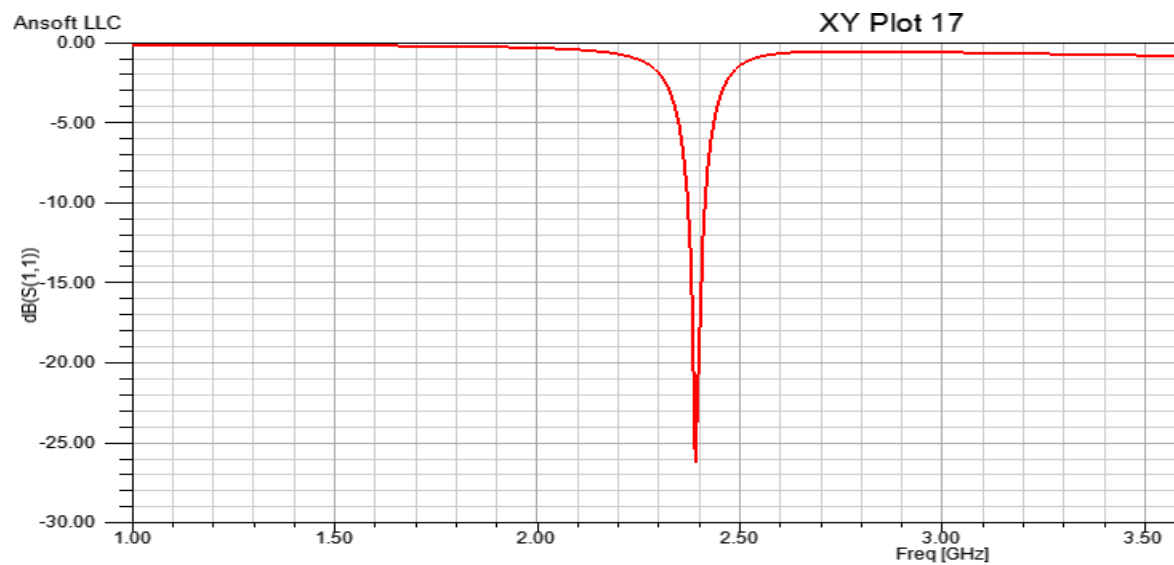


Figure III.2.Variation du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence

-La variation du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence montre une résonance approximative à la fréquence de $f_r = 2.9 \text{ GHz}$

-Le coefficient de réflexion $S_{11} = -28 \text{ dB}$

III.5. Simulation d'un antenne RFID à basse des matériaux anisotropes, cristaux liquides (LC).

III.5. 1. INTRODUCTION

Les dispositifs agiles de fréquence peuvent être réalisés en utilisant des semi-conducteurs, des MEMS, des ferrites ou des ferroélectriques. Dans ce travail, l'utilisation de CL en tant que substrat micro-onde accordable est décrite. Jusqu'à présent, l'anisotropie diélectrique de la permittivité et sa tenabilité électrostatique des molécules LC sont principalement utilisées dans la technique de la ligne de transmission microbande inversée. Un dispositif simple et peu coûteux a été conçu pour changer la phase du signal pour entrer dans une antenne à balayage électronique micro bande, ou dans la puissance de changement de phase agit sur la direction du faisceau. La structure générale du réseau d'antennes avec balayage électronique.

L'utilisation du LC- comme plan de masse intègre le déphaseur à la ligne et le changement de phase de la puissance du signal est obtenu par l'action du champ magnétique statique appliqué au LC

III.5.2.Matériaux étudiés

Le cristal liquide utilisé dans cette étude est un produit commercialisé par la société Merck et référencé K15. L'étude des propriétés diélectriques de ce matériau a permis d'extraire la valeur d'anisotropie :0,18 à 1 GHz.

Il est composé d'un noyau biphenyl, d'une chaîne latérale alkyl formée de 5 carbones et d'une chaîne cyano fortement polaire ($\mu = 4,05$ Debyes). Ce composé présente une phase nématique entre 22,5°C et 35°C. [VI.7] [VI.8]

Les caractéristiques des cristaux liquides sont regroupées dans le tableau.1

CRISTAL LIQUIDE	Séquence De phase	ϵ'_{\perp}	ϵ''_{\perp}	$\tan\delta_{\perp}$	ϵ'_{\parallel}	ϵ''_{\parallel}	$\tan\delta_{\parallel}$	$\Delta\epsilon'$	Δn
5CB	C22.5°C N35°C	2.64	0.081	0.031	2.98	0.042	0.014	0.34	0.1

Tableau III.3 : Caractéristiques des cristaux liquides

III.6 - Conception d'une antenne Lecteur RFID a couche active CL

III.6 .1- Structure (ANNEXE 01)

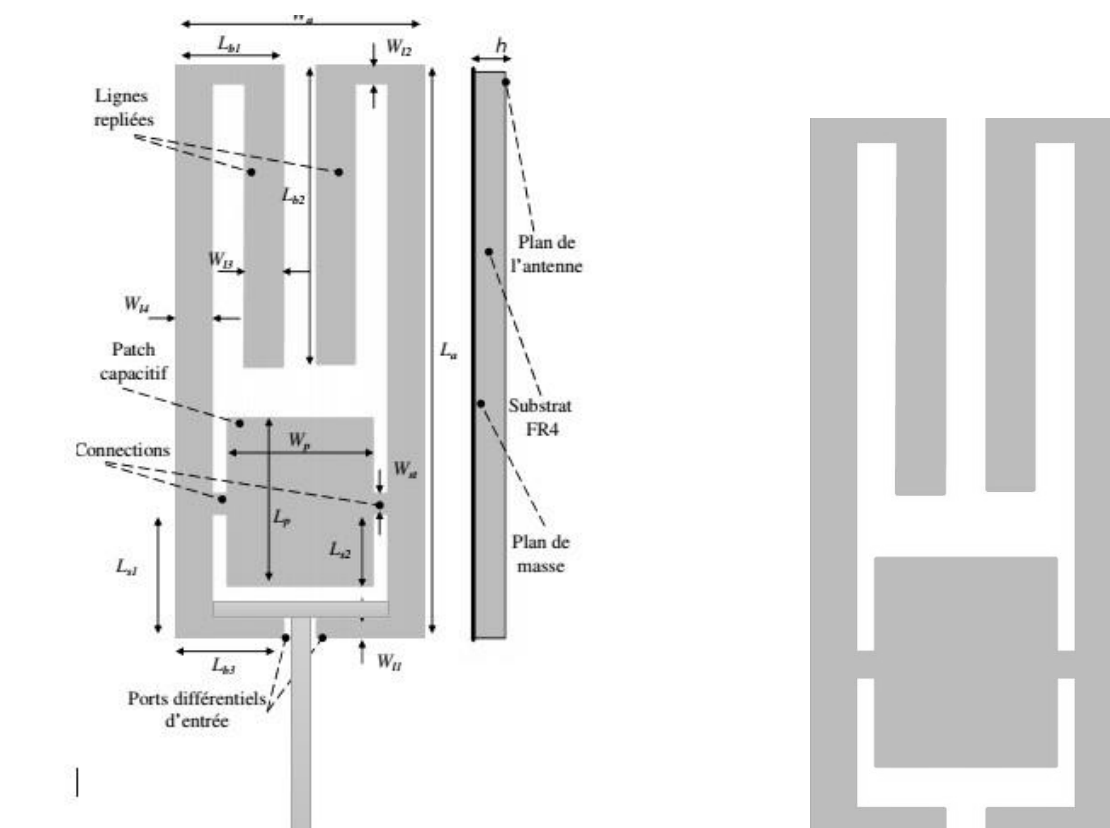


Figure III.3 La structure de lecteur RFID simulé à base de cristal liquide

Nous présentons dans cette étude l'antenne illustrée sur la figure III 3.

Un substrat de type verre époxy (FR4) d'épaisseur $h=0,8\text{mm}$, ayant une permittivité $\epsilon_r=4,4$ et un coefficient de tangente de perte $\tan \delta=0,02$ est mis en œuvre. Ce type de substrat a été choisi car il est largement utilisé dans le domaine de l'électronique, est bas coût et car les procédés de gravures de ce substrat sont très simples.

Dans notre mémoire on a utilisé le travail proposé (l'article dans l'annexe01) mais avec des changements proposé par notre encadreur

- *- une ligne d'alimentation a la place de câble coaxiale
- *- création de deux encoches pour plus d'adaptation

L'antenne est composée d'un motif de dimension total $L_a=60\text{mm}$, $W_a=30\text{mm}$. Cette antenne à une structure symétrique.

L'alimentation est réalisée à travers l'élément rayonnant de l'antenne par une ligne microstrip.

L'adaptation de l'antenne à 50 Ohms est réalisée par l'addition d'un patch capacitif.

On utilise aussi une alimentation avec encoche, il suffit de modifier la géométrie du patch. Les dimensions des parties actives de CL sont les suivantes: (taille X (5 mm, taille Y 25 mm, et Z taille 1,58 mm). Le cristal liquide est introduit entre le plan de masse et la ligne de transmission (antenne)

La structure de l'antenne RFID réalisée à base de cristal liquide est illustrée (figure III. 4)

.La (figure III. 5), montrent les parties actives du circuit.

- cristal liquide : 5CB
- commande : 0 à 07V

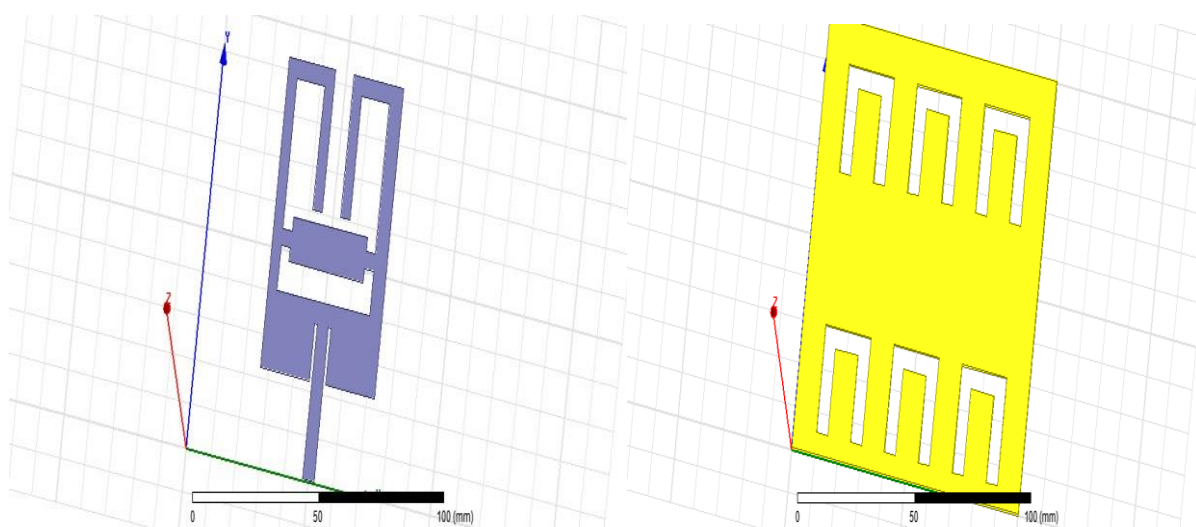


Figure III. 4 : antenne lecteur RFID (les parties actives du circuit + Antenne).

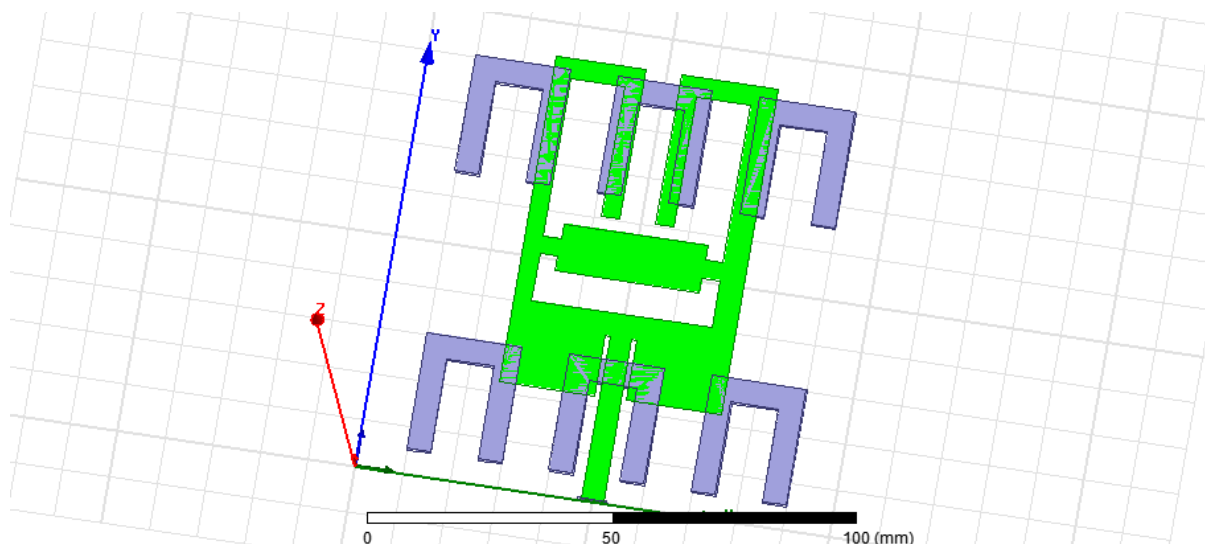


Figure III. 5 : antenne lecteur RFID micro-ruban (parties actives)

III.7-RÉSULTATS ET DISCUSSION

La simulation est effectuée dans la gamme de fréquence (1- 5 GHz) pour obtenir les caractéristiques de l'antenne a couche RFID active.

. Les résultats obtenus ont été calculés en utilisant Ansoft HFSS 15. Le but de la présente étude était d'établir l'effet de la variation de la permittivité (LC) et de la valeur d'anisotropie sur la gamme de phase et la perte de réflexion.

Des simulations ont été effectuées pour la variation de la permittivité LC du matériau à partir des parties de la LC proposée, qui correspond au matériau LC utilisé. Lorsque la valeur de permittivité est balayée, le faisceau est balayé;. Le LC est introduit dans les espaces du Substrat. Ces résultats simulés avec et sans tension de commande (0 V et 7 V).

La figure **III. 6** illustre les résultats simulés de Le coefficient de reflations (S11) sans l'application de la tension de commande. A partir de la figure **III. 6**, on peut voir que la S11 simulée a atteint -43 dB de 3.8 à 4 GHz.

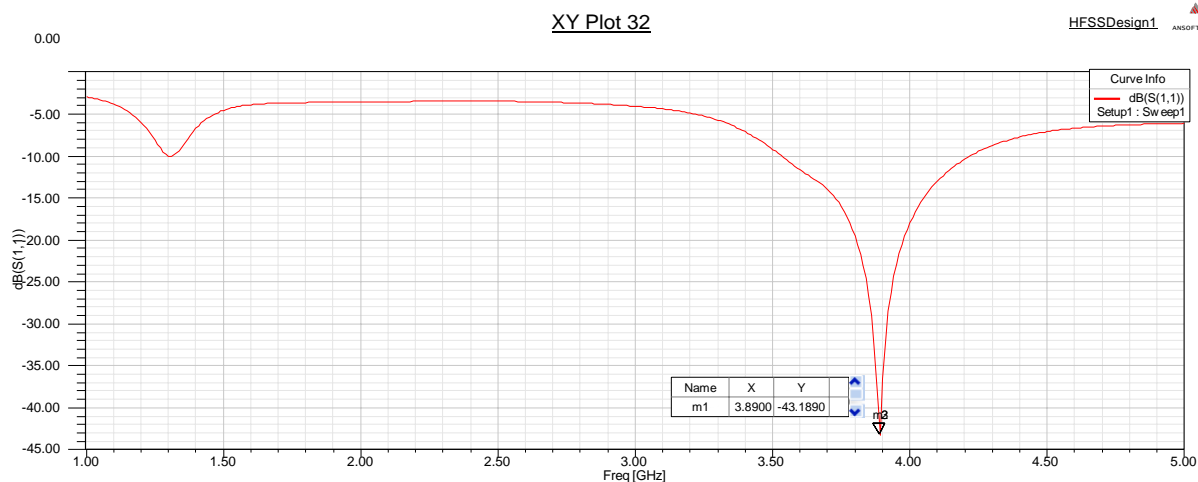


Figure III. 6: coefficient de réflexion S11 en (dB) en fonction du fréquence

III.7-2. Diagramme de rayonnement

Nous allons étudier les effets de la tension et la position d'excitation sur l'orientation de Diagramme de rayonnement

Les résultats du diagramme de rayonnement en gain sont représentés sur les figures suivants

A. L'influence de La tension de commande

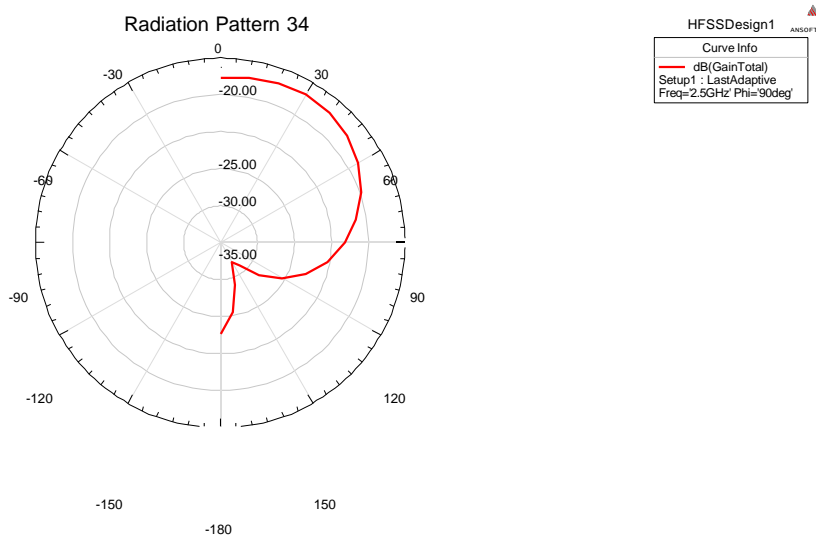


Figure III.7 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90$ degrés sans tension de commande

B. L'influence la position d'excitation

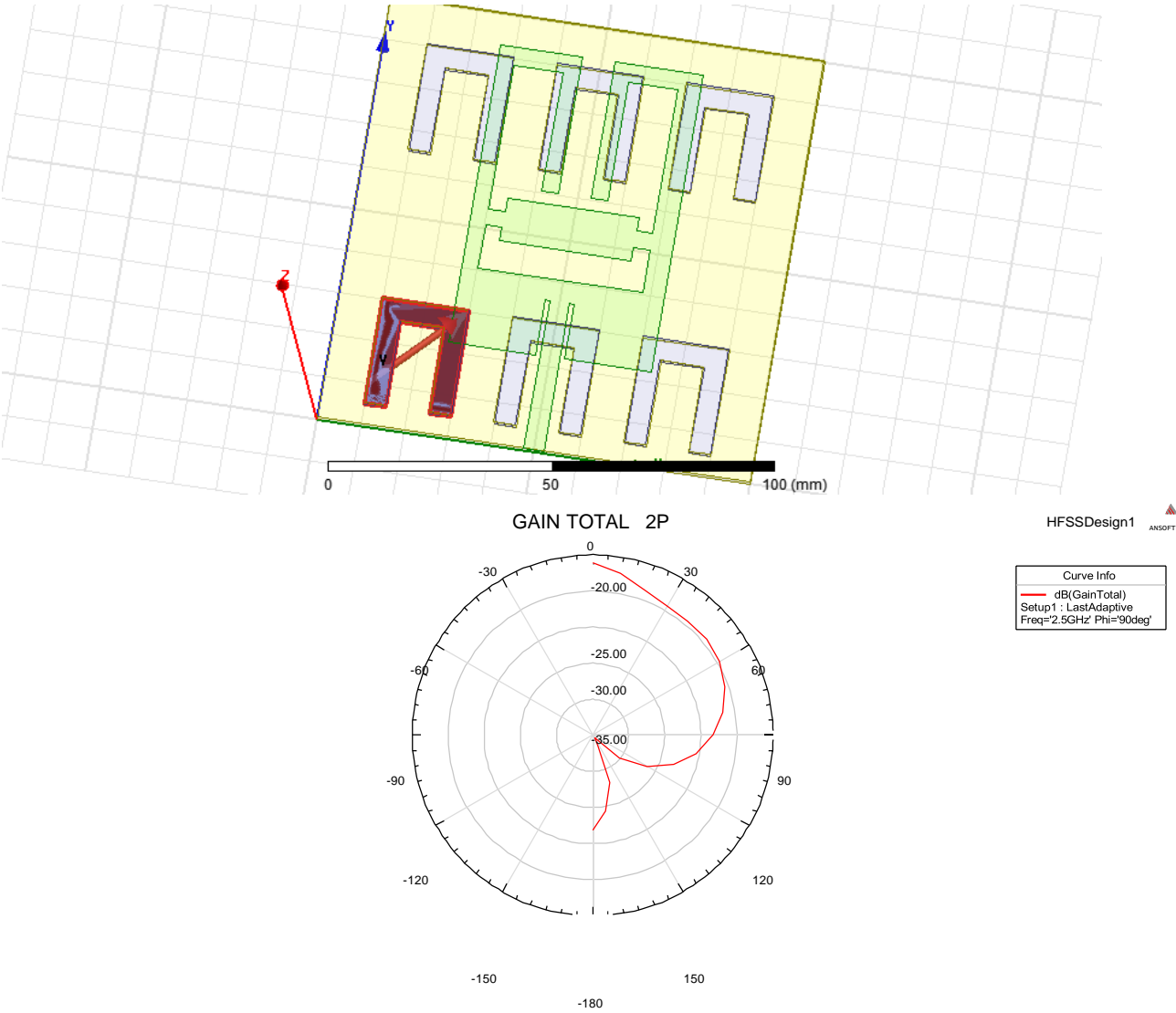
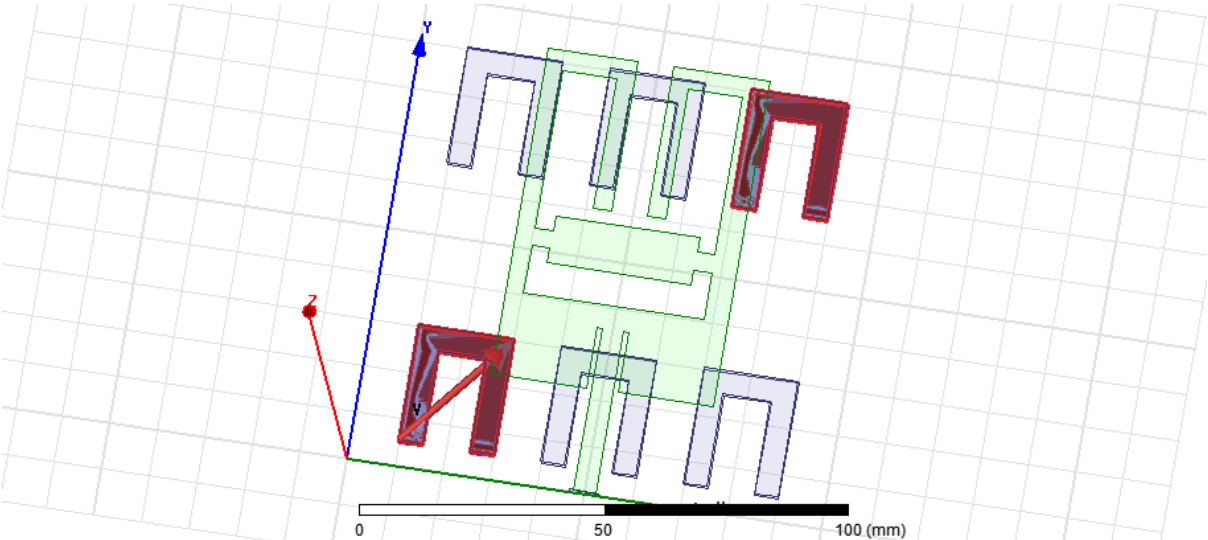


Figure III.8 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90$ degrés avec tension de commande (7 v) P01



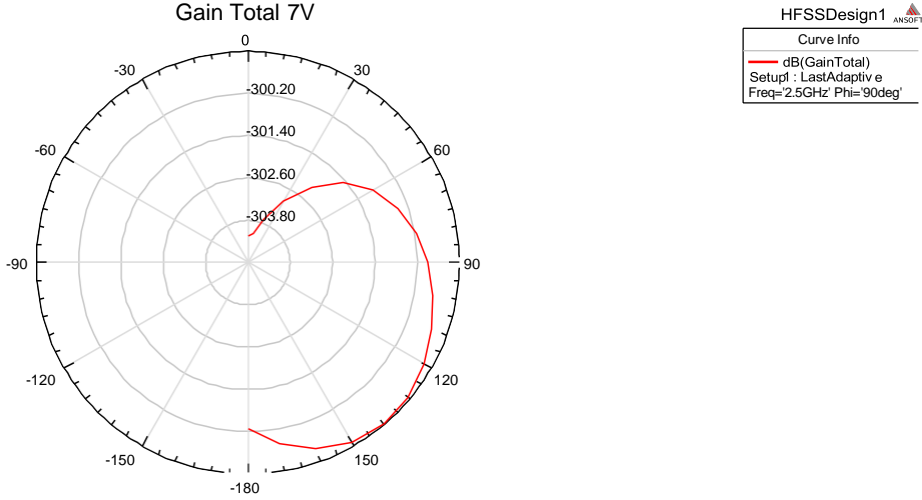
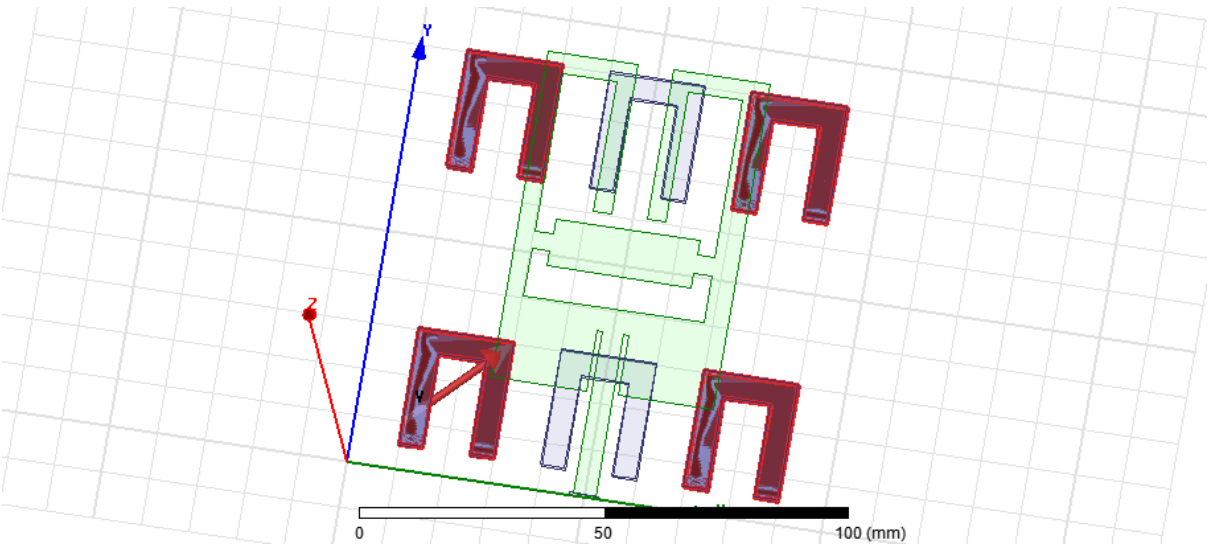


Figure III.9 : Digramme de rayonnement pour $\theta = 90$ degrés avec tension de commande (7 v P 01+02+)



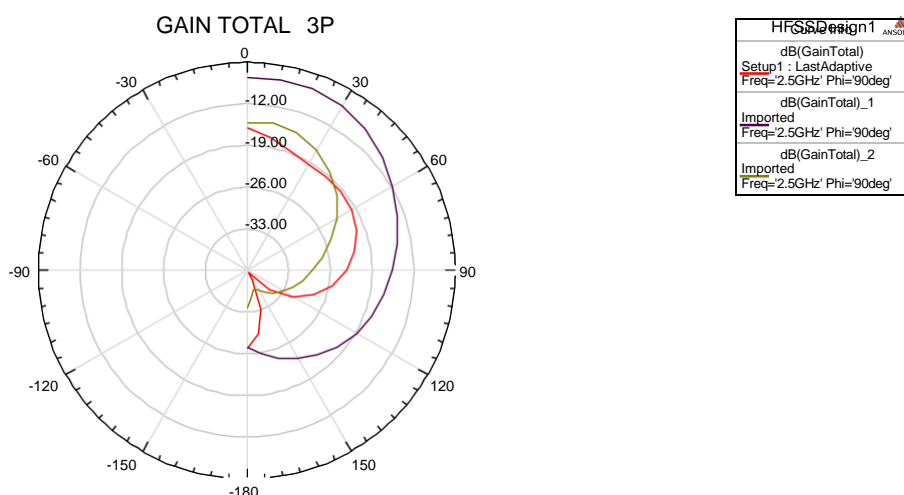


Figure III.10 : Diagramme de rayonnement pour $\theta = 90$ degrés avec tension de commande (7 v avec plusieurs positions d'excitation)

Le diagramme de rayonnement de l'antenne est important pour la détermination des caractéristiques de rayonnement tel que la forme et la largeur du faisceau, la directivité et la puissance du rayonnement. Les figures représentent les diagrammes de rayonnement d'un lecteur RFID en fonction de l'angle d'élévation θ .

Lorsqu'une tension de commande est appliquée, une déformation du diagramme de rayonnement est observée. Le lobe principal change d'orientation d'un angle différent selon la tension appliquée (nombre des pièces LC) par rapport à sa position initiale (0V). Ces résultats montrent la faisabilité d'une antenne à balayage électronique à partir d'une couche active cristal liquide. Dans ce but, des études complémentaires sont nécessaires pour améliorer les performances.

III .8. CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a essayé de présenter en premier lieu la simulation d'une antenne imprimée rectangulaire en basant sur l'alimentation directe par ligne micro ruban. Ensuite, on a étudié les différentes caractéristiques de rayonnement de l'antenne à savoir: le coefficient de réflexion, la fréquence de résonance, la bande passante,.....

Après nous avons présenté une Nouvelle architecture d'antennes RFID (lecteur) à base de Cristal Liquide, basé sur l'influence d'une tension d'excitation externe. La structure proposée est basée sur plusieurs parties de LC- a été conçue et simulée.

D'après les résultats obtenus, nous pouvons dire que

- La faisabilité de la commande d'une antenne RFID par utilisation de couche active CL est montrée dans ce travail

- On peut commander l'orientation de diagramme de rayonnement avec la tension d'excitation plus la position de cette excitation.
- . Les résultats de simulation montrent que ce dispositif permet d'obtenir des différentes directions de rayonnement.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Dans ce mémoire on cherchait à faire une conception d'une antenne de Lecteur RFID avec TAG passif .en utilisant le programme de simulation HFSS , ce qui nous a aidé à bien étudier la technologie RFID.

Au 1er chapitre on a présenté la technologie micro rubans et les antennes RFID qui sont composé d'un lecteur et un tag RFID, et les deux types principaux des tags, le tag actifs qui nécessite une source d'énergie pour l'alimenter et le tag passif qui contrairement à l'autre, n'a pas une source d'énergie et se sert de l'énergie émise du lecteur RFID.

Au 2ème chapitre, on a présenté les notions principales sur les paramètres fondamentaux des antennes **reconfigurables en diagramme de rayonnement a base des matériaux (ANISOTROPES)**, en montrant les types des antennes de tag RFID les plus utilisé

Finalement, au 3ème chapitre, qui représente la conception d'antenne de lecteur RFID, on a Expliqué notre méthodologie de conception,

On a évalué les performances de cette antenne à partir du coefficient de réflexion, du diagramme de rayonnement qui est représenté en 2D et en 3D, du gain, et de la distance de lecture théorique.

D'après les résultats obtenus on peut estimer que la performance de l'antenne conçue est bonne.

En perspective à ce travail, nous souhaitons améliorer notre antenne conçus pour les applications RFID passive de sorte à optimiser le rayonnement afin d'avoir une polarisation circulaire, un gain plus élevé et une taille plus petite.

Bibliographie**Chapitre I**

[I.1] Barcode.tec-it.com/fr 2015

[I.2] National instrument Advanced RFID Measurements : Basic Theory to Protocol Conformance Test Jan, 2012

[I.3] FKI logistics, RFID for the Real World, 2005,

[I.4] www.centrenational-rfid.com 2016

[I.5] S. Sanna, and D. W. Engels, On the future of RFID tags and protocols, Whitepaper, Auto-ID Center, Massachusetts Institute of Technology, 2003.

[I.6] M.B. Eunni, A Novel Planar Microstrip Antenna Design for UHF RFID, Thesis May 2004

Chapitre II

[II.1] A. J. Fenn, Adaptive Antennas and Phased Arrays for Radar and Communication Systems, Artech House, 2008.

[II.2] J. T. Bernard, "Reconfigurable Antennas," Synthesis Lectures on Antennas, vol. 2, no.1, pp. 1-66, 2007 Morgan & Claypool publication series.

[II.3] W. Kim , M. F. Iskander and W. D. Palmer, "An Integrated Phased Array Antenna Design Using Ferroelectric Materials and the Continuous Transverse Stub Technology," IEEE Trans. on Ant. and Propag., Vol. 54 (No. 11), p. p. 3095-3105, 2006.

[II.4] E. Bruce and A. C. Beck. Experiments with directivity steering for fading reduction. The Bell System Technical Journal, 14(2):195–210, April 1935. ISSN 0005-8580.

[II.5] C. A. Balanis. Antenna theory: analysis and design. John Wiley & Sons, 2016.

[II.6] Zhi Ning Chen. Handbook of Antenna Technologies. Springer, 2015.

[II.7] B.A. Cetiner, Hamid Jafarkhani, Jiang-Yuan Qian, Hui Jae Yoo, A. Grau, and F. De Flaviis. Multifunctional reconfigurable MEMS integrated antennas for adaptive MIMO systems. *IEEE Communications Magazine*, 42(12):62–70, 2004.

[II.8] J. Costantine, Y. Tawk, S. E. Barbin, and C. G. Christodoulou, "Reconfigurable Antennas: Design and Applications," *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, no. 3, pp. 424- 437, 2015.

[II.9] C. G. Christodoulou, Y. Tawk, S. A. Lane, and S. R. Erwin, "Reconfigurable Antennas for Wireless and Space Applications," *Proceedings of the IEEE*, vol. 100, no. 7, pp. 2250-2261, 2012.

[II.10] Z. Dai, S. Liu, Y. Chen, and N. G. Nanjing, "Development and investigation of Reconfigurable plasma antennas," in *Microwave and Millimeter Wave Technology (ICMMT), 2010 International Conference on*, 2010, pp. 1135-1137.

[II.11] D. Schaubert, "Frequency-agile polarization diversity micro strip antennas and Frequency scanned arrays," *US Patent #4,367,474*, Jan. 1983.

[II.12] J. K. Smith, "Reconfigurable aperture antenna (RECAP)," *DARPA*, 1999.

[II.13] Grau, J.R.; Lee, M.J. A dual-linearly-polarized MEMS-reconfigurable antenna for NB MIMO communication systems. *IEEE Trans. Antennas Propag.* 2010, 58, 4–17.

[II.14] C. G. Christodoulou, Y. Tawk, S. A. Lane, and S. R. Erwin, "Reconfigurable Antennas for Wireless and Space Applications," *Proceedings of the IEEE*, 100(7), pp. 2250–2261, 2012.

[II.15] H. J. De Los Santos, *Introduction to Micro electro mechanical Microwave Systems*, Second Edition, Norwood, MA, Artech House, 2004.

[II.19] A. F. Sheta and S. F. Mahmoud, "A Widely Tunable Compact Patch Antenna," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 7, 2008, pp. 40-42.

- [II.23] G. M. Rebeiz, "RF MEMS: Theory, design, and technology", John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [II.24] A. Petosa "An overview of tuning techniques for frequency-agile antennas", IEEE Antennas Propag. Mag., vol. 54, pp.271 -296 2012.
- [II.25] D. E. Anagnostou, G. Zheng, M. T. Chryssomallis, J. C. Lyke, G.E. Ponchak, J. Papapolymerou, and C. G. Christodoulou, "Design, Fabrication, and Measurements of an RF-MEMS-Based Self-Similar Reconfigurable Antenna," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, AP-54, 2, February 2006, pp. 422-432.
- [II.29] W. B. Zheng, Q. A. Huang, X. P. Liao, and F. X. Li, "RF MEMS Membrane Switches on GaAs Substrate for X-Band Applications," Journal of Micro electromechanical Systems, 14, 3, June 2005, pp. 464- 471.
- [II.30] Michel MITOV. «Les cristaux liquides ferroélectriques, rudiments » CEMES (Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales) Vol. 100, 1583-1597, Décembre 2006.
- [II.31] Paulo Fernandes, « nouvelles études structurales de cristaux liquides Par réflectivité et diffraction résonante des rayons x », Thèse de doctorat, Université Bordeaux, école doctorale des sciences chimiques, avril 2007.
- [II.32] Caussariou Aude, « Fabrication et caractérisation d'une cellule de cristaux liquides Pour l'étude du vieillissement au point critique », Stage Master 2 R Option Physique, École Normale Supérieure de Lyon, 2009.
- [II.34] Andrei Vorobiev and Spartak Gevorgian « Fabrication of Ferroelectric Components and Devices » Ferroelectrics in Microwave Devices, Circuits and Systems, 2009.
- [II.35] Carsten Fritzsche, Flavio Giacomozzi, Onur Hamza Karabey, Felix Goelden, Alexander Moessinger, Saygin Bildik, Sabrina Colpo and Rolf Jakoby « Continuously Tunable W-Band

Phase Shifter based on Liquid Crystals and MEMS » Technology Proceedings of the 6th European Microwave Integrated Circuits Conference, pp.1083 -1086, 2011.

[II.36] S. Bulja, D. Mirshekar-Syahkali, M. Yazdanpanahi, R. James, S. E. Day, and F. A. Fernández « Liquid Crystal Based Phase Shifters in 60 GHz Band » Wireless Technology Conference (EuWIT), 2010 European, Sept, Papers (2), 2010.

Chapitre III

[III.1] HFSS Training (firsts EM simulations) Ben-Gurion University. Course “Antennas and Radiation”.

[III.2] Tomader Mazri et Fatima Riouch « Improved performance of a microstrip antenna array using a tree structure patch fed by electromagnetic coupling» ICONS 2011: The Sixth International Conference on Systems.

[III.3] Attoui Aissa« Contribution A L'étude Des Déphaseurs Micro Rubans Applications Aux Réseaux»THESE DOCTORAT , UNIV GUELMA , 2018

[III.4] Attoui Aissa , Boualleg Ahcene . Etude d'une Ligne Coplanaire pour Applications WiFi 2.45 GHZ PREMIERE JOURNEE DOCTORALE EN TELECOMMUNICATIONS «JDT'2013», 28 Avril 2013

[III.5] boussaha somia, boualleg ahcene Contribution à l'étude et à la modélisation des antennes imprimées rectangulaires Applications aux systèmes de communication, Mémoire pour obtenir le diplôme de Magister en Télécommunications

[III.6] Wolfgang Heinrich “Quasi- TEM Description of MMIC Coplanar Lines Including Conductor- Loss Effects” IEEE Transactions on microwave Theory and techniques, vol. 41, N°1,January 1993

[III.7] CHOUTI LEILA ,Contribution à l'étude d'antennes imprimées rectangulaires double bande et multi bandes tenant compte de l'effet de couplage , Mémoire pour obtenir le diplôme de Magister en Electronique

[III.8] A. Attoui, A. Boualleg , External Command Study of the Phase Shifter for Applications to Array Antenna with Nematic Liquid Crystal .N 7 – 2015

ANNEXE 01

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/281921654>

Etude d'Antennes Planaires Compactes pour Lecteurs RFID UHF Embarqués

Article · January 2008

CITATIONS

0

READS

479

4 authors, including:



Anthony Ghiotto

University of Bordeaux

223 PUBLICATIONS 2,303 CITATIONS

SEE PROFILE



Smail Tedjini

Grenoble Institute of Technology

490 PUBLICATIONS 5,253 CITATIONS

SEE PROFILE



Ke Wu

Montreal Polytechnic

1,446 PUBLICATIONS 42,710 CITATIONS

SEE PROFILE

Etude d'une Antenne Planaire Compacte pour Lecteurs Embarqués RFID UHF

A. GHIOTTO*, T.N.H. DOAN**, T.P. VUONG*, L. GUILLOTON*, G. FONTGALLAND*** et S. TEDJINI*

*LCIS- INPG, 50 rue Barthélémy de Laffemas, 26902 Valence

Anthony.Ghiotto@esisar.inpg.fr

Laurent.Guilloton@esisar.inpg.fr

Tan-Phu.Vuong@esisar.inpg.fr

Smail.Tedjini@esisar.inpg.fr

**MICA, CNRS INPG IPH, 1 Dai Co Viet, Hai Ba Trung, Hanoi, Viet Nam

Ngoc-Hien.Doan@mica.edu.vn

*** UAEE/CEEI/UFCG, Av. Aprígio Veloso – 882, Bodocongó, Campina Grande – PB, Brésil

Fontgalland@dee.ufcg.edu.br

Résumé: Dans cette communication, nous présentons une nouvelle structure d'antenne pour lecteurs embarqués RFID UHF. Cette antenne est constituée de lignes de transmissions rayonnantes repliées en U. Cette structure permet de diminuer jusqu'à près de 60% la taille de l'antenne par rapport à une antenne dipôle UHF traditionnelle. Nous présentons dans cette étude, le coefficient de réflexion Γ et le diagramme de rayonnement de cette antenne obtenus par simulation sous Ansoft Designer et par mesure avec un VNA en chambre anéchoïque. Une discussion sur les performances, améliorations et perspectives de cette structure d'antenne conclue ce papier.

Mots clés: Antenne, Antenne Compacte, RFID.

1. Introduction

La technologie RFID UHF est parue dans les années 1950. Elle n'a cependant connu un véritable essor que depuis les années 1990. Les systèmes RFID utilisent principalement quatre bandes de fréquence située à 125KHz (bande BF, Basses Fréquences), 13,56MHz (bande HF, Hautes Fréquences), 860-960MHz (bande UHF, Ultra Hautes Fréquences), 2,45 GHz (bande micro-onde). Une description de ces différentes technologies peut être consultée dans les références [1], [2] et [3].

Ces dernières années, un intérêt grandissant est porté sur la technologie RFID UHF passive offrant un faible coût et permettant d'atteindre une distance de lecture plus importante que les autres technologies RFID dites passives. Un système RFID UHF passif est constitué d'un tag RFID (étiquette intelligente) contenant un identifiant unique (ID) permettant d'identifier un objet ou une personne, d'un lecteur RFID et de son antenne, et enfin d'un hôte traitant

l'information. La figure 1 illustre un tel système. Le tag est alimenté en transformant l'énergie électromagnétique rayonnée par l'antenne du lecteur en énergie électrique. Le tag reçoit également des commandes transportées physiquement par une modulation de la porteuse UHF. Il répond à ces données en modulant sa surface radar équivalente (Radar Cross Section - RCS) afin de moduler le signal réfléchi par son antenne (technique dite de « backscattering »). La densité du champ électrique transmise par le lecteur, puis la sensibilité du lecteur RFID sont les éléments critiques nécessitant l'utilisation d'une antenne efficace permettant d'améliorer les performances de l'ensemble du système et de garantir l'autonomie en énergie du système embarqué. En effet la puissance reçue au niveau du tag RFID $P_{received(tag)}$ est déterminée par l'équation de Friis (1) où $P_{transmit(reader)}$ est la puissance transmise par le transmetteur du lecteur RFID, G_{Reader} est le gain de l'antenne du lecteur G_{Tag} est le gain de l'antenne du tag, d est la distance entre le tag et le lecteur et λ est la longueur d'onde de la

porteuse UHF.

$$P_{received(tag)} = P_{transmit(reader)} \frac{G_{Reader}}{(4\pi d^2)} \cdot \frac{\lambda^2 G_{Tag}}{4\pi} \quad (1)$$

Dans (1) on peut identifier la puissance isotrope effective rayonnée $P_{EIRP} = P_{transmit(reader)} \cdot G_{Reader}$. Cette puissance est régulée par les autorités gouvernementales et ne doit pas dépasser une certaine valeur maximum. Une antenne avec un faible gain ou peu efficace demandera donc une puissance plus importante au niveau de l'émetteur pour atteindre le niveau de puissance P_{EIRP} et garder de bonnes performances. Le transmetteur du lecteur aura donc un coût plus important et consommera plus d'énergie. C'est pourquoi l'antenne du lecteur doit avoir une bonne efficacité. D'autre part, il est intéressant de miniaturiser le lecteur RFID et donc l'antenne de transmission et réception. Cependant une antenne miniature possède un fort coefficient de qualité Q , une faible efficacité et un faible gain. Nous voyons donc qu'il existe un compromis entre la performance et la miniaturisation de l'antenne pour l'application visée.

La puissance reçue au niveau du lecteur RFID $P_{received(reader)}$ est déterminée par l'équation (2) où intervient encore le gain du lecteur G_{Reader} . On voit son influence sur le niveau de sensibilité à la réception pour une certaine distance d et donc sur la complexité et le coût de l'électronique de réception.

$$P_{received(reader)} = P_{transmit(reader)} G_{Reader}^2 \cdot G_{Tag}^2 \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^4 \quad (2)$$

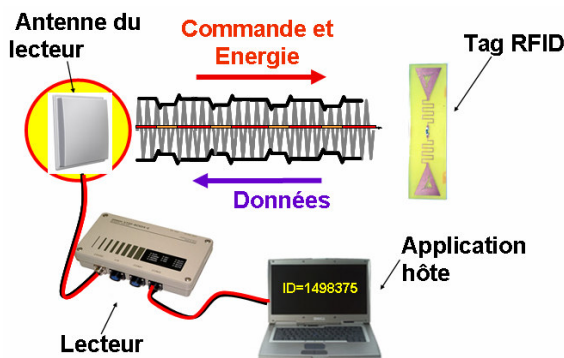


Figure 1 : Schéma illustrant un système RFID UHF passif.

Dans cette étude, nous proposons une structure d'antenne UHF fonctionnant dans la bande RFID UHF européenne à 868MHz et nécessitant une bande de fréquence de 3MHz soit 0,3%. Les dimensions d'une antenne UHF opérant aux alentours de 900MHz sont relativement grandes [4]. En effet, aux fréquences UHF, la longueur d'onde caractéristique est de l'ordre de $\lambda=33\text{cm}$. La taille d'une antenne dipôle en $\lambda/2$ est donc d'environ 17cm. Une antenne patch ou une antenne à fente circulaire fonctionnant aux mêmes fréquences, sur un substrat en verre époxy d'épaisseur 1,59mm, correspond à une taille d'environ

20cm*10cm [4]. L'antenne proposée présente une structure planaire compacte, légère et bas coût destinée à être implémentée sur le même circuit imprimé que l'électronique dans un lecteur RFID UHF embarqué. Dans une première partie, nous présentons la structure de cette antenne. Dans une seconde partie, nous analysons les résultats de simulation et de mesure de cette antenne. Enfin dans une dernière partie, nous concluons sur les performances de cette antenne, son implémentation dans un système embarqué et les perspectives de cette étude.

2. Description de l'antenne étudiée

Nous présentons dans cette étude l'antenne illustrée sur la figure 2. Un substrat de type verre époxy (FR4) d'épaisseur $h=0,8\text{mm}$, ayant une permittivité $\epsilon_r=4,4$ et un coefficient de tangente de perte $\tan\Delta=0,02$ est mis en œuvre. Ce type de substrat a été choisi car il est largement utilisé dans le domaine de l'électronique, est bas coût et car les procédés de gravures de ce substrat sont très simples (utilisation de la photolithographie). L'antenne est ainsi prévue pour être directement réalisée sur une carte comprenant l'ensemble de l'électronique d'un lecteur RFID. L'intégrabilité et la compacité du tout permettant d'obtenir un lecteur RFID compact.

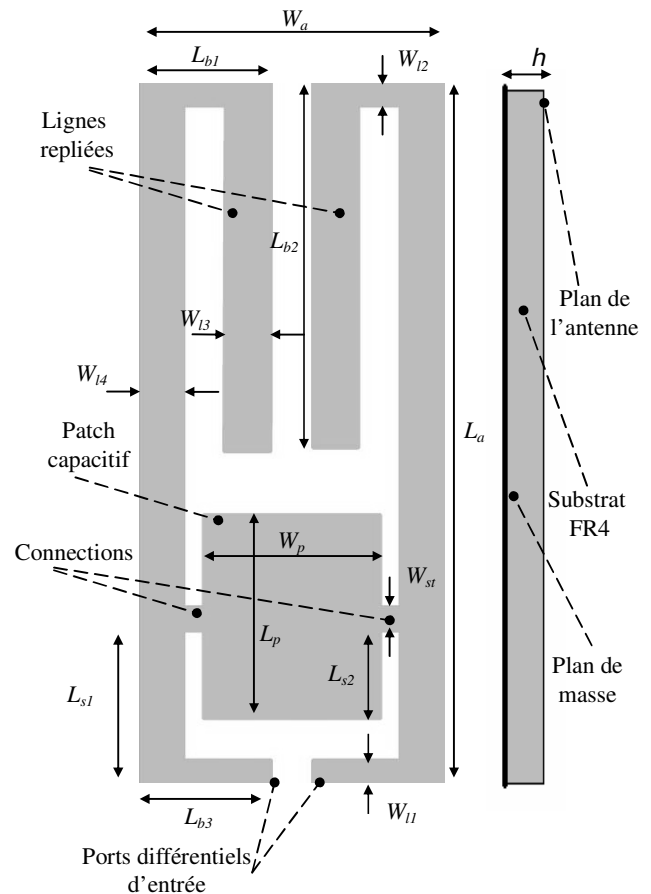


Figure 2 : Antenne compacte pour lecteur RFID UHF embarqué vue de face et de côté.

L'antenne est composée d'un motif de dimension total $L_a=60\text{mm}$, $W_a=30\text{mm}$. Cette antenne à une structure symétrique. Elle est composée de lignes de transmission ayant pour dimension $L_{b1}=6\text{mm}$, $L_{b2}=16,6\text{mm}$, $L_{b3}=6\text{mm}$, $W_{b1}=1\text{mm}$, $W_{b2}=1\text{mm}$, $W_{b3}=2\text{mm}$, $W_{b4}=2\text{mm}$. L'alimentation est réalisée à travers le plan de masse de l'antenne par une entrée différentielle. Les lignes de transmission sont repliées afin de permettre de diminuer la taille totale de l'antenne. L'adaptation de l'antenne à 50 Ohms est réalisée par l'addition d'un patch capacitif dont les dimensions sont $W_p=8\text{mm}$, $L_p=9\text{mm}$. Ce patch est connecté aux deux lignes de transmission de l'antenne par deux connexions de largeur $W_a=1\text{mm}$ et positionné aux distances $L_{s1}=7\text{mm}$ et $L_{s2}=4\text{mm}$ (voir figure 2). La simulation ainsi que l'optimisation de cette antenne ont été réalisées sous Ansoft Designer V3 en utilisant le module de simulation électromagnétique planaire mettant en œuvre la méthode des moments.

3. Réalisation et résultats

La mesure du coefficient de réflexion Γ et du gain de l'antenne ont été réalisées en chambre anéchoïque en utilisant les principes décrits dans [4] (Voir figure 3 et figure 4.(a)). Deux axes de rotation sont mis en œuvre, un pour modifier la polarisation de l'antenne de référence et l'autre pour faire pivoter l'antenne sous test dans le plan horizontal (voir figure 3).

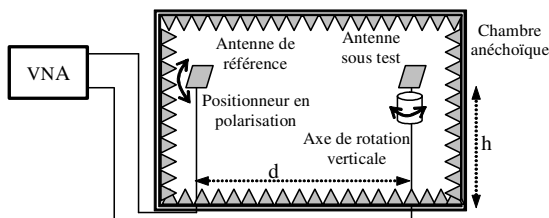


Figure 3 : Schéma de principe de la mesure d'un diagramme de rayonnement en chambre anéchoïque.

L'antenne a été réalisée avec un plan de masse de dimension $40\text{mm} \times 70\text{mm}$. La réalisation est représentée sur la figure 4.b. Elle est alimentée par un câble coaxial à travers le plan de masse.

La figure 5 présente le coefficient de réflexion Γ mesuré et simulé en fonction de la fréquence. Nous constatons que l'antenne optimisée sous designer pour fonctionner à 872MHz, résonne à 896MHz en pratique. L'antenne a une bande passante de 12MHz soit 1,2%. La fréquence de résonance de l'antenne réalisée est plus grande car la méthode des moments considère un plan de masse de l'antenne infini.

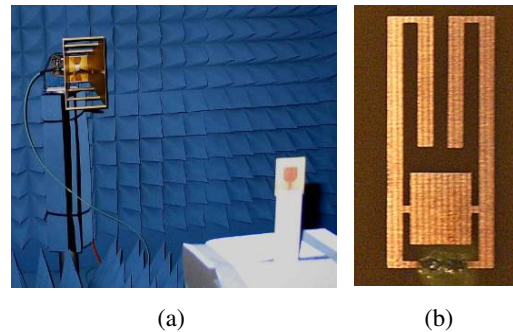


Figure 4 : (a) Photo illustrant une mesure en chambre anéchoïque. (b) Photo de l'antenne fabriquée.

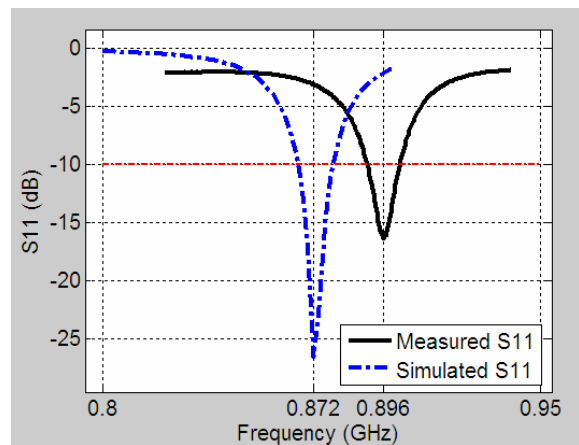


Figure 5 : Coefficient de réflexion Γ mesuré et simulé de l'antenne étudiée.

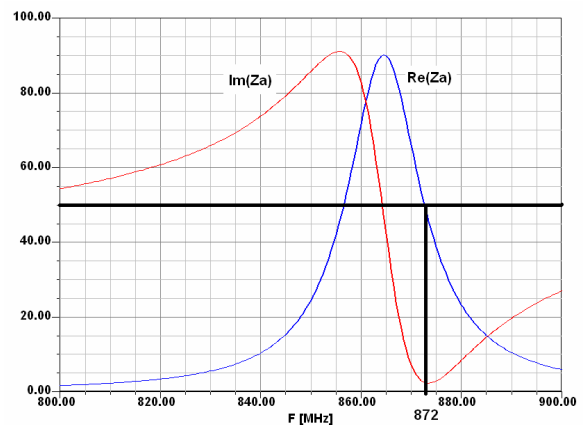
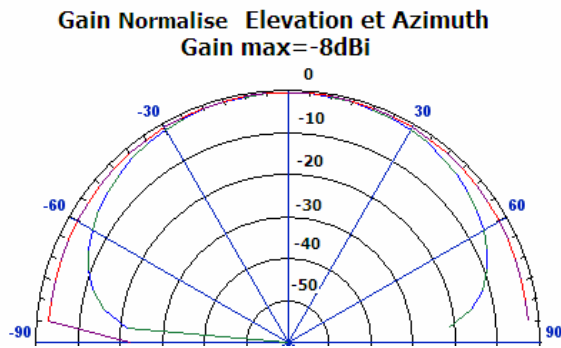
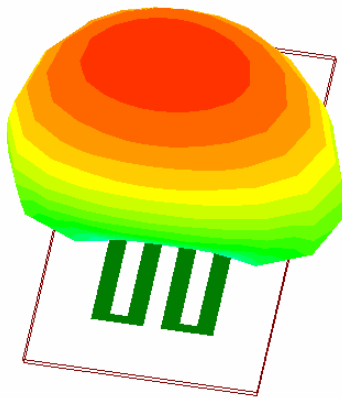


Figure 6 : Impédance d'entrée Z_a (en Ohms) de l'antenne étudiée simulée sous Ansoft Designer.

Nous présentons ensuite les diagrammes de rayonnement de cette antenne sur les figures 6.a et 6.b.



(a)



(b)

Figures 6 : Diagrammes de rayonnement de l'antenne étudiée : (a) Gain simulé normalisé par rapport à la mesure du gain maximum de l'antenne en chambre anéchoïque. (b) Représentation du gain simulé en 3 dimensions.

Sur les figures 6, on voit que l'antenne possède un diagramme directif intéressant pour une application sur un lecteur portable permettant à l'utilisateur de pointer les objets à identifier. Cependant le gain de l'antenne est très faible -8dBi. C'est perte sont principalement du aux pertes diélectrique dans le substrat FR4.

4. Conclusions et perspectives

Ce papier a présenté les premiers résultats d'une étude visant à obtenir une antenne miniature pour un lecteur portable RFID UHF ou tout système électronique embarqué nécessitant de lire des données RFID tel qu'une imprimante, un téléphone mobile, un ordinateur portable... L'antenne possède cependant un gain et une efficacité faible. Pour améliorer les performances de l'antenne et donc l'autonomie et les performances du lecteur, l'utilisation d'un substrat RF faible coût est envisagée car il présente moins de perte

diélectrique. Il faudra également réaliser un « balun » afin d'alimenter l'antenne par une ligne micro ruban. Il faudra aussi simuler l'antenne avec une méthode « full wave » en considérant l'effet du plan de masse du lecteur RFID. Il sera également intéressant de mettre en œuvre une méthode de mesure de l'efficacité de l'antenne telle que la méthode « Wheeler cap » et de comparer les performances obtenues avec les limites maximums théoriques. Enfin, il faudra implémenter l'antenne dans un lecteur et évaluer les performances pouvant être obtenues.

5. Références

- [1]. Klaus Finkenzeller, « RFID Handbook », Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd, 2003.
- [2]. D.Bechevet, « Contribution au développement de tags RFID, en UHF et micro ondes sur matériaux plastiques », thèse doctorat de l'INPG, décembre 2005.
- [3]. S.Tedjini, T.P.Vuong, V. Beroulle, P. Marcel, "Radio-frequency identification system from antenna characterization to système validation", Invited paper, Asia-Pacific Microwave Conference, 15-18 december 2004, New Dehli, India.
- [4]. C. A. Balanis, « Antenna Theory: Analysis and Design », third edition, Wiley.