

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة

التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER en Télécommunication

Spécialité : Systèmes de Télécommunications

Présenté par :

TEFIANI Yassine

TRARI Ibtissam

Sujet

Nouvelles Forme de Réseau d'Antennes SIW pour
Imagerie Passive à Haute Performance.

Soutenu publiquement, le 27/08/2020, devant le jury composé de :

Mme H. BADAOU	Maitre de conférences (A)	Univ. Tlemcen	Présidente
Mr M. ABRI	Professeur	Univ. Tlemcen	Encadrant
Mr. M. A. RABAH	Maitre de recherche (A)	CDS. ORAN	Co-Encadrant
Mme M. MELIANI	Professeur	Univ. Tlemcen	Examineur

Résumé

A fin de réaliser un réseau d'antenne pour imagerie passive avec technologie SIW à haute performance il est nécessaire d'introduire des antennes de taille compacte et à gain élevé.

Dans ce contexte deux volet seront traité dans ce mémoire la première étape concerne la conception et la simulation des guides d'onde intégré au substrat SIW (Substrate Integrated Waveguide)et au demi mode de ces guides HMSIW (Half mode Substrat IntegretedWaveguide) dans les bandes S, C et V. Et la deuxième étape pour la présentation d'antenne alimentée par la technologie SIW transformée en réseau d'antenne pour imagerie passive a haute directivité alimentée avec un diviseur de puissance, dont l'objectif de concevoir et simuler,les performances de ce réseau d'antenne dans la bande V, à l'aide du logiciel de Simulation Microwave studio.

Mots clés :

Imagerie passive, réseaux d'antenne, guide d'onde intégré au substrat SIW, bande S, C, V, CST Microwave studio.

Abstract

In order to realize an antenna array for passive imaging with high performance SIW technology, it is necessary to introduce antennas of compact size and high gain.

In this context two aspects will be treated in this thesis the first stage concerns the design and simulation of waveguides integrated into the SIW substrate (Substrate Integrated Waveguide) and the half mode of these HMSIW guides (Half mode Substrate Integrated Waveguide) in the S, C and V bands. And the second step for the presentation of antenna powered by SIW technology transformed into an antenna array for passive imaging with high directivity powered with a power divider, the objective of which is to design and simulate, the performance of this antenna array in the V band, using the Simulation Microwave studio software.

Keywords :

Passive imaging, antenna arrays, waveguide integrated into the SIW substrate, S, C, V band, CST Microwave studio.

ملخص

لتحقيق مجموعة صور سلبية مع تقنية SIW عالية الأداء، من الضروري تقديم ملفات عالية الكسب وصغيرة الحجم. وفي هذا السياق، سيتم تناول جزأين في هذا الموجز. وتتعلق المرحلة الأولى بتصميم ومحاكاة نظام التموجات المدمج في ركيزة SIW (ركيزة متموجة مدمجة) ونصفاً من أدلة HMSIW (ركيزة واقية متموج ذات وضع نصفي) في النطاقات S و C و V. والخطوة الثانية لعرض الهوائي الذي يتم تشغيله بواسطة تقنية SIW التي تم تحويلها إلى مصفوفة هوائي للتصوير ذات الاتجاه العالي الذي يتم تشغيله بواسطة مقسم الطاقة، الذي يهدف إلى تصميم ومحاكاة أداء مصفوفة الملفات هذه في النطاق V ، باستخدام برنامج المحاكاة cst ميكروويف.

كلمات مفتاحية :

التصوير السلبي ، مجموعة الهوائيات ، الدليل الموجي المدمج في ركيزة SIW ، النطاق S ، C ، V ، استوديو CST الميكروويف.

Remerciement :

Nous remercions ALLAH le tout-puissant de nous avoir donné la santé, le courage, la volonté, la force et la patience afin de parvenir à élaborer ce modeste travail.

*En tout premier lieu, nous remercions vivement notre encadreur monsieur **ABRI Mehadj**i Professeur l'Université de Tlemcen pour avoir accepté de diriger ce travail et de nous avoir accompagné tout au long de sa réalisation avec beaucoup d'intérêt et de disponibilité ainsi que pour tout le soutien, l'orientation, la guidance et ses encouragements qu'il nous a apportés et d'avoir mis son expérience à notre profit dans son encadrement ainsi que la confiance qu'il nous a témoigné.*

*Nous voudrions très sincèrement remercier madame **ABRI Née BADAOUI Hadjira** maitre de conférences classe (A) à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de juger ce travail en présidant le jury, ainsi que **MELIANI Maghnia** professeur à l'université de Tlemcen ; vous nous avez honorés d'accepter de siéger parmi notre jury de mémoire.*

*Nous remercions notre Co-encadreur monsieur **RABAH Mohammed Amin**.
Maitre de recherche (A) à Oran Pour leurs aides et leurs soutiens.*

*Nous tenons à remercier monsieur **CHERIF Nabil** pour leurs efforts .*

Enfin, nous remercions l'ensemble de nos enseignants, camarades et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce rapport.

Dédicaces

Au nom de Dieu, le clément, le très miséricordieux.

Je dédie ce modeste travail particulièrement à :

Ma maman j'espère qu'elle trouvera aussi tout ce qu'elle m'a transmis dans le résultat de ces travaux : la générosité, la créativité et le courage d'aller jusqu'au bout.

Mon père (rabiyyarahmah) j'aurais aimé s'ilsoit parmi nous pour me féliciter.

Mon frère Choukri qui est toujours à mes cotés.

Mes sœurs :(C-A-N) et leurs maris(Fethi ,Mohammed,Ahmed),leurs enfants aussi .

Mes cousins : Ilyes , Hakim , Chamseddine , Djilali .

A mes amis :Kamel , Lotfi , Mehdi , Amine, Islem,Karim , Zineddine , Djamel , Fares ,F.

A ma promotion de master Système de Télécommunications 2019/2020.

A l'équipe MOBILIS : Lotfi ,Walid , Ibrahim, Fayçal.

A l'équipe E.S.RemchiJudo.

A tout ceux que je n'ai pas cité leurs noms mais je n'oublie jamais leurs aides.

✍ Yassine

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À mes très chers parents ma mère et mon père pour tous leurs sacrifices,
leurs prières, leur tendresse, leur amour, leur patience, leur
encouragement et leur soutien tout au long de mes études.*

À mes très chers sœurs et frère : «Bouchra, Douae et Yassine».

*À mes grands-parents paternels et maternels et mes tantes et mes oncles
pour leur appui et leur encouragement.*

À mes petits cousins et cousines.

*À ma grande mère et mon oncle qu'Allah garde leurs âmes dans son
vaste paradis*

À mes chères copines « Cherifa, Soumia, Bouchra, Ikram et Sarah ».

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient
toujours à mes côtés, mes aimables proches amis.*

*À tous mes camarades et à toutes ces belles rencontres que j'ai faites
durant ces années universitaires.*

IBTISSAM

Liste des abréviations

KHz : Kilo Hertz

MHz : Méga Hertz

GHz : Giga Hertz

E : Champs électriques

H : Champs magnétique

dB : Décibel

RFID : en anglais radio frequency identification

HF: Haute Fréquence

UHF :Ultra High Frequency

GIS : Guide D'onde intégrés au substrat

E : Vecteur d'intensité du champ électrique.

B : Vecteur d'intensité du champ magnétique.

ϵ :la permittivité diélectrique du matériau.

μ : La perméabilité magnétique du matériau.

ρ :est la densité volumique de charge électrique.

J :est le vecteur densité de courant

SIW : SubstrateIntegrateWave guide

TSA : Travelling WaveAntenna

FPA : FocalPlane Array

ABF : Analog Beam Forming

DBF : Digital Beam Forming

CST : Computer Simulation Technology

S11 : Coefficient de réflexion

3D : Trois Dimensions.

Liste des figures

Chapitre 1 :

Figure 1-1 : Schéma principal d'un système de communication radio.....	4
Figure 1-2: Rayonnement d'une antenne.....	7
Figure 1-3 : Zone de radiation d'une antenne.....	8
Figure 1-4: Diagramme de rayonnement classique d'une antenne directive.....	9
Figure 1-5: Diagramme de rayonnement bidimensionnel en coordonnées cartésiennes.....	10
Figure 1-6 : Schéma (a) antenne dipôle ; (b) antenne dipôle équivalente ; (c) antenne dipôle déformée.....	11
Figure 1-7 :Antenne cornet à gain standard	11
Figure 1-8: Antenne parabolique.....	12
Figure 1-9 :Schéma d'une antenne YAGI.....	13
Figure 1-10 : Schéma d'une antenne imprimée	14

Chapitre 2 :

Figure II.1 Guide d'onde SIW	19
Figure II.2 Géométrie d'une structure SIW	20
Figure II.3 Type de structure SIW	21
Figure II.4 Structure TSA alimenté par SIW	23
Figure II.5 Structure d'antenne Yagi-Uda alimenté par SIW	23
Figure II.6 Structure d'antenne log_périodique alimenté par SIW.....	24
Figure II.7 Structure d'antenne Leaky-Wave périodique alimenté par SIW.....	25
Figure II.8 Principe de fonctionnement d'imagerie passif [7].....	25
Figure II.9 Principe de balayage mécanique. (a) Déplacement des antennes suivants les axes X et Z, (b) Déplacement mécanique d'un miroir parabolique.....	26
Figure II.10 Système à balayage mécanique à base de lentille diélectrique [9].....	27
Figure II.11 Principe de balayage mécanique. (a) Déplacement des antennes suivants les axes X et Z, (b) Déplacement mécanique d'un miroir parabolique	28
Figure II.12 Démonstrateur de faisibilité d'un système d'imagerie par réseau à plan focal [15]	29
Figure II.13 Exemple d'architecture d'un système à balayage électronique analogique (en azimut et élévation)	30
Figure II.14 Système Millivision Portal System S350 [22]	31
Figure II.15 Système d'imagerie passif de Sago System, Ipat portal. (b) et (c) sont respectivement les images reconstruites en Indoor et Outdoor [23]	32

Figure II.16 Système d'imagerie passif Brijot GEN2 System [23] 32
 Figure II.17 Système d'imagerie passif Trex [24,26].....33

Chapitre 3 :

Figure III.1 : structure de taper avec ses paramètres34
Figure III.2 : Structure du guide SIW fonctionnant dans la bande C.....36
Figure III.3: Résultats de simulation du guide SIW opérant dans la bande C37
Figure III.4 : La topologie de la transition du guide d'onde intégré au substrat.....38
Figure III.5 : Coefficient de transmission S21 et de réflexion S11 de SIW avec taper.....38
Figure III.6: Distribution du champ électrique dans le guide SIW à la fréquence $f=6$ GHz.....39
Figure III.7: structure du guide SIW fonctionnant dans la bande S.....40
Figure III.8: Résultat de simulation du guide SIW.....41
Figure III.9: La topologie de la transition du guide d'onde intégré au substrat.....41
Figure III.10: Coefficients de transmission et de réflexion après adaptation du guide SIW42
Figure III.11: Distribution du champ électrique dans le guide SIW à la fréquence $f=2.9$ GHz(a)Vue de face. (b) vue en perspective.....43
Figure III.12:Géométrie du HMSIW opérant dans la bande S.....44
Figure III.13: Coefficient de transmission S21 et de réflexion S11 de SIW avec taper.....44
Figure III. 14: Distribution du champ électrique dans le guide HMSIW.....45
Figure III.15 : Structure du guide SIW opérant dans la bande V.....46
Figure III.16: Coefficients de transmission et de réflexion du guide SIW opérant dans la bande V.....46
Figure III.17: Propagation du champ électrique dans le guide SIW à la fréquence $f=45$ GHz.....47
Figure III.18 : Structure d'antenne SIW47
Figure III.19 : Structure d'antenne SIW réaliser.....48
Figure.III.20 : Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne à base de substrat en bande V.....49
Figure. III.21 : La distribution du champ du l'antenne SIW50
Figure III.22 : Diagramme de rayonnement (a) 2D (b) 3D (c) en polaire.....51
Figure III.23 : Structure d'antenne SIWDemi-mode51

Figure III.24 : Structure d'antenne demi-mode réaliser	52
Figure III.25 : Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne demi-mode à base de substrat en bande V.....	53
Figure III.26 . Distribution du champ de l'antenne Demi-mode à 4 tiges	54
Figure. III.27 . La représentation de directivité d'antenne Demi_mode en bande V , (a) en 2D (b) en 3D (c) son gain.....	55
Figure III.28 : Représentation de la structure d'antenne à huit tiges.....	56
Figure III.29 : Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne à 8 tiges à base de substrat en bande V.....	56
Figure III.30 : Distribution du champ de l'antenne huit-tiges	57
Figure. III.31 . La représentation de la directivité d'antenne à huit tiges en bande V , (a) en 2D (b) en 3D (c) son gain.....	58
Figure. III.32 . La représentation de structure d'antenne Demi-mode à huit tiges	59
Figure III.33 : Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne Demi-mode à 8 tiges à base de substrat en bande V.....	59
Figure III.34 : Distribution du champ de l'antenne Demi-mode à huit-tiges.....	60
Figure. III.35 . La représentation de la directivité d'antenne Demi-mode à huit tiges en bande V, (a) en 2D (b) en 3D (c) son gain.....	61
Figure. III.36 . Structure d'un diviseur de puissance 1x4, (a) vue front, (b) vue perceptives.....	63
Figure. III.37 . Paramètres S de diviseur de puissance 1x4.....	63
Figure. III.38 . Distribution de champ de diviseur de puissance 1x4.....	64
Figure. III.39 . Structure d'un réseau d'antennes SIW.....	65
Figure. III.40 . Paramètres S de réseau SIW.....	66
Figure. III.41 . Distribution du champ E de réseau SIW.....	66
Figure. III.42 . (a) Diagramme de rayonnement de réseau d'antenne SIW ; (b) Gain.....	67

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Liste des figures

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Généralité sur les antennes.....	3
1 Introduction :	3
1.1 Définition d'antenne :	3
1.2 Le Rôle Des Antennes :	4
1.2.1 Bloc D'émission :	4
1.2.2 Bloc De Réception :	5
1.2.3 Réciprocité :	5
1.2.4 Mode d'alimentation d'une antenne.....	5
1.3 Principe de rayonnement d'une Antenne :	6
1.3.1 Zone de Rayleigh :	7
1.3.2 Zone de Fresnel :	7
1.3.3 Zone de Fraunhofer :	7
1.4 Les Paramètres qui Caractérisent une Antenne :	8
1.4.1 Diagramme de Rayonnement :	8
1.4.2 Les différents lobes :	9
1.4.3 Les Modèles de Rayonnement :	9
1.4.4 L'angle d'ouverture :	10
1.5 Différents types d'antennes :	10
1.5.1 Antenne dipolaire :	10
1.5.2 Antenne Cornet :	11
1.5.3 Antenne parabolique :	12
1.5.4 Antenne YAGI :	12
1.5.5 Antenne Imprimée :	13
1.6 Technologie des guides d'ondes :	14
1.6.1 Introduction :	14
1.6.2 Les avantages des guides d'onde :	15
1.6.3 Les types de guide d'onde :	15
1.6.3.1 Guide d'onde circulaire :	15
1-6-3-2- Guide d'onde elliptique :	15
1.6.3.2 Guide d'onde rectangulaire :	16
1.7 Equations de maxwell :	17
2 Conclusion :	17

Chapitre 2 : Technologie SIW et imagerie passive

1	Introduction :	18
2	Définition de guide d'onde intégré au substrat (SIW):	18
3	Structure SIW :	19
4	Type de Structure de SIW :	20
5	Mécanisme des pertes :	21
6	Avantages de SIW :	21
7	Des antennes avec guide d'onde intégré au substrat :	22
7.1	Antenne à large bande TSA (Travelling WaveAntenna) avec SIW:	22
7.2	Antenne YAGI-Uda avec SIW :	23
7.3	Antenne LEAKY-WAVE :	24
7.4	Antenne LEAKY-WAVE Uniforme avec SIW :	24
7.5	Antenne LEAKY-WAVE périodique avec SIW :	24
8	Imagerie passive :	25
9	Techniques d'acquisition des signaux :	26
9.1	Systèmes à balayage mécanique :	26
9.2	Réseau a plan focal (FPA) :	27
9.3	Systèmes à balayage électronique :	28
9.3.1	Formation de faisceau analogique :	28
10	Systèmes d'imagerie passifs :	29
10.1	Millivision Portal System S350 :	29
10.2	SagoSystems, Inc.....	30
10.3	Brijot Imaging Systems :	30
10.4	Trex :	31
10.5	MilliCam90 :	32
11	Conclusion :	33

Chapitre 3 : Conception et Simulation d'un réseau d'antenne SIW

1	Introduction :	34
2	Transition de la ligne micro ruban au guide d'onde SIW :	34

3	Conception d'un guide SIW fonctionnant dans la bande C :	35
3.1	Conception du guide SIW opérant en bande C avant adaptation :	35
3.2	Transition de la ligne micro-ruban au guide d'onde SIW opérant en bande C :	37
4	Conception d'un guide SIW fonctionnant dans la bande S :	39
4.1	Conception du guide SIW opérant en bande S avant l'adaptation :	39
4.2	Transition de la ligne micro-ruban au guide d'onde SIW opérant en bande S :	41
4.3	Conception du guide HMSIW (demi-mode) opérant en bande S :	43
5	Conception d'un guide SIW fonctionnant dans la bande V :	45
6	Antenne SIW :	47
6.1	Structure d'antenne SIW :	47
6.2	Résultats de simulation :	48
6.2.1	Géométrie d'antenne SIW en bande V :	48
6.2.2	Distribution de champ :	49
6.2.3	Diagramme de rayonnement :	50
7	Antenne SIW Demi-Mode :	51
7.1	Géométrie d'antenne SIW Demi-Mode :	51
7.2	Résultats de Simulation :	52
7.2.1	Géométrie d'antenne SIW Demi-Mode en bande V :	52
7.2.2	Distribution de champ :	53
7.2.3	Diagramme de rayonnement :	54
8	Antenne SIW à huit tiges :	55
8.1	Résultats de simulation :	55
8.1.1	Géométrie d'antenne SIW en bande V :	55
8.1.2	Distribution de champ :	56
8.1.3	Diagramme de rayonnement :	57
9	Antenne SIW Demi-Mode à 8 tiges :	59
9.1	Résultats de simulation :	59
9.1.1	Géométrie d'antenne SIW en bande V :	59
9.1.2	Distribution de champ :	60
9.1.3	Diagramme de rayonnement :	61

10	Diviseur de puissance :	62
10.1	Structure de diviseur de puissance 1x4 :	62
10.2	Distribution du champ électrique :	63
11	Réseau d'antenne 1x4 en SIW :	64
11.1	Définition d'un réseau d'antennes :	64
11.2	Conception d'un réseau d'antennes en bande V sous CST :	64
11.3	Distribution du champ électrique :	66
11.4	Diagramme de rayonnement :	67
12	Conclusion :	68
	Conclusion générale	69
	Références bibliographiques	70

Introduction générale

Introduction Générale

Les télécommunications jouent un rôle crucial dans tous les domaines pour cela les innovations ne cessent de s'améliorer de jour en jour, où l'antenne est une partie indispensable dans le domaine des télécommunications c'est un transformateur d'énergie électrique en une énergie rayonnante.

Dans ce cadre le deuxième élément qui fait partie de notre étude après l'antenne est la technologie SIW (Substrate Integrated Wave-guide) est une technologie hybride combinant entre la technologie volumique du guide d'onde rectangulaire classique et la technologie planaire, elle permet d'associer les avantages des deux technologies à savoir les faibles pertes et le facteur de qualité élevé de la technologie volumique d'une part, et le faible coût et le faible poids de la technologie planaire d'une autre part. une autre structure d'onde guidée améliorée appelée « Half Model Substrate Integrated Waveguide (HMSIW) » est proposée, qui maintient la bonne performance des coupleurs SIW avec une réduction de près de la moitié de la taille. Cette nouvelle technologie est appliquée à ce travail en raison de sa facilité d'intégration.

Puis après nous allons passer à l'imagerie passive qui est une méthode qui permet de d'obtenir une image du corps humain en utilisant des ondes millimétriques, cette technologie est la plus souvent utilisée dans les aéroports du monde entier pour détecter des objets métalliques et non métalliques (tels que des bombes et des explosifs cachés du contrôle visuel cette technologie a été conçue pour des applications civiles et militaires.

Dans ce contexte, nous présentons un travail qui est vraiment intéressant qui concerne la réalisation d'un réseau d'antennes pour imagerie passive à base de SIW dont le gain est considérable.

Le premier chapitre présente des généralités sur les antennes, comportera des notions de base sur les antennes de manière générale (propriétés, caractéristiques, rôles, mode de fonctionnement) et définir les différents types d'antennes.

Enfin nous terminons par des notions de bases sur les guides d'ondes classiques, et décrire leurs fonctionnements et cités leurs différents types (guides d'ondes rectangulaires, guides d'ondes cylindriques...etc.), nous présentons également les différentes équations qui régissent ces structures.

Le deuxième chapitre porte en premier lieu une description détaillée pour le cas de la technologie SIW, ses différentes caractéristiques, son principe, ses avantages par rapport au

guide d'onde classiques, puisque cette technologie est la base de ce sujet d'étude, plus une présentation de quelques exemples d'applications.

En deuxième lieu nous allons parler de l'imagerie passive et leur application.

Le dernier chapitre sera dédié à la présentation des résultats de conception des guides d'ondes SIW/HMSIW fonctionnant dans les bandes S et C et V à l'aide du logiciel de simulation « CST MICROWAVE STUDIO », puis nous exposons à la conception de réseau d'antenne 1x4 en utilisant un diviseur de puissance à base de SIW opérant en bande V obtenons un gain élevé.

Finalement, une conclusion permettra d'élargir le sujet vers d'autres perspectives. Une référence bibliographique sera rajoutée à la fin pour bien pouvoir servir ce document.

Chapitre 1 :

Généralité sur les antennes

Chapitre 1 : Généralité sur les antennes

1 Introduction :

L'évolution des télécommunications a apporté des changements fondamentaux dans la société, au niveau mondial grâce au progrès de l'électronique et des techniques et moyens de traitement numérique de l'information dans les terminaux.

La communication entre les terminaux (téléphones portables, ordinateurs, stations de bases ...) est assurée par des ondes électromagnétiques, où les antennes sont des organes très importants dans cette communication ou ils effectuent l'interface entre les moyens de traitement de l'information et les ondes qui véhiculent cette information.

Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord nous focaliser sur les généralités d'antenne et leurs caractéristiques avec une présentation de quelques types d'antennes les plus utilisées.

Ensuite, nous nous intéresserons à introduire quelques notions sur la technologie des guides d'ondes ainsi que leurs types.

1.1 Définition d'antenne :

Une antenne d'émission est un élément conducteur qui transforme une énergie électrique en énergie de rayonnement électromagnétique et une antenne de réception transforme un rayonnement électromagnétique en courant électrique. On peut utiliser la même antenne pour la transmission et la réception des rayons, dans toutes ces applications, l'antenne désigne ce composant indispensable au rayonnement et à la captation.

Les antennes travaillent dans plusieurs longueurs d'ondes pour un très grand nombre d'applications on cite parmi eux :

Ondes kilométriques (30 à 300 kHz) et hectométriques (300 à 30000 kHz) pour la radiodiffusion à modulation d'amplitude, les signaux horaires et les liaisons avec les sous-marins.

- Ondes décamétriques (3 à 30MHz) pour les liaisons intercontinentales ou maritimes.
- Ondes métriques (30 à 300MHz) pour la radiodiffusion à modulation de fréquence, la télévision et les communications et radionavigations aéronautiques.

- Ondes décimétriques (300 à 3000MHz) pour la télévision, le radar et les liaisons avec les mobiles.
- Ondes centimétriques (3 à 30GHz) pour les liaisons terrestres par faisceaux hertziens et les liaisons spatiales [1] [2].

1.2 Le Rôle Des Antennes :

Les antennes ont plusieurs rôles on cite :

- Permettre une adaptation entre l'équipement radioélectrique et le milieu de propagation.
- Assurer la transmission ou la réception de l'énergie dans des directions privilégiées
- Transmettre le plus fidèlement possible une information [3].

Un système de communication sans fil le plus simple est composé d'un bloc d'émission et d'un bloc de réception reliés par un canal de transmission dans lequel le signal émis passe avant d'être reçu comme le montre la figure 1.1 :

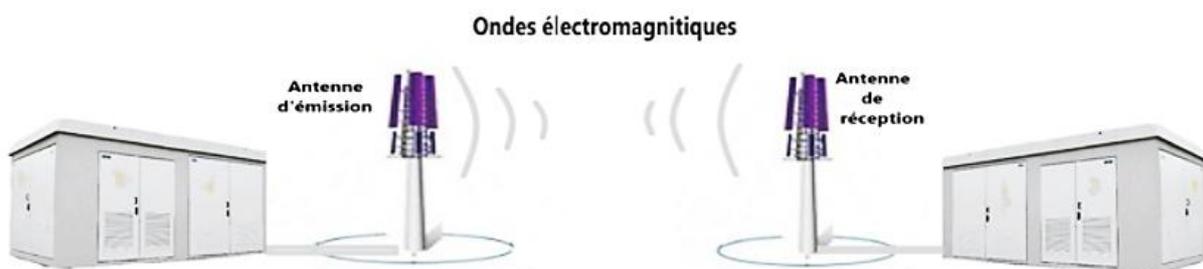


Figure 1-1 : Schéma principal d'un système de communication radio

1.2.1 Bloc D'émission :

Le circuit d'émission fournit à sa sortie un courant haute fréquence, modulé, qui va être transformé en ondes électromagnétiques et se propage dans le canal.

1.2.2 Bloc De Réception :

Lorsque les ondes atteignent le récepteur c'est à l'antenne de réception de les transformer en courant susceptible d'être traité par le circuit de réception.[4]

1.2.3 Réciprocité :

Dans la plupart des cas, une antenne peut être utilisée en réception ou en émission avec les mêmes propriétés rayonnantes. On dit que son fonctionnement est réciproque. Ceci est une conséquence du théorème de réciprocité. Du fait de la réciprocité des antennes, il ne sera pratiquement jamais fait de différence entre le rayonnement en émission ou en réception. Les qualités qui seront annoncées pour une antenne le seront dans les deux modes de fonctionnement, sans que cela soit précisé dans la plupart des cas [5].

1.2.4 Mode d'alimentation d'une antenne

Une antenne est généralement déployée à l'extérieur, voir fixée au sommet d'un mât. Pour acheminer vers cette antenne l'énergie à haute fréquence fournie par l'émetteur ou en sens inverse amener le signal capté par l'antenne jusqu'à l'entrée du récepteur, on utilise une ligne de transmission ou un guide d'onde.

Afin d'obtenir un fonctionnement optimal, l'impédance au point d'alimentation de l'antenne doit être égale à l'impédance caractéristique de la ligne d'alimentation.

Outre cette adaptation des impédances, une antenne symétrique (comme le doublet demi-onde) doit être alimentée par une ligne symétrique (comme la ligne bifilaire) ou par un système rendant l'alimentation symétrique.

Alors qu'une antenne asymétrique (comme l'antenne verticale) sera alimentée par une ligne asymétrique (c'est le cas d'un câble coaxial).

Une antenne peut également être alimentée par une ligne de transmission à haute impédance, constituée de deux fils parallèles en l'air, d'impédance caractéristique 600 Ohms. L'adaptation à une ligne de transmission classique se fait alors à son extrémité.

En hyperfréquences, on utilise aussi des guides d'ondes qui sont de sortes de tubes de section rectangulaire ou elliptique dans lesquels circulent les ondes. Les guides d'onde permettent d'acheminer les ondes avec des pertes minimales et supportent des puissances élevées.

D'autre part, pour permettre le fonctionnement d'une antenne élémentaire sur une large bande de fréquence, un système adaptateur d'antenne peut être inséré, adaptant pour chaque fréquence l'impédance complexe de l'antenne à la ligne de transmission.

1.3 Principe de rayonnement d'une Antenne :

Un fil conducteur rayonne principalement en raison d'une variation temporelle du courant ou une accélération ou décélération de la charge. S'il n'y a pas de déplacement de charges dans le fil y'aura pas de rayonnement, car aucun flux de courant ne se produit. Le rayonnement ne se produira pas même si les charges sont en mouvement avec une vitesse uniforme dans un fil rectiligne. Mais dans un fil courbé ou plié le mouvement des charges avec une vitesse uniforme produira des rayonnements. Si la charge oscille dans le temps, le rayonnement se produit même dans un fil rectiligne comme l'a expliqué Balanis. Le rayonnement d'une antenne peut être expliqué comme montré la Figure 1-2 qui présente une source de tension connecté à une ligne de transmission à deux conducteurs. Quand une tension sinusoïdale est appliquée à travers la ligne de transmission, un champ électrique est créé qui est sinusoïdal dans la nature et il en résulte la création de lignes de force électriques qui sont tangentielle du champ électrique. L'amplitude du champ électrique est indiquée par la concentration des lignes de force électriques.

Les électrons libres sur les conducteurs sont déplacées par les lignes électriques de force et le mouvement de ces charges provoque la circulation du courant qui à son tour conduit à la création d'un champ magnétique [6].

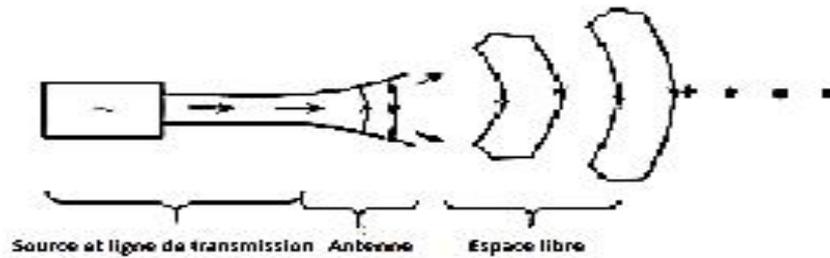


Figure 1-2 : Rayonnement d'une antenne

1.3.1 Zone de Rayleigh :

Dans cette zone de champ proche, il y a échange d'énergie réactive entre l'antenne et le milieu extérieur. A courte distance pour densité de puissance est quasi constante (tube d'énergie).

$$r < Dse22\lambda$$

Les champs varient peu en fonction de la distance mais ils sont très complexes à analyser. [6]

1.3.2 Zone de Fresnel :

Elle se situe entre les deux extrêmes. Ici les champs varient avec de fortes oscillations. Dans cette zone $Dse22\lambda < r < 2Dse22\lambda$: La densité de puissance est fluctuante [6].

1.3.3 Zone de Fraunhofer :

Dans cette zone du champ loin les champs sont rayonnés sous une forme d'une onde plane $r > Dse22\lambda$, la densité de puissance décroît en $1/r$ Quel que soit le type d'antenne, on obtient invariablement des champs dont les expressions mathématiques indiquent des variations en $1/r$, $1/r^2$ et $1/r^3$. On interprète ces variations des champs selon la distance comme [6] :

- Les termes en $1/r$ correspondent au rayonnement.

- Les termes en $1/r^2$ de E sont reliés à l'induction.
- Les termes en $1/r^3$ de E et en $1/r^2$ de H proviennent de l'électrostatique.

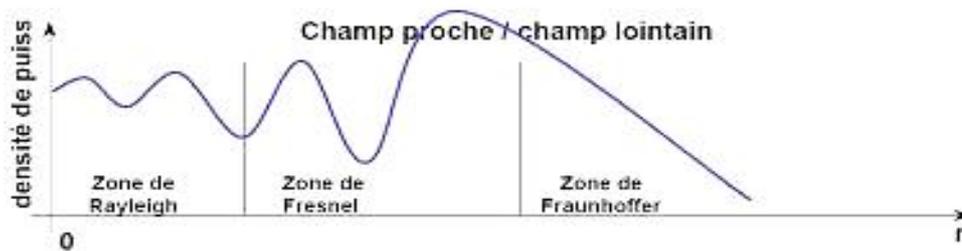


Figure 1-3 : Zone de radiation d'une antenne

1.4 Les Paramètres qui Caractérisent une Antenne :

Il existe plusieurs paramètres pour déterminer les caractéristiques et les performances des antennes parmi ces paramètres est le diagramme de rayonnement.

1.4.1 Diagramme de Rayonnement :

Le diagramme de rayonnement généralement représente l'intensité de rayonnement $K(\theta, \varphi)$ qui va être définie ultérieurement, en fonction des angles de déviation (θ, φ) dans l'espace. C'est une représentation qui nous donne les directions de rayonnement les plus efficaces de l'antenne. Ces diagrammes sont caractérisés par un lobe principal et des lobes secondaires. Lorsque l'on désire établir une liaison directe entre deux points A et B, il faut que la direction de rayonnement maximal coïncide avec la direction AB. Par conséquent, la puissance rayonnée hors de cette direction est inutile. Elle peut même perturber des liaisons situées dans d'autres directions. Il est donc nécessaire d'affiner le lobe de rayonnement principal et de réduire au minimum le niveau des lobes secondaires.

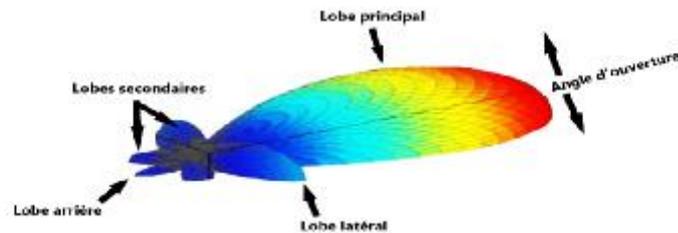


Figure 1-4 : Diagramme de rayonnement classique d'une antenne directive

1.4.2 Les différents lobes :

- **Un lobe principal :** C'est le lobe rayonné qui contient le maximum d'énergie et la direction du maximum de rayonnement.
- **Des lobes secondaires :** Tous les autres lobes sont appelés lobes secondaires. Ils représentent le rayonnement de l'antenne dans les autres directions.
- **Un lobe arrière (rayonnement arrière) :** C'est le lobe secondaire dans la direction opposée à 180° du lobe principal.

1.4.3 Les Modèles de Rayonnement :

Pour décrire la propriété du rayonnement d'une antenne, il y'a trois modèles de rayonnement :

- **Isotrope :** Une antenne hypothétique sans perte qui a un rayonnement dans toutes les directions. Il est valable uniquement pour une antenne idéale.
- **Directionnel :** Une antenne qui possède la propriété de rayonnement ou réception des ondes électromagnétiques d'une manière plus efficace dans certaines directions que dans d'autres.
- **Omnidirectionnel :** Une antenne ayant un modèle non-directionnel essentiellement dans un plan donné et un modèle directionnel dans n'importe quel plan orthogonal.

1.4.4 L'angle d'ouverture :

L'angle d'ouverture (beamwidth) caractérise la largeur du lobe principal. L'angle d'ouverture à (-3 dB) représente la portion de l'espace dans lequel la majeure partie de la puissance est rayonnée. Il s'agit de l'angle entre les 2 directions autour du lobe principal où la puissance rayonnée est égale à la moitié de la puissance rayonnée dans la direction de rayonnement maximal.

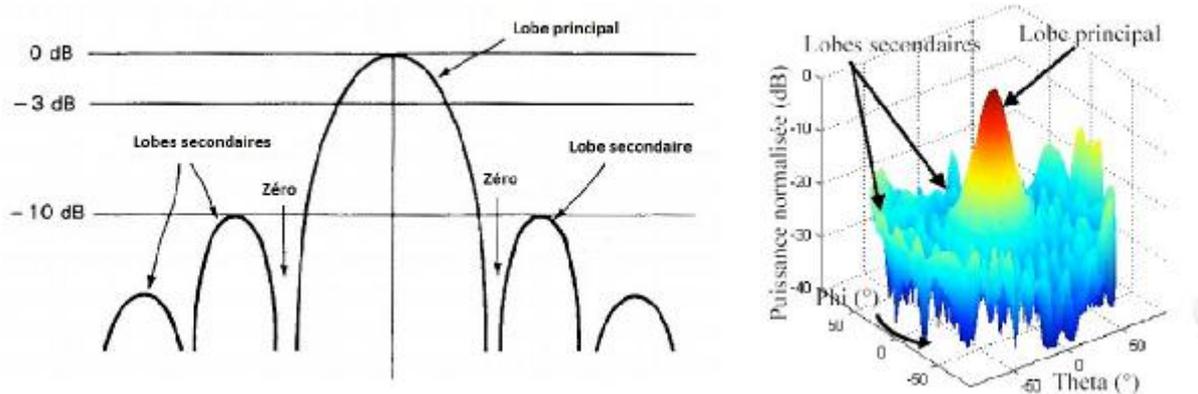


Figure 1-5 : Diagramme de rayonnement bidimensionnel en coordonnées cartésiennes

1.5 Différents types d'antennes :

1.5.1 Antenne dipolaire :

Dans le système d'application RFID pour le couplage longue distance, la plus couramment utilisée est une antenne dipôle (également connue sous le nom d'antenne dipôle symétrique). L'antenne dipôle et la forme de son évolution sont illustrées à la figure 1-6 [(a) antenne dipôle ; (b) antenne dipôle équivalente ; (c) antenne dipôle déformée], où l'antenne dipôle est constituée de deux fils droits de même épaisseur et de longueur égale disposés en ligne droite, et le signal est alimenté par les deux points d'extrémité au milieu une certaine distribution de courant sera créée sur les bras des fils, et cette distribution de courant augmentera un champ électromagnétique dans l'espace autour de l'antenne.

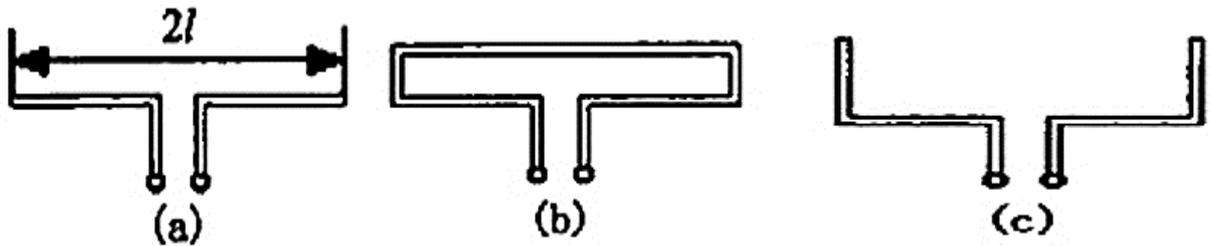


Figure 1-6 :(a) antenne dipôle ; (b) antenne dipôle équivalente; (c) antenne dipôle déformée

1.5.2 Antenne Cornet :

Une antenne cornet est une antenne en forme de cylindre, de cône ou pyramide tronquée employée pour des liaisons directes ou comme antenne-source pour éclairer un réflecteur parabolique. L'antenne cornet utilise le principe d'ouverture rayonnante, la forme de cornet assurant simplement l'adaptation progressive de l'onde électromagnétique entre le point de couplage et la surface de rayonnement.

L'antenne cornet comporte in monopole (tige) sur fiche N, placé à une distance critique du fond du cornet. Elle est utilisée dans en HF et VHF.



Figure 1-7 : Antenne cornet à gain standard

1.5.3 Antenne parabolique :

Les antennes paraboliques, communément appelée parabole par le grand public, est une antenne disposant d'un cornet et d'un réflecteur parabolique, basé sur les propriétés géométriques de la courbe nommée parabole et de la surface nommée parabololoïde de révolution. Le réflecteur transforme une onde sphérique en onde plane. Elles se caractérisent par une directivité très forte. On les utilise pour des fréquences supérieures de 1 GHz. En dessous de 400 MHz leur taille devient très grande.



Figure 1-8: Antenne parabolique

1.5.4 Antenne YAGI :

C'est une antenne à rayonnement longitudinal. Elle est constituée de :

- Un dipôle d'excitation de longueur ($\lambda/2$)
- Un réflecteur placé à du dipôle est possédant une longueur légèrement supérieure. ($\lambda/4$)
- Un ou de plusieurs directeurs de longueurs légèrement inférieures à celle du dipôle.

Cette antenne est utilisée en VHF et en UHF. On la rencontre dans des liaisons par Faisceaux Hertzien (FH), ainsi pour la réception des émissions de télévision et en modulations de fréquences.

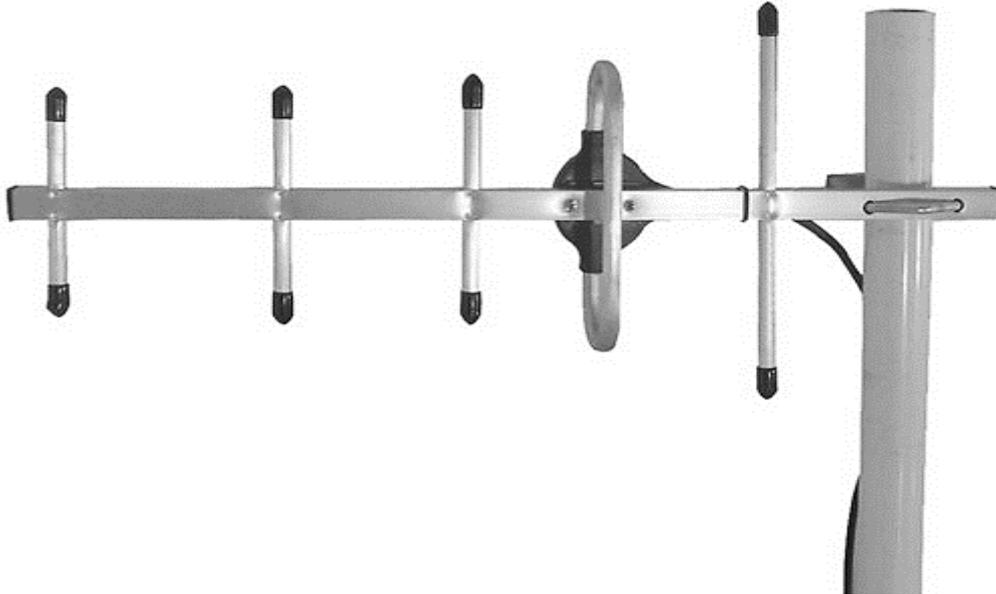


Figure 1-9:Antenne YAGI

1.5.5 Antenne Imprimée :

L'antenne imprimée, appelée aussi antenne patch est un type récent d'antenne dont le développement et l'utilisation sont de plus en plus fréquents. Elle est constituée d'un diélectrique, possédant un plan de masse métallique sur une face. Sur l'autre face, une gravure métallique permet de supporter des courants de surface qui créent le rayonnement électromagnétique. Les courants sont amenés du générateur à l'antenne par une ligne micro ruban. Elle présente l'avantage du poids sur certaines antennes décrites précédemment.

Les gravures des parties métalliques peuvent prendre des formes très variées en fonction des objectifs fixés pour la répartition du rayonnement dans l'espace. Ceci donne une grande souplesse de conception

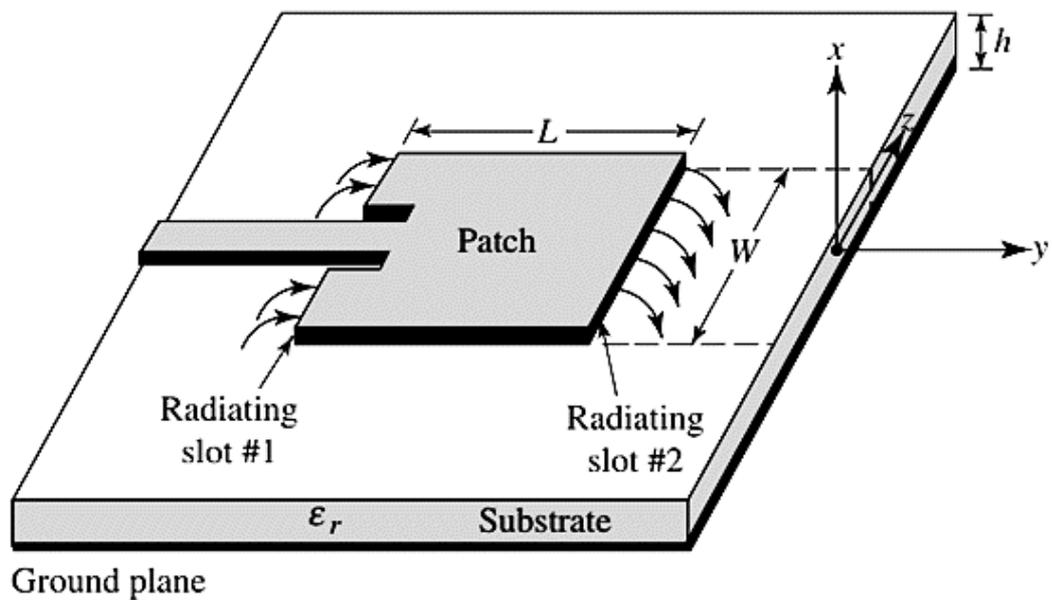


Figure 1-10 : Schéma d'une antenne imprimée

1.6 Technologie des guides d'ondes :

1.6.1 Introduction :

Les guides d'ondes ce sont des lignes de transmission traditionnelle utilisée pour le guidage d'un signal micro-onde et jusqu'à aujourd'hui sont encore largement utilisés pour plusieurs applications. Différents composants micro-ondes sont réalisés à base de la technologie des guides d'ondes tels que: les coupleurs, les déphaseurs sont disponibles dans le marché puisque en prend en compte que ces guides présentent des faibles pertes avec une forte énergie transmise. Puisque leur poids est lié à la fréquence utilisée, l'intégration des guides d'ondes avec d'autres composants micro-ondes devienne limitée et très coûteuse. Pour les lignes de transmission planaire et coplanaire comme les lignes micro-ruban qui sont compactes et peu coûteuses avec une exploitation très vaste dans le domaine des télécommunications, ils provoquent des pertes de transmissions. Actuellement une telle technologie qui est basée sur l'utilisation des circuits imprimée pour limiter les caractéristiques des guides d'ondes traditionnelles. Ils sont appelés les guides d'ondes intégrées au substrat (GIS). Cette technologie possède plusieurs avantages tel qu'un facteur de qualité relativement fort, une intégration facile, une taille réduite et un faible cout . Sur la base de la technologie GIS de nombreux dispositifs ont été développés tels que les diviseurs de

puissance [3], les filtres [4-5], les circulateurs [6], les coupleurs [7], les déphaseurs [8], les six ports [9] et les antennes [10].

Dans ce chapitre, nous exposons la technologie des guides rectangulaire et différentes technologies planaires.

1.6.2 Les avantages des guides d'onde :

- Étant fermés, les guides ne perdent pas d'énergie par rayonnement parasite.
- La transmission des grandes puissances à haute fréquence.
- Réduction des pertes ohmiques en raison de l'absence de conducteur central.
- Une très faible atténuation de la puissance transmise.[9].

1.6.3 Les types de guide d'onde :

1.6.3.1 Guide d'onde circulaire :

Les guides d'ondes circulaire sont en principe ceux qui représentent le moins de pertes. Ils permettent également de faire véhiculer deux signaux à polarisation orthogonale dans le même guide (figure 1-12). Ce type de guide d'onde est peu utilisé en pratique. Toutefois la maîtrise requise pour garder les champs électriques et magnétiques bien perpendiculaires est très délicate. C'est pourquoi on leur préfère les guides rectangulaires ou elliptiques [10].



Figure 1-11: Un guide d'onde circulaire

1-6-3-2- Guide d'onde elliptique :

Le guide d'onde à section elliptique avec permet de réaliser des guides faciles à poser sur des distances importantes. Ce type de guide d'onde se laisse assez facilement souder ce qui permet d'arriver exactement de l'antenne [11].

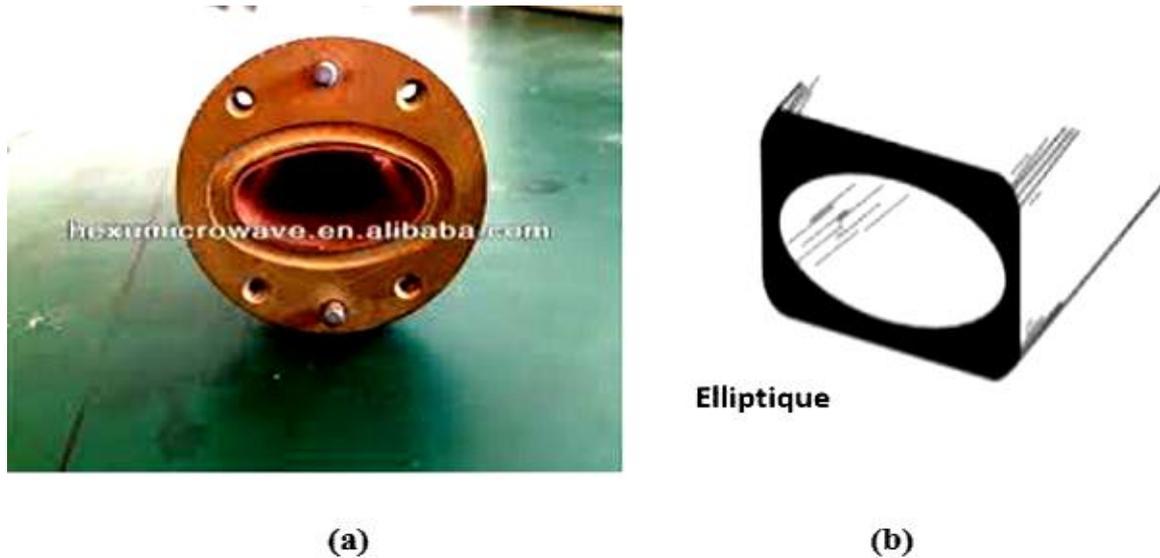


Figure 1-12: a)Exemple d'un guide d'onde métallique elliptique, b)Schéma du guide elliptique

1.6.3.2 Guide d'onde rectangulaire :

Le guide rectangulaire est l'un des premiers guides pour la transmission des signaux hyperfréquences. On appelle guide d'onde rectangulaire un système de guidage réalisé sous forme de tube métallique de section droite rectangulaire (Figure 1-14) .



Figure 1-14:Guide d'onde rectangulaire

1.7 Equations de maxwell :

Maxwell a développé quatre équations mathématiques différentielles qui lient les champs magnétique et électrique. Ces équations qui portent son nom sont définies comme suit [3] :

$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	(Théorème de Gauss)
$\text{div } \vec{B} = 0$	(\vec{B} est à flux conservatif)
$\vec{\text{rot}} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	(Loi de Faraday)
$\vec{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{j} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$	(Théorème d'Ampère généralisé).

\vec{E} : Vecteur d'intensité du champ électrique.

\vec{B} : Vecteur d'intensité du champ magnétique.

ϵ_r : la permittivité diélectrique du matériau.

μ : La perméabilité magnétique du matériau.

ρ : est la densité volumique de charge électrique.

J : est le vecteur densité de courant. [12].

2 Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de connaître que l'antenne est un dispositif fondamental dans les systèmes radioélectriques, où nous avons vu l'ensemble des notions nécessaires à la compréhension des antennes avec leur différentes applications possibles et les différents types d'antennes.

Nous nous sommes intéressés à l'étude des différents types des guides d'onde (circulaire, rectangulaire et elliptique), ainsi que l'ensemble des équations de Maxwell.

Chapitre 2 :
Technologie SIW et imagerie
passive

Chapitre 2 : Technologie SIW et imagerie passive

1 Introduction :

Dans le domaine de radiocommunication en télécommunications il faut toujours améliorer les performances des composants radioélectriques qui constitue ce système tout en minimisant les coûts de fabrication, et facilite l'intégration avec une performance élevé.

Dans ce chapitre nous nous intéresserons à introduire quelques notions sur la technologie des guides d'ondes intégré au substrat SIW (Substrate Integrate Waveguide).

Ensuite nous allons terminer par un ensemble de scénarios d'application, dans lequel l'imagerie passive peut être utilisée.

2 Définition de guide d'onde intégré au substrat (SIW):

La technologie SIW (Substrate Integrated Waveguide) est une technologie qui permet d'intégrer un guide d'onde d'une technologie volumique dans un substrat diélectrique d'une technologie planaire. Une structure SIW est très similaire à celle d'un guide d'onde rectangulaire.

La technologie SIW est basée sur la réalisation de guide d'ondes dans un substrat diélectrique. Les métallisations supérieure et inférieure du substrat sont utilisées comme des parois (plaques métalliques) de la structure de guide d'ondes. Tandis que, le substrat contient des rangées de vias métalliques soudées aux deux plaques pour assurer les parois latérales comme représenté sur la Figure II.1. La structure résultante possède un profil plat et propose de bonnes performances de guides d'ondes métalliques[13].

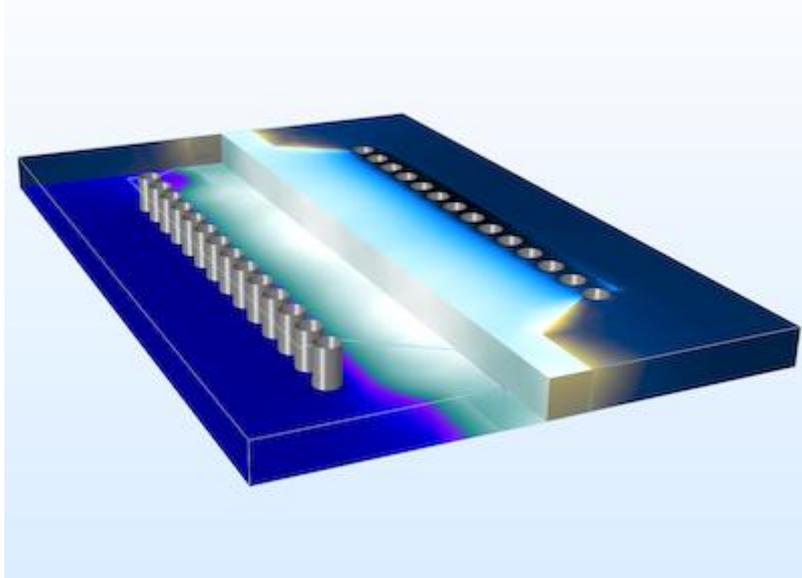


Figure II.1 :Guide d'onde SIW.

3 Structure SIW :

Les structures SIW à base des guides d'ondes rectangulaires sont conçues en utilisant deux rangées de tiges métalliques qui relient les deux plans de masse, au-dessus et au-dessous du substrat diélectrique [14].

En plus des dimensions des tiges cylindriques en métal, on aura une nouvelle largeur pour le guide SIW qui s'ajoutera, qui est la largeur entre les deux rangées de vias du centre au centre des cylindres métalliques, comme le montrera la figure (II.2) ci-dessous, et on aura donc les dimensions suivantes :

- d : diamètres d'un via.
- P : l'espacement entre deux vias du centre au centre (pitch).
- a_s , a_{SIW} ou a_{GIS} : la largeur entre deux rangées de vias du centre au centre.
- En plus du $ARGW$ qui est la largeur du guide d'onde rectangulaire équivalente, et h l'épaisseur du substrat.[15]

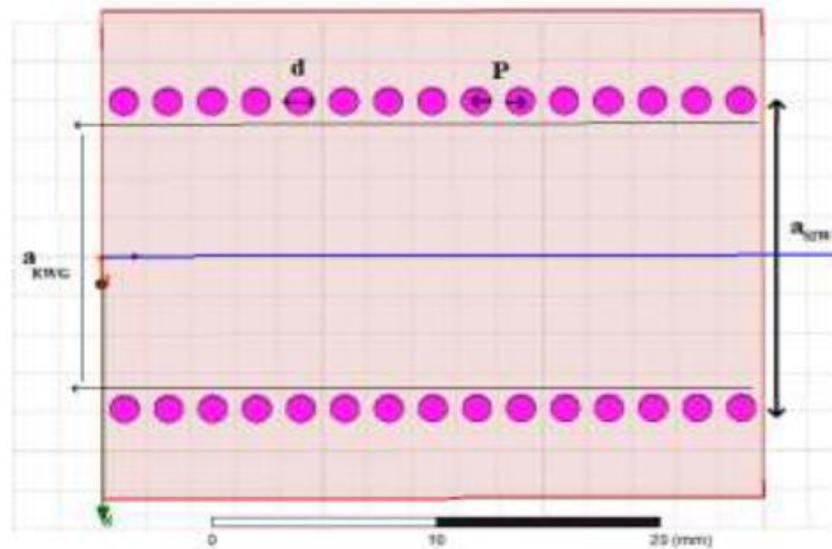


Figure II.2 Géométrie d'une structure SIW

4 Type de Structure de SIW :

Comme le guide d'onde rectangulaire a des paramètres qui l'identifier aussi le SIW contient ces propres paramètres (possède une fréquence de coupure, un mode fondamental l'impédance TE et un facteur d'atténuation, la vitesse de phase, la vitesse de groupe etc).

Pour des meilleures performances du guide, le SIW opère dans une fréquence d'excitation entre les fréquences des modes TE₁₀ et TE₂₀.

Différentes topologies ont été proposées pour améliorer la structure du SIW en termes de taille et de bande passante ; La structure SIW pliée a été proposée dans [16], et consiste à ajouter un troisième plan métallique entre les deux plans en haut et en bas et qui touche une seule rangée des trous métalliques. Ceci permet une réduction significative de la taille accompagnée par une augmentation des pertes, [17] donc ils ont réduit la taille du guide de sa moitié, que nous avons appelé la notion du half-mode SIW. La figure II.3 (a et b) représente ces structures respectivement.

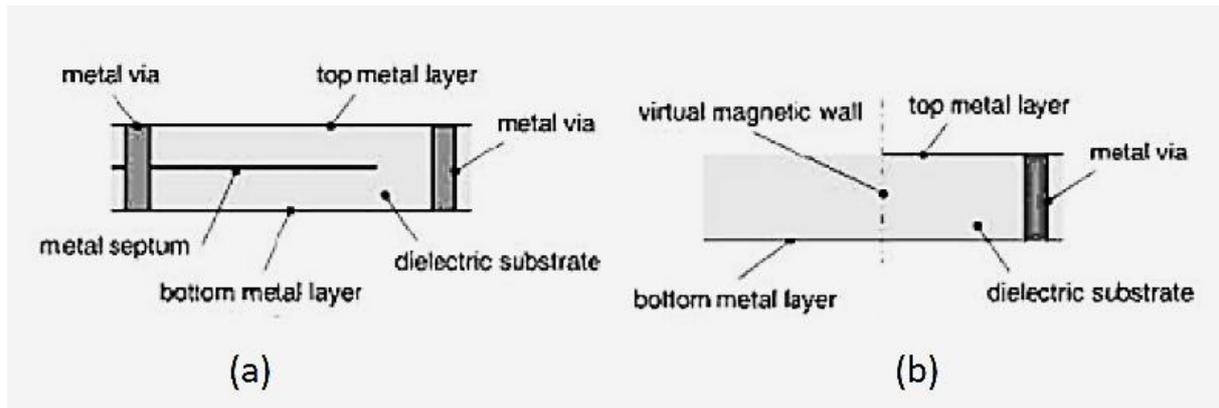


Figure II.3 Type de structure SIW

5 Mécanisme des pertes :

La réduction des pertes est la clé de la réussite de la technologie SIW, qui est une qualité critique surtout pour la bande millimétrique. Trois mécanismes de perte sont à prendre en considération au moment du design d'un circuit à base de la structure SIW [18].

Le comportement des pertes dans le conducteur et dans le diélectrique dans une structure SIW sont similaires à celui d'un guide d'onde rectangulaire rempli par le diélectrique, donc on peut appliquer les équations.

Ceci signifie que les pertes de conduction seront réduites significativement avec l'augmentation de l'épaisseur du substrat. Les pertes dans le diélectrique ne dépendent que de la matière utilisée et pas de la géométrie du guide d'ondes. Finalement les pertes de rayonnement sont acceptables si le rapport s/d (espacement/diamètre des trous) est inférieur à 2.5. En pratique, la valeur recommandée est 2.

En effet, lorsque l'espacement s est petit et le diamètre d est grand l'espacement entre les trous métalliques se réduit, et ainsi on se rapproche des conditions d'un plan métallique continu d'où la minimisation des pertes par rayonnement. En général, la contribution des pertes dans le diélectrique est la plus importante pour la bande millimétrique.

6 Avantages de SIW :

Le guide d'ondes intégré au substrat (SIW) offre des avantages très attractifs parmi ces avantages :

Faible coût de fabrication, peu encombrante (petite taille), faibles pertes, meilleure bande passante, facilité d'intégration.

7 Des antennes avec guide d'onde intégré au substrat :

7.1 Antenne à large bande TSA (Travelling WaveAntenna) avec SIW:

Le premier TSA était introduit à la fin des années 1950. Ces applications sont basées sur l'onde progressive qui se propage sur la surface d'une antenne avec une vitesse de phase inférieure à la vitesse de la lumière dans l'espace libre. Cette structure est un élément approprié dans des sources de réflecteurs micro-onde et à onde millimétrique.

Un TSA peut être alimenté par une ligne de transmission planaire. Le courant d'un TSA est de nature plane, gravé sur un substrat diélectrique mince à faible ϵ_r . Un balun est nécessaire pour piloter l'antenne. Par conséquent, il est important de considérer la possibilité que la ligne d'alimentation puisse rayonner ou se coupler avec l'élément d'antenne, ce qui gâche les performances de l'antenne.

La structure SIW est une structure équilibrée et peut être considérée comme un balun. La figure II.4 représente la configuration d'un TSA alimenté par SIW.

L'élément TSA se compose de deux gaines conductrices progressivement évasées sur les côtés opposés d'un substrat diélectrique, l'alimentation de SIW est conçue pour ne prendre en charge que le mode TE₁₀, et la direction du champ électrique est progressivement modifiée de la verticale à l'horizontale, comme le montre la figure II.4.

Le TSA conventionnel a généralement une impédance d'entrée élevée. Le SIW a généralement une impédance relativement faible en raison de la limitation de l'épaisseur du substrat. Il existe un décalage lorsque le SIW et le TSA sont directement intégrés. Pour résoudre ce problème, les couvercles des conducteurs évasés se chevauchent.

En conséquence, une faible impédance d'entrée du TSA peut être obtenue pour obtenir une bonne adaptation d'impédance avec le SIW d'alimentation sur une large bande. La largeur de bande du TSA alimenté par le SIW est également déterminée par la fréquence de coupure du SIW d'alimentation, qui détermine la fréquence de fonctionnement la plus basse du TSA.

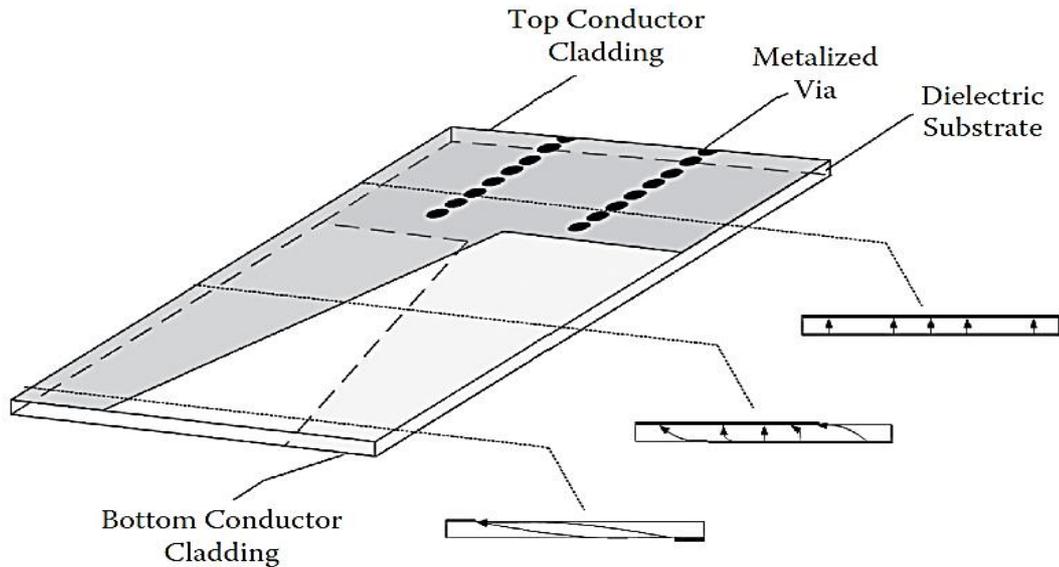


Figure II.4 Structure TSA alimenté par SIW

7.2 Antenne YAGI-Uda avec SIW :

L'antenne Yagi-Uda imprimée est une antenne à ondes de surface utile, à des avantages de profil bas, de faible coût, de poids léger et d'intégration facile avec d'autres appareils planaires. La technologie d'alimentation de l'antenne Yagi-Uda détermine principalement ses performances. En général, les baluns doivent être intégrés pour piloter l'antenne.

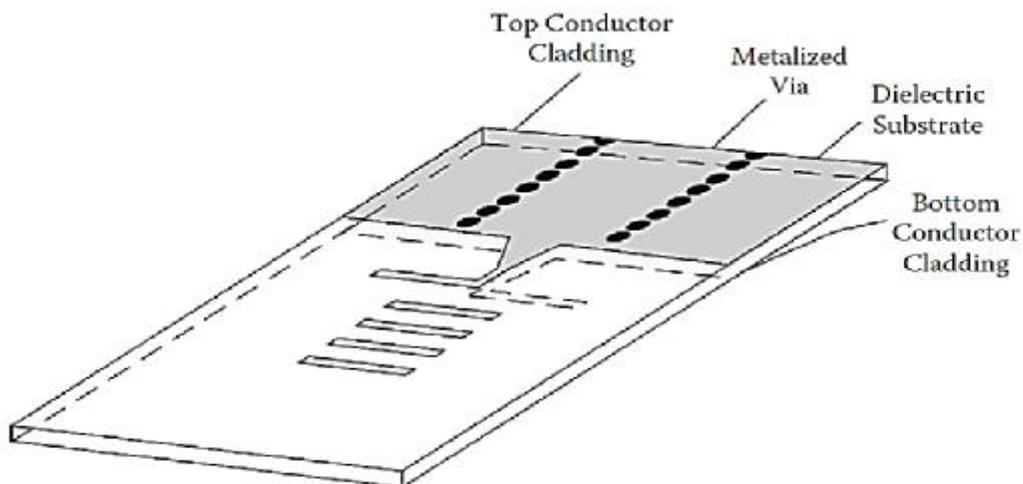


Figure II.5 Structure d'antenne Yagi-Uda alimenté par SIW

Une antenne Yagi-Uda alimentée par la technologie SIW est capable d'atteindre de bonnes

performances. Les gaines conductrices sur les surfaces supérieure et inférieure du substrat diélectrique utilisé servent d'éléments réflecteurs pour l'antenne Yagi-Uda.

L'exemple de conception comporte quatre éléments directeurs. Plus d'éléments directeurs peuvent augmenter le gain d'antenne. Pour cela, le nombre de paramètres de conception et la complexité de l'optimisation de la conception sont augmentés.

7.3 Antenne LEAKY-WAVE :

Il existe deux types d'antennes LEAKY-WAVE :

- Antenne Leaky-Wave uniforme
- Antenne Leaky-Wave périodique

La norme catégorisée est de savoir si la géométrie de la structure à ondes guidées est uniforme ou périodiquement modulée sur sa longueur.

7.4 Antenne LEAKY-WAVE Uniforme avec SIW :

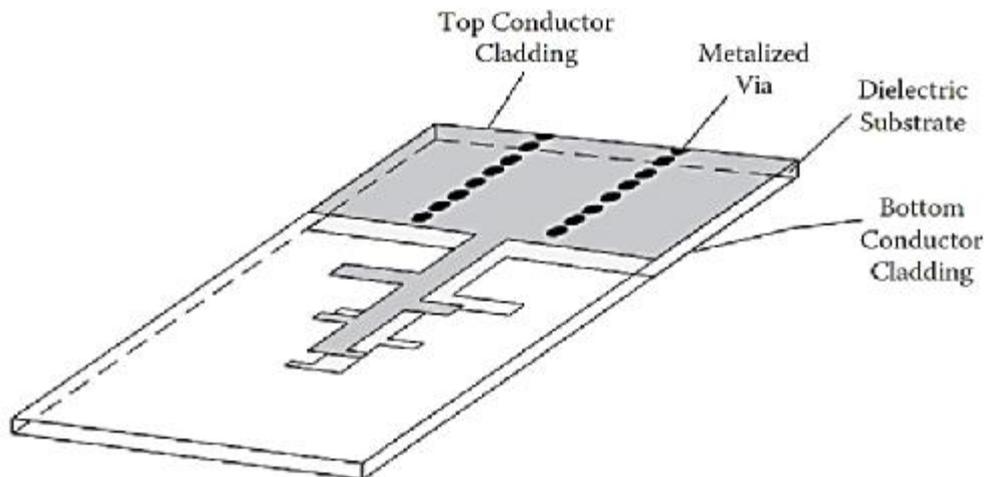


Figure II.6 Structure d'antenne log_périodique alimenté par SIW

7.5 Antenne LEAKY-WAVE périodique avec SIW :

SIW est composé de vias métallisés disposés périodiquement. D'une manière générale, il a une très faible perte de rayonnement. Cependant, la perte de fuite des structures SIW peut être augmentée avec la distance entre les vias métallisés.

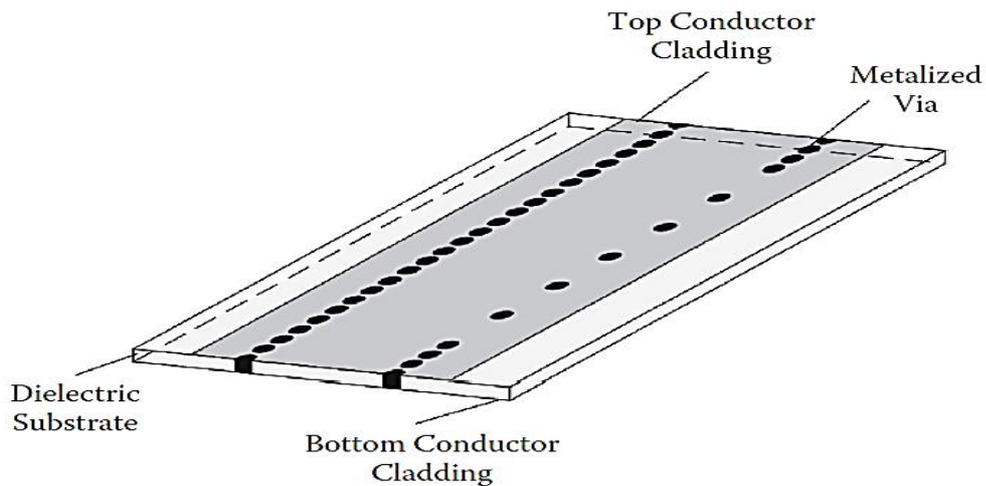


Figure II.7 Structure d'antenne Leaky-Wave périodique alimenté par SIW

8 Imagerie passive :

Les systèmes d'imagerie microonde peuvent être classifiés en deux architectures principales, notamment les systèmes passifs et les systèmes actifs. La figure II.7 montre un exemple illustrant le principe de fonctionnement d'un système passif.

En effet, un système d'imagerie passif ou radiomètre est basé sur la mesure du rayonnement du bruit d'origine thermique émis par un objet ou une personne. L'amplitude du signal reçu dépend de la température de l'objet et de son taux d'émissivité [19]

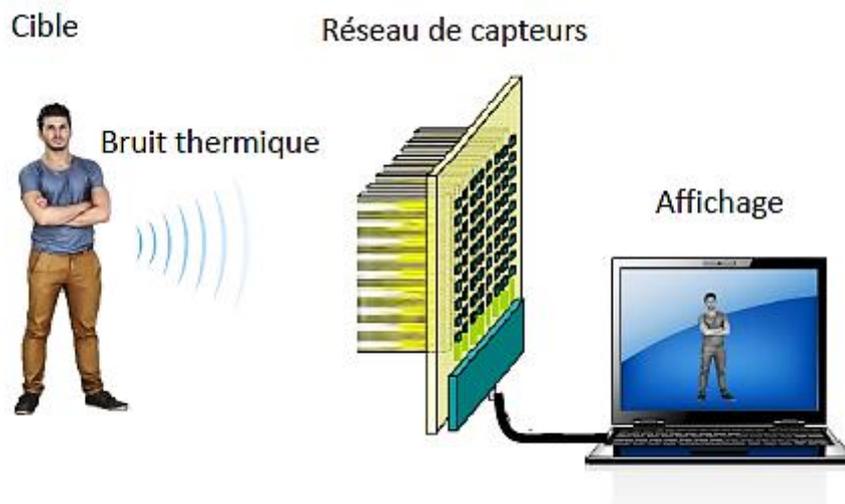


Figure II.8 Principe de fonctionnement d'imagerie passif [19]

Le système passif bénéficie d'une synergie entre deux disciplines principales.

La première étant liée à la conception des systèmes électroniques d'acquisition (émetteur et/ou récepteurs).

La seconde repose sur le développement d'algorithmes de traitement des données collectées pour reconstruire l'image virtuelle de la scène observée. Ces deux disciplines font l'objet d'un vaste champ de recherche dans le seul but de proposer des solutions d'imagerie robustes et fiables tout en respectant les normes définies par la loi et les réglementations. [19]

9 Techniques d'acquisition des signaux :

Un système d'imagerie passif est généralement constitué d'un réseau d'antennes associé à des chaînes d'émission et/ou réception. Le temps d'affichage de l'image dépend aussi bien du temps d'acquisition que du temps de traitement des signaux. Des techniques de balayage mécaniques ou électroniques sont généralement utilisées pour éclairer toute la scène à imager.

9.1 Systèmes à balayage mécanique :

Dans un système à balayage mécanique, la zone à imager est balayée séquentiellement grâce au mouvement d'une antenne suivant les axes X et Z comme le montre la figure II.8.a. L'avantage principal de cette technique est sa facilité de mise en œuvre. Elle nécessite une seule voie d'émission et ou de réception.

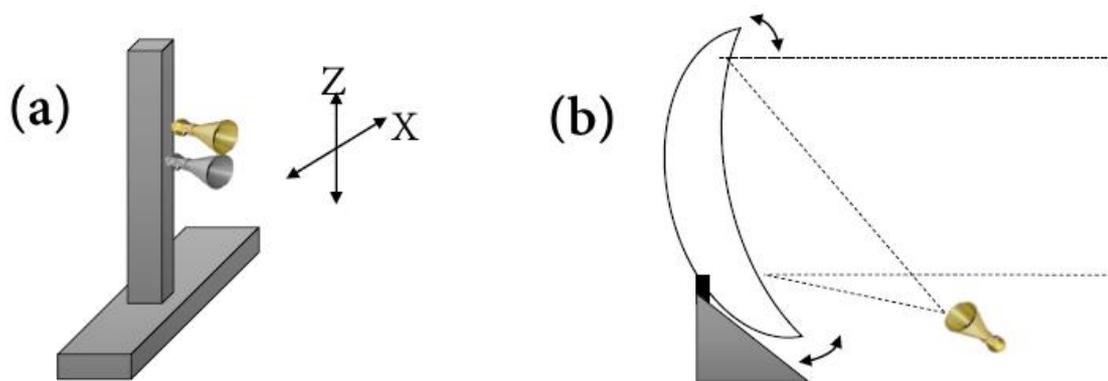


Figure II.9 Principe de balayage mécanique. (a) Déplacement des antennes suivant les axes X et Z, (b) Déplacement mécanique d'un miroir parabolique

La résolution angulaire de l'image reconstruite (dans le cas du balayage en X et Z) est directement liée à la taille de l'ouverture synthétisée en déplaçant l'antenne. La contrainte

derésolution est levée puisque l'on peut se permettre de synthétiser la taille du réseau permettant d'atteindre la résolution souhaitée. Cependant, le mouvement mécanique peut être limité par la taille et la masse de l'antenne utilisée [20].

9.2 Réseau a plan focal (FPA) :

D'autres systèmes à balayage mécanique utilisent des lentilles diélectriques. Un exemple de système à balayage mécanique est proposé dans [20] comme le montre La figure II.9. Le système utilise une lentille de 50cm de diamètre qui focalise les signaux EM sur le récepteur. Ce dernier est constitué d'une antenne de type TSA (Tapered Slot Antenna) à structure corruguée [21, 22] associée à un LNA (MMIC) et un détecteur monté sur le même substrat diélectrique [22]. Le choix de la structure corruguée présente l'avantage d'obtenir un gain élevé (15 dBi) et la suppression des lobes secondaires [20]. Les auteurs ont développé le prototype du système d'imagerie à 35GHz avec une bande passante allant de 31 GHz à 39 GHz pour l'étude de faisabilité. Dans ce cas, une large bande passante est essentielle puisque la puissance du rayonnement thermique de l'objet à la sortie du récepteur est proportionnelle à la bande passante [21]. Deux LNA de type FMM5704X (Eudyna Devices, Inc.) sont montés en série pour obtenir un gain de 40 dB et un facteur de bruit de 4 dB à 35 GHz [22]. Un balayage mécanique est effectué en déplaçant le récepteur (monté sur un rail à déplacement 2D) dans l'axe de la lentille avec un pas de 5mm. Le nombre de points scannés est de 1600 au total dont 40 en azimut et 40 en élévation.

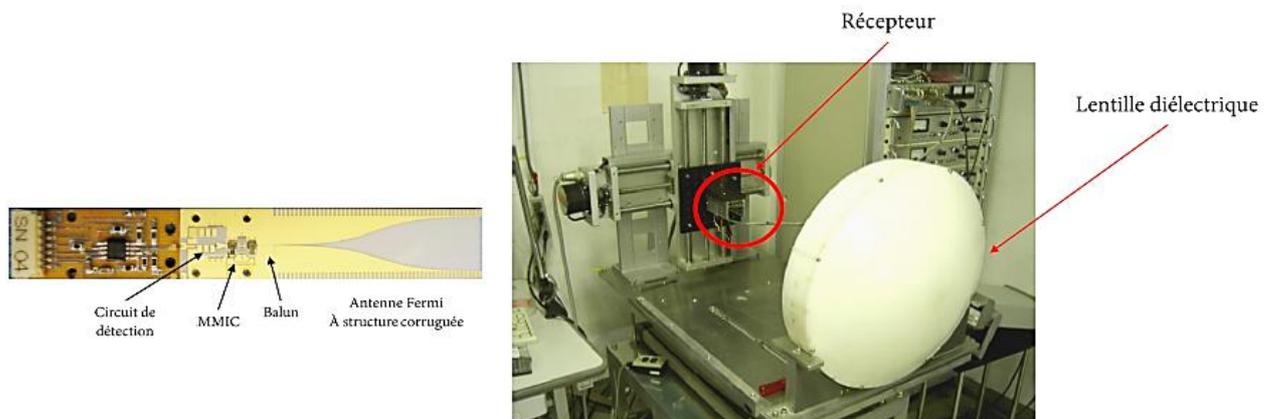


Figure II.10 Système à balayage mécanique à base de lentille diélectrique [21]

Afin de réduire le temps nécessaire pour parcourir tous les pixels de l'image, un réseau d'antennes peut être placé dans le plan focal de la lentille. Dans ce cas, chaque élément du réseau voit un pixel de l'image. Cette architecture est connue sous le nom de réseau à plan

focal (FocalPlaneArray, FPA) [27] et permet de réduire le temps de balayage des systèmes à lentille puisqu'elle permet de générer plusieurs faisceaux simultanément. La figure II.10 présente un exemple d'architecture FPA.

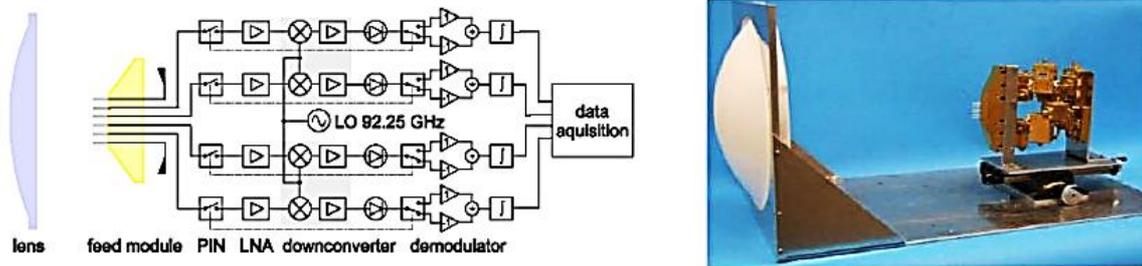


Figure II.11 Démonstrateur de faisabilité d'un système d'imagerie par réseau à plan focal [27]

9.3 Systèmes à balayage électronique :

Contrairement au balayage mécanique, la technique électronique nécessite plusieurs antennes en réseau phasé. La zone à observer est éclairée en balayant de manière électronique le faisceau formé par le réseau. Cela est rendu possible grâce à l'application d'une loi de phase particulière permettant d'orienter le faisceau dans la direction souhaitée. Cette pondération est faite soit de manière analogique à l'aide de circuits actifs ou passifs [28, 29], on parle alors de formation de faisceau analogique (ou Analog Beamforming, ABF) ; ou de manière numérique en "post-processing", on parle dans ce cas de formation de faisceau numérique (ou Digital Beamforming, DBF) [30, 31].

9.3.1 Formation de faisceau analogique :

La figure II.11 présente une architecture de formation de faisceau analogique. Elle est constituée d'un réseau d'antennes connectées à des déphaseurs au travers d'un circuit de distribution.

Ces déphaseurs permettent d'appliquer une pondération complexe indépendante à chacune des antennes permettant ainsi d'orienter le faisceau dans la direction souhaitée.

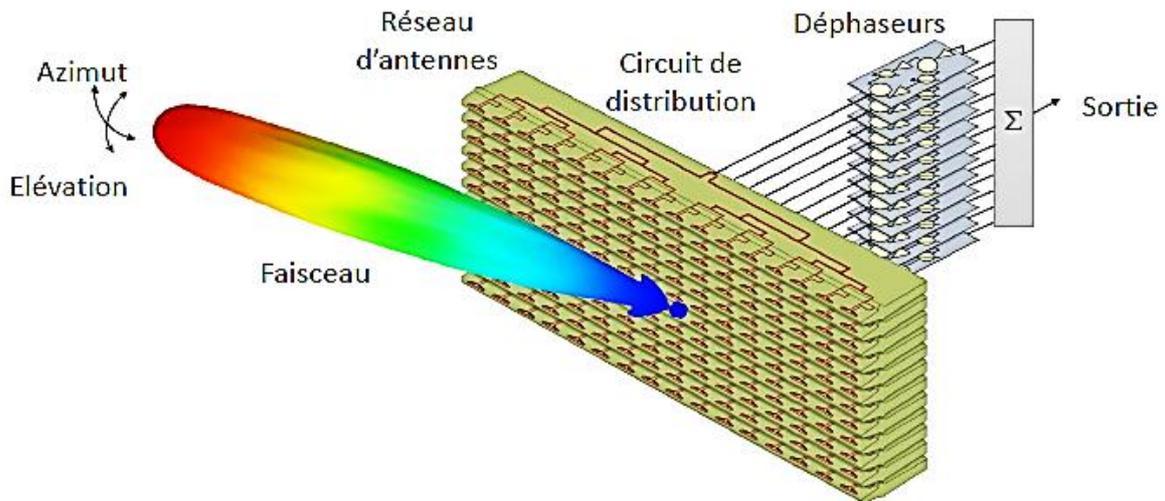


Figure II.12 Exemple d'architecture d'un système à balayage électronique analogique (en azimut et élévation)

D'un point de vue pratique, l'orientation du faisceau peut se faire à l'aide d'un réseau decircuit actif à commande de phase [32, 33], La figure II.11 en est un exemple. L'avantage decette approche réside en la possibilité de contrôler les poids complexes (amplitudes et phases)appliqués à chaque antenne à condition d'avoir des amplificateurs pilotables et des déphaseurs.

10 Systèmes d'imagerie passifs :

10.1 Millivision Portal System S350 :

Le Portal System S350 est un système d'imagerie passif développé par Millivision's Tech 1.

Ce système est constitué d'un réseau d'antennes cornets à 94 GHz placé dans le plan focal d'unmiroir rotatif, les signaux reçus par les antennes sont amplifiés, détectés et numérisés au moyen de8 détecteurs ultra-sensibles. Un contrôle artificiel de la température ambiante dans la cabine duportail permet d'améliorer le contraste de l'image. Le S350 est également proche temps-réel avecune fréquence d'image de 10 Hz autorisant le contrôle d'environ 250 passagers par heure. L'image3D est obtenue grâce à une rotation 360° des passagers. La figure II.12 montre une photographiedu système ainsi qu'une image reconstruite d'une personne portant une arme (l'image est issuedu site internet de Millivision 2).[34]



Figure II.13 Système Millivision Portal System S350 [34]

10.2 SagoSystems, Inc.

Le système d'imagerie passif de SagoSystems (filiale de TrexEnterprises3) est constitué d'un réseau linéaire de capteurs fonctionnant à 94 GHz. Il combine à la fois le balayage mécanique et électronique. Cette approche permet de réduire le nombre de récepteurs et donc d'avoir un système relativement bas-coût. L'inconvénient de ce système repose essentiellement sur le temps d'acquisition qui peut être long en raison de la technique d'acquisition. Il est cependant possible d'avoir un système quasi-temps réel, cela implique une dégradation de la sensibilité radiométrique puisque le système balaye toute la scène avec un temps d'intégration réduit. La figure II.13 présente une photographie de l'instrument ainsi que des images reconstruites.

10.3 Brijot Imaging Systems :

La compagnie américaine Brijot Imaging System 4 a développé plusieurs systèmes d'imagerie fonctionnant en bande millimétrique. Le système Brijot GEN2 en particulier est basé sur une méthode de balayage mécanique avec une fréquence de rafraîchissement d'images allant de 4 à 12 Hz. La résolution de l'image est de $6 \times 6 \text{ cm}^2$ à une distance de 3-5 m. La figure II.15 montre une photographie du système ainsi que l'image reconstruite.

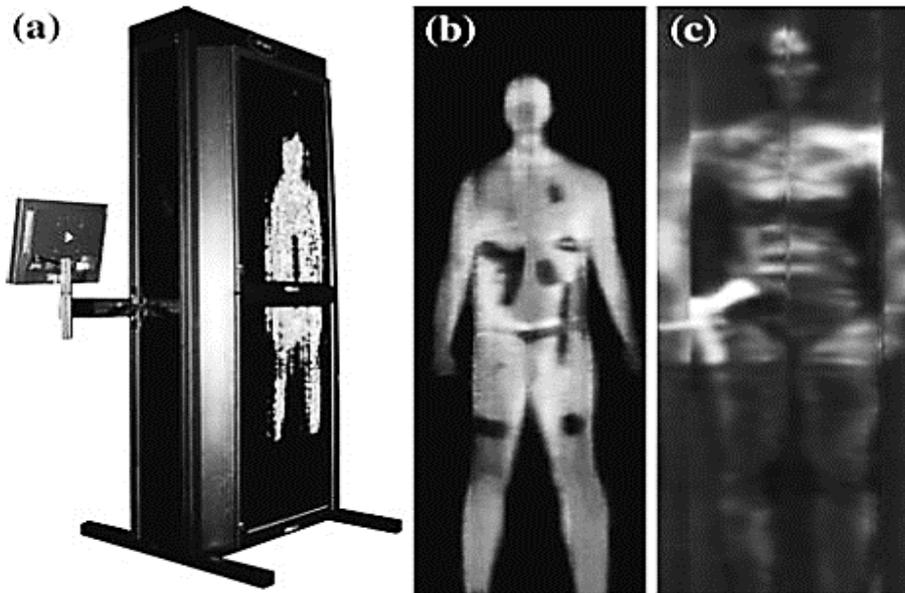


Figure II.14 Système d'imagerie passif de Sago System, Ipat portal. (b) et (c) sont respectivement les images reconstruites en Indoor et Outdoor [35]



Figure II.15 Système d'imagerie passif Brijot GEN2 System [35]

10.4 Trex :

Le Trex est un système passif développé par la filiale SagoSystems, Inc de TrexEnterprisesCorporation 5. Cet instrument est constitué d'une antenne elliptique à balayage fréquentiel fonctionnant dans la bande 74-94 GHz [36]. Cette technique permet un balayage de 128 pixels (à la vertical) en quelques fractions de seconde (1/30) [37].

L'image bidimensionnelle est obtenue par rotation mécanique de l'antenne, ce qui permet de produire une image de 180 x 60 pixels en 2 s. La sensibilité de ce système est de 2-5

K et peut être améliorée en moyennant les images sur une plus longue période [38]. La figure II.16 montre l'architecture et une photographie du prototype.

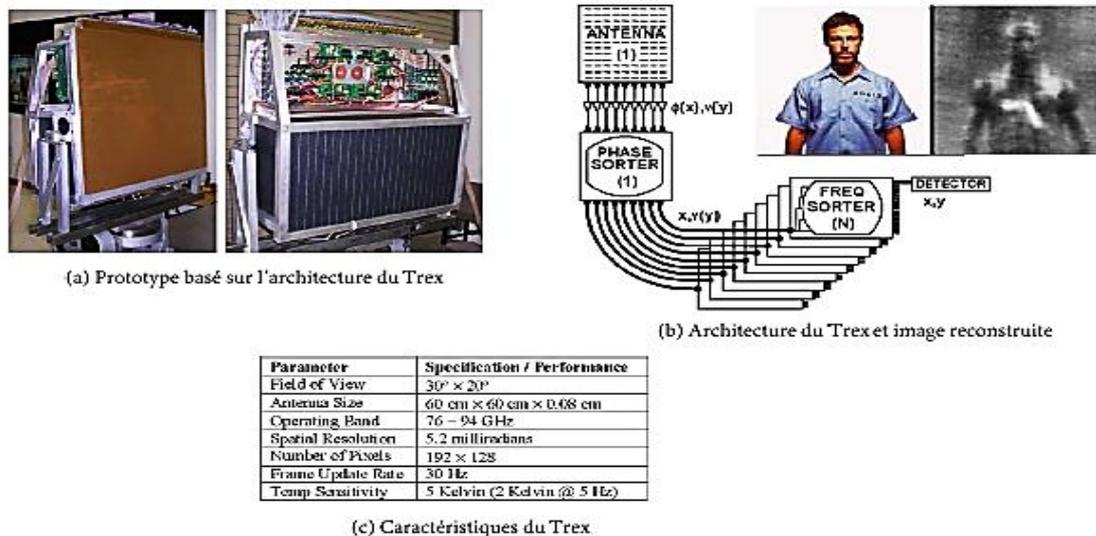


Figure II.16 Système d'imagerie passif Trex [37,38].

10.5 MilliCam90 :

La Millicam90 est un système d'imagerie passif développé par la société française MC2-

Technologies 6. Cet instrument est constitué d'une lentille permettant la focalisation des signaux électromagnétiques sur un réseau de capteurs millimétriques. Le mouvement mécanique de la lentille permet de balayer toute la scène sur une zone d'observation de 2 x 1 m² avec une résolution de 2,5 x 2,5 cm² à une distance de 2,5 m. Le système est capable d'imager une scène allant de 1-10 m et offre la possibilité d'ajuster les paramètres de rafraîchissement jusqu'à 10 images/s. À titre d'exemple, une image de 200 x 50 pixels peut être reconstruite avec une fréquence de rafraîchissement de 1 Hz. La sensibilité radiométrique peut également être ajustée en moyennant l'image. La figure II.17 montre une photographie de l'instrument ainsi que quelques images reconstruites (photographie issue du site officiel de MC2-Technologies).

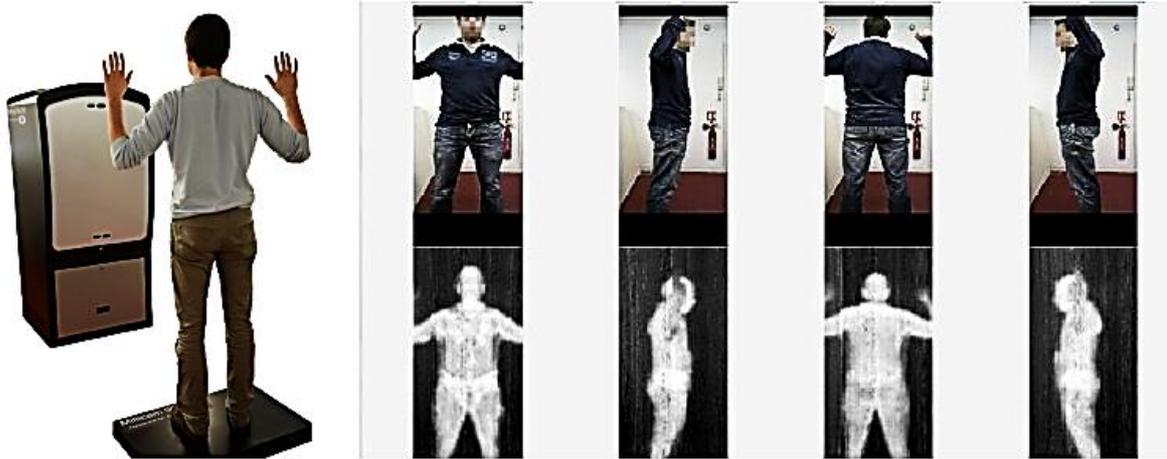


Figure II.17Système d'imagerie Millicam90.

1

11 Conclusion :

Dans ce chapitre nous basant sur la technologie SIW qui est une nouvelle technologie elle possède des grands avantages par rapport aux guides d'ondes classiques. Cette technologie est connue par sa facilité d'intégration avec les antennes à cause de sa petite dimension et aussi son faible coût.

Puis nous avons parlé d'imagerie passive et ces différentes techniques d'acquisition des signaux nécessaires à la reconstruction de l'image.

Le prochain chapitre sera consacré à la présentation des résultats de simulation de guide d'onde intégré au substrat SIW et la réalisation d'antenne avec un SIW.

6. <http://www.mc2-technologies.com/>

Chapitre 3 :
Conception et Simulation d'un réseau
d'antenne SIW

Chapitre 3 : Conception et Simulation d'un réseau d'antenne SIW

1 Introduction :

Dans ce dernier chapitre, nous allons étudier et analyser les résultats de simulations des guides d'ondes SIW ainsi que l'antenne SIW qui fonctionne dans la bande C [4-8 GHz] et la bande S [2-4 GHz] et V[45-85] GHz et créer un réseau d'antenne SIW avec un diviseur de puissance pour imagerie passive en utilisant le logiciel de simulation disponible au niveau du laboratoire de Télécommunication CST MICROWAVE STUDIO (compter simulation technologie).

2 Transition de la ligne micro ruban au guide d'onde SIW :

Pour adapter notre guide d'onde SIW et améliorer leurs performances, il faut connaître les impédances d'entrée et de sortie. On doit calculer l'impédance de sortie Z_p à partir de celle d'entrée qui est fixée à 50Ω calculé l'impédance Z_p comme suit :

$$Z_p = Z_{TE} \left[\frac{\pi^2 \cdot h}{8 \cdot a_s} \right] \quad (\text{III. 1})$$

$$Z_{TE} = 120\pi \left(\frac{\lambda_g}{\lambda} \right) \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_r}} \quad (\text{III. 2})$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c} \right)^2}} \quad (\text{III. 3})$$

λ_g : Longueur d'onde dans le guide.

λ_c : Longueur d'onde de coupure.

Cette transition est conçue essentiellement d'un taper de longueur L qui est égale à $L_1 + L_2$ et de largeur W_1 et W_2 .

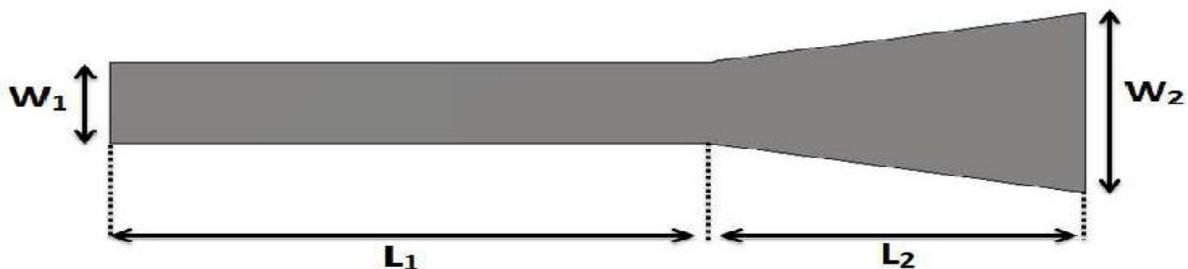


Figure III.1 : Structure générale du taper des guides SIW avec ces paramètres

Après le calcul de l'impédance de sortie du guide d'onde SIW on réalise le taper dans le logiciel CST a l'aide de logiciel ADS qui est responsable de calculer les dimensions $W1$, $W2$, $L1$ et $L2$ pour avoir une bonne adaptation .

Le **tableau III.1** représente les dimensions du taper pour les deux bandes C et S.

	Bande C	Bande S
Impédance d'entrée (Ω)	50	50
Impédance de sortie (Ω)	24.68	12.58
Dimensions [mm]	L1=17	L1=14.1
	L2=10.8	L2=15.2
	W1=3.4	W1=6
	W2=7.8	W2=10.1

Tableau III.1: Paramètres caractéristiques du guide d'onde.

3 Conception d'un guide SIW fonctionnant dans la bande C :

3.1 Conception du guide SIW opérant en bande C avant adaptation :

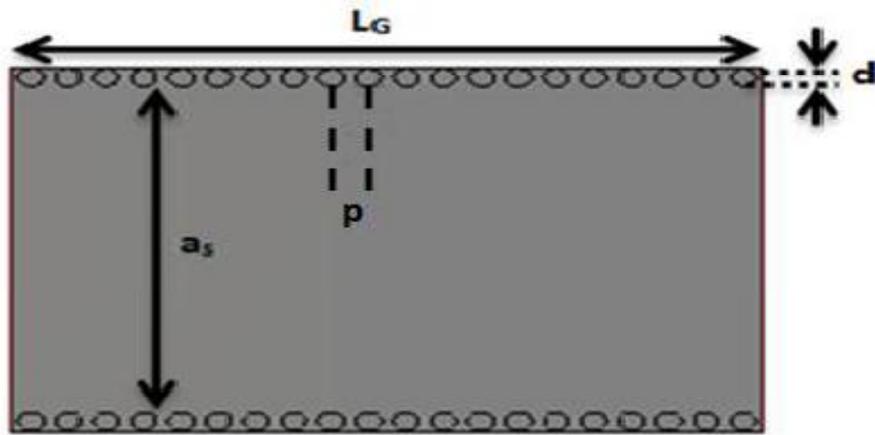
Maintenant, nous allons faire la conception du guide d'onde SIW en bandeC opérant dans la plage [4-8 GHz]. Pour le mode TE₁₀,la fréquence de coupure prise est $f_c=4.5$ GHz, l'épaisseur du conducteur est de 0.05mm.

Les caractéristiques de diélectrique utilisées sont :

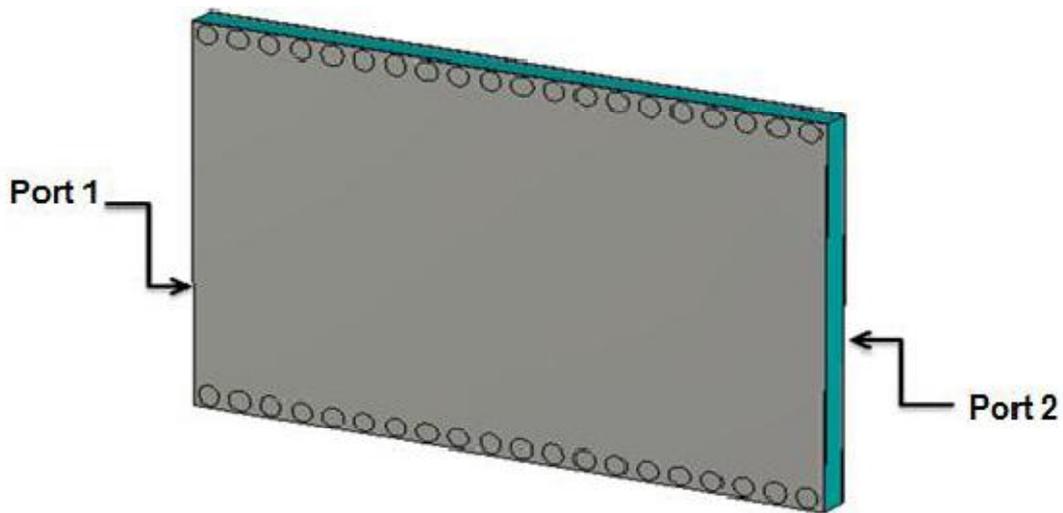
- une permittivité relative de $\epsilon_r = 4.3$
- une hauteur du substrat $h = 1.54$ mm
- une perte tangentielle de $tg\delta = 0.018$.

Sur la figure III.2 nous représentons la structure du guide d'onde SIW vus de face et perspective fonctionnant dans la bande C. Les dimensions de notre guide sont :

- la largeur efficace $a_s = 18.8$ mm.
- le diamètre des vias $d = 1$ mm.
- la distance entre les vias du centre au centre $p = 1.7$ mm.
- la longueur du guide d'onde $LG = 30$ mm.



(a)



(b)

Figure III.2: Structure du guide SIW fonctionnant dans la bande C
(a) Vue de face. (b) vue en perspective.

Après la conception du guide d'onde SIW par le logiciel CST Microwave Studio, la simulation numérique effectuée résulte les puissances réfléchies d'entrée et de sortie ainsi que le coefficient de transmission qui sont illustrés dans la **figure III.3**.

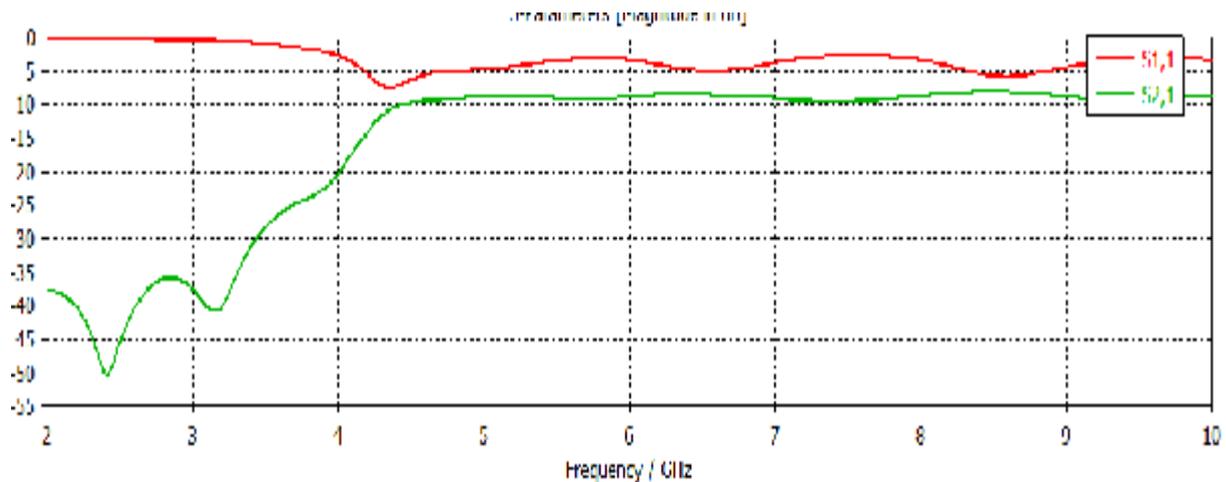
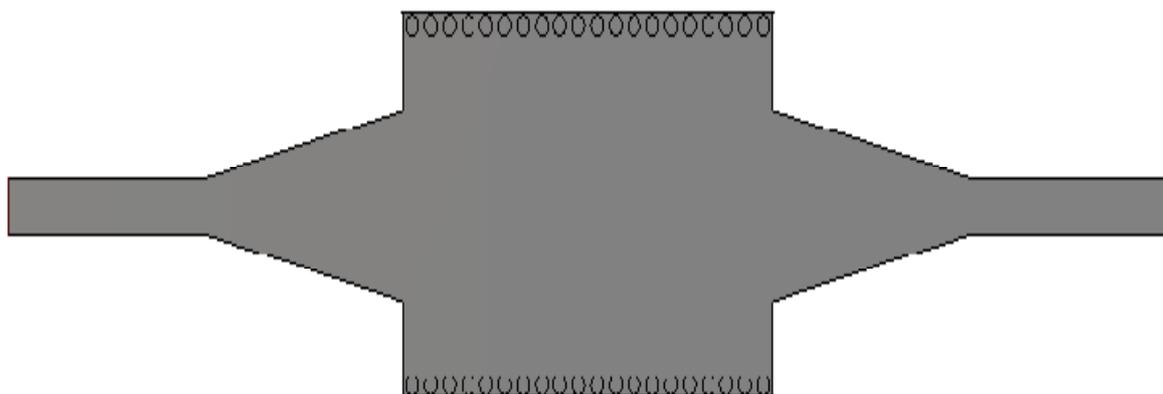


Figure III.3: Résultats de simulation du guide SIW opérant dans la bande C.

Dans la figure III.3 nous observons qu'on ne peut pas avoir une transmission qu'à partir de la fréquence de coupure $f_c=4.2$ GHz. Nous remarquons aussi que dans la plage [0 – 3.5 GHz] une transmission est presque nul et la réflexion est totale. À partir de la fréquence de coupure nous voyons qu'il y a une stabilisation du coefficient de transmission, mais ce résultat nécessite une adaptation.

3.2 Transition de la ligne micro-ruban au guide d'onde SIW opérant en bande C :

Pour améliorer l'adaptation, nous devons ajouter un taper avec le guided'onde SIW. La figure III.4 représente la structure finale du guide d'onde SIW avec le taper.



(a)

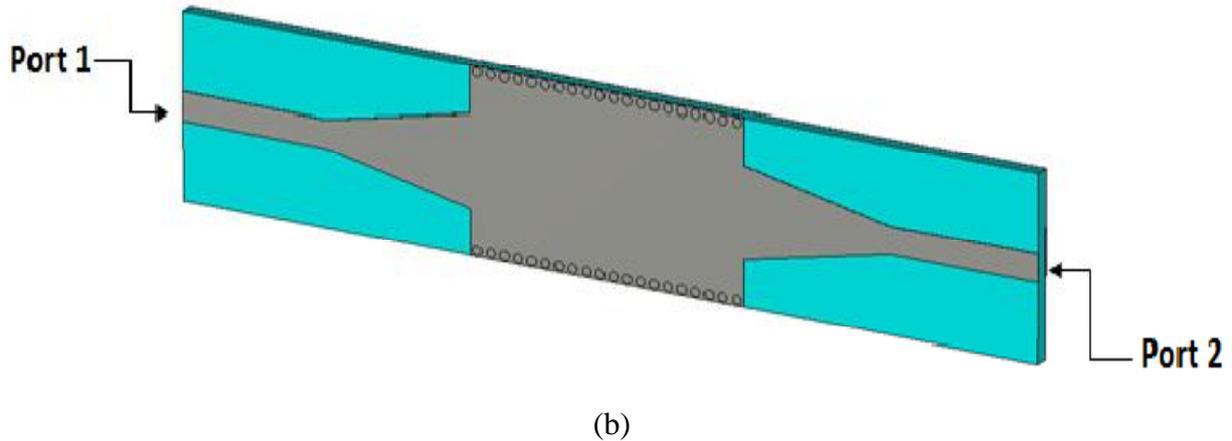


Figure III.4: La topologie de la transition du guide d'onde intégré au substrat
(a) Vue de face. (b) vue en perspective.

Les coefficients de transmission et de réflexion du guide SIW après adaptation sont présentés dans la figure ci-dessous :

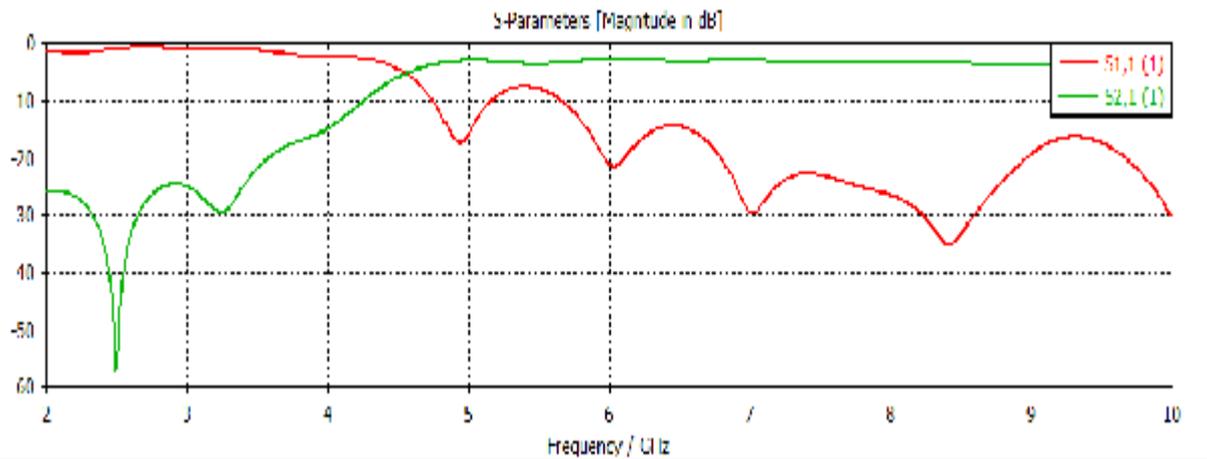


Figure III.5: Coefficient de transmission S_{11} et de réflexion S_{21} de guide SIW adapté.

À partir de la figure III.5 nous constatons que dans la bande [2-4.5 GHz] c'est-à-dire au-dessous de la fréquence de coupure $f_c = 4.5$ GHz, nous avons une transmission quasiment nulle et une réflexion totale. Au-delà de la fréquence de 4.5 GHz nous observons qu'il y a une amélioration du coefficient de transmission qui atteint -2 dB, ainsi que plusieurs pics de résonance se figurent avec des niveaux qui atteignent jusqu'au -30 dB à la fréquence 7 GHz.

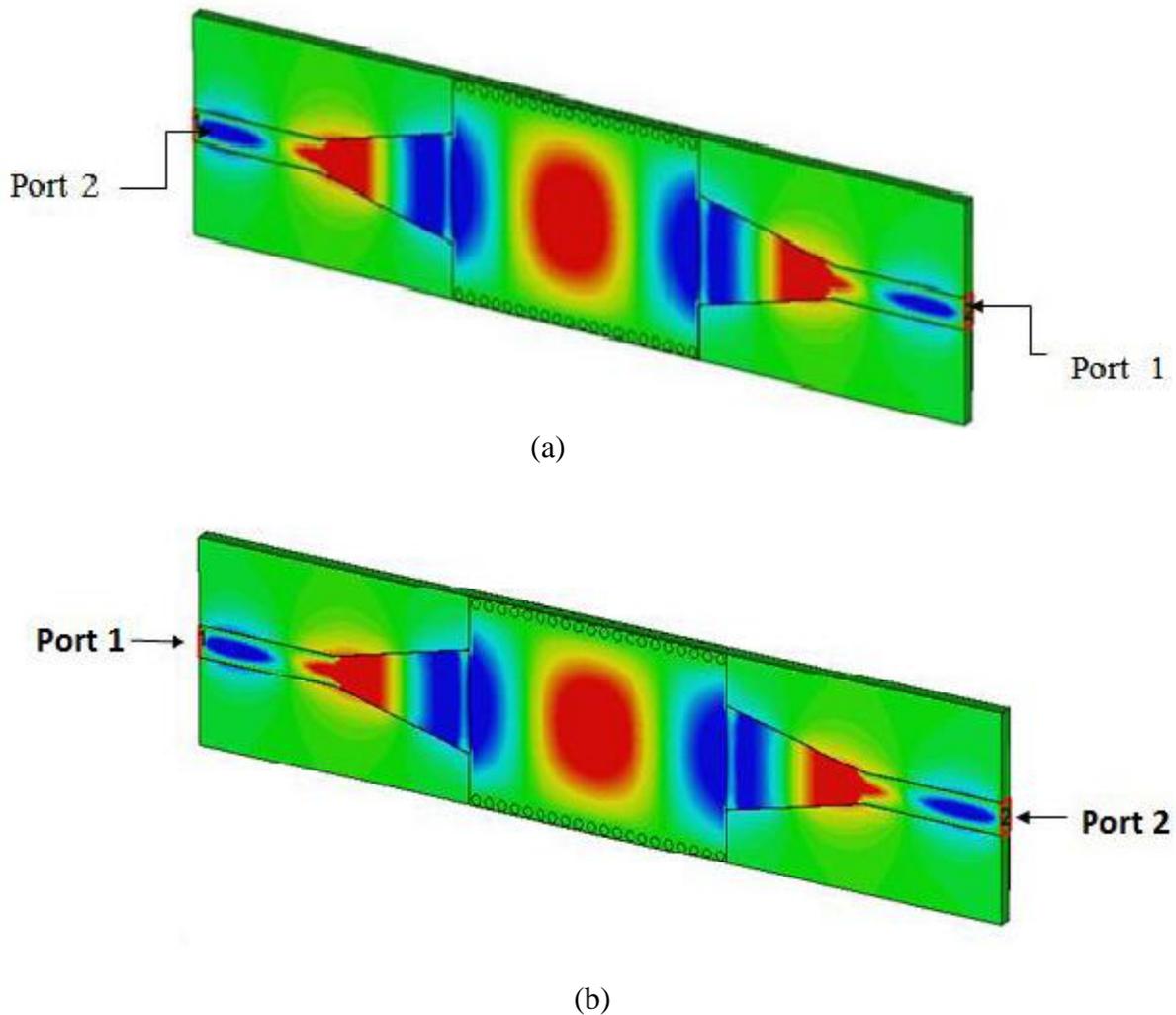


Figure III.6: Distribution du champ électrique dans le guide SIW à la fréquence $f=6$ GHz.

(a) Vue de face. (b) vue en perspective.

D'après la figure III.6. La puissance est bien délimitée par les deux rangés de vias donc on a un meilleur résultat de guidage à faible perte, nous observons que, donc ce dispositif est bien adapté et assure très bien le guidage.

4 Conception d'un guide SIW fonctionnant dans la bande S :

4.1 Conception du guide SIW opérant en bande S avant l'adaptation :

Maintenant dans cette partie nous allons concevoir le guide SIW opérant dans la bande S qui s'étale sur [2-4 GHz]. Pour le mode TE₁₀ la fréquence de coupure f_c est 2 GHz ,l'épaisseur du conducteur est 0.05mm avec un diélectrique et le même il est caractérisé par :

- la permittivité relative $\epsilon_r = 4.3$.
- les pertes tangentielles $tg = 0.018$.

- la hauteur du substrat $h=1.54$ mm.

Sur la figure III.7 nous représentons notre guide SIW vus de face et perspective fonctionnant dans la bande S. Les dimensions de notre guide SIW sont :

- La largeur efficace $a_s = 30$ mm
- Le diamètre des vias $d = 1$ mm
- La distance entre les vias du centre au centre $p = 1.7$ mm
- La longueur totale du guide d'onde $L_G = 30$ mm

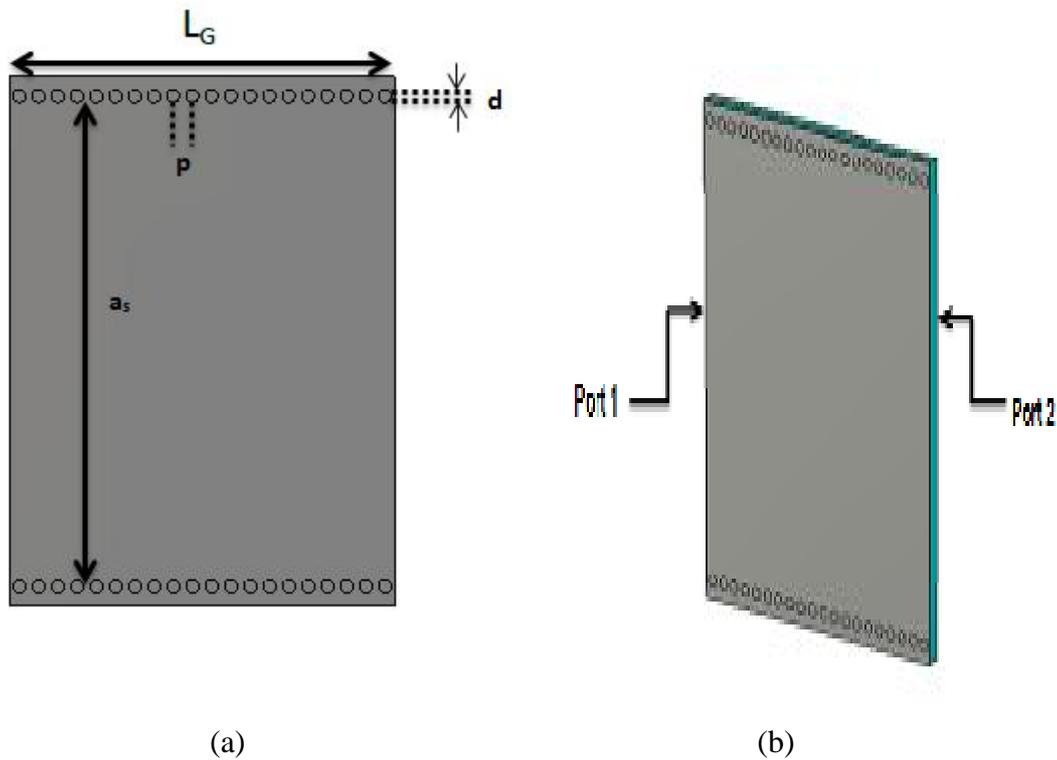


Figure III.7: structure du guide SIW fonctionnant dans la bande S
(a) Vue de face (b) vue en perspective.

Les résultats des coefficients de transmission et de réflexion de la simulation de ce guide SIW avec le logiciel CST sont illustrés dans la figure III.8 :

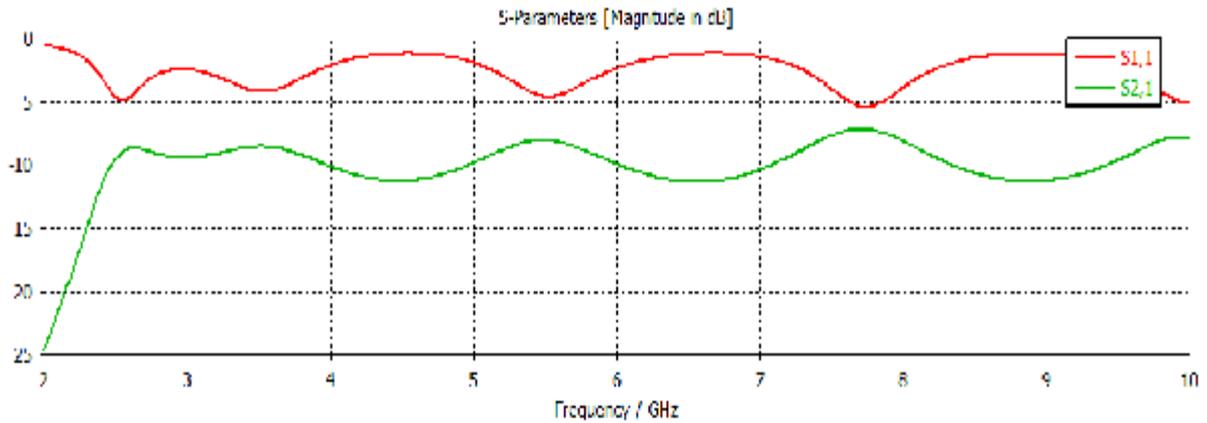


Figure III.8: Résultat de simulation du guide SIW.

D'après la figure III.8 nous voyons qu'il ya une mauvaise transmission sur toute la bande où le coefficient de transmission ne dépasse pas -10 dB et un coefficient de réflexion maximal qui atteint presque 0 dB, donc on a une mauvaise adaptation. Pour améliorer les performances du guide, on doit insérer un taper au niveau du guide.

4.2 Transition de la ligne micro-ruban au guide d'onde SIW opérant en bande S :

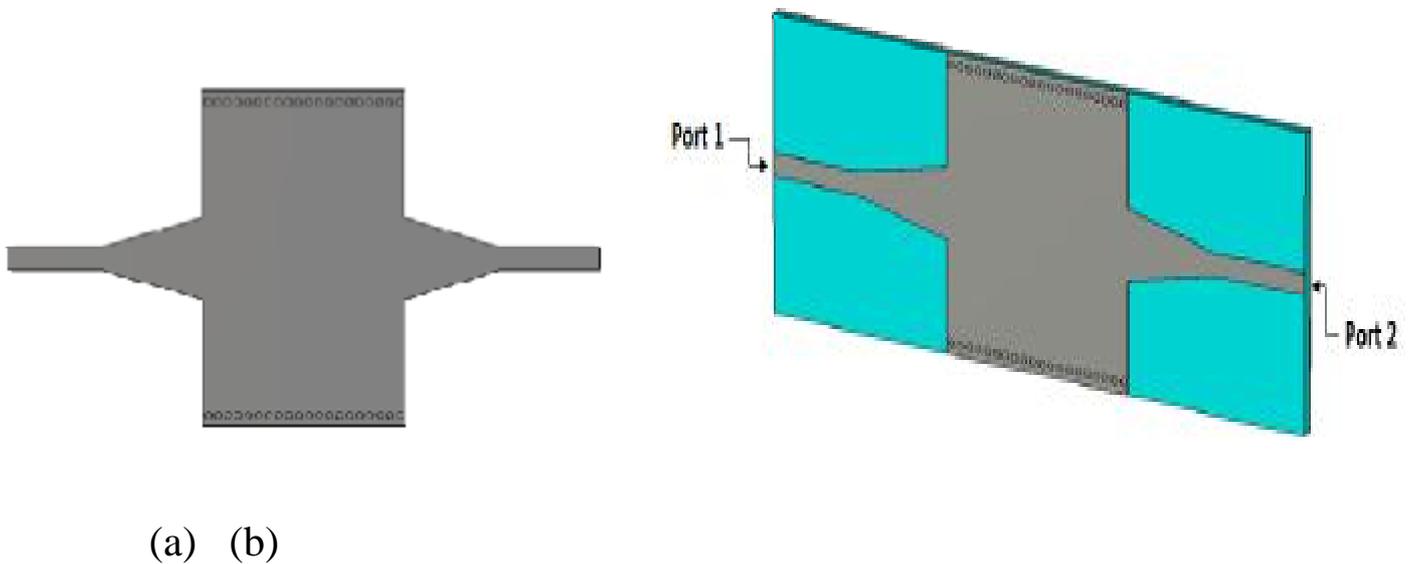


Figure III.9: La topologie de la transition du guide d'onde intégré au substrat
(a) Vue de face (b) vue en perspective.

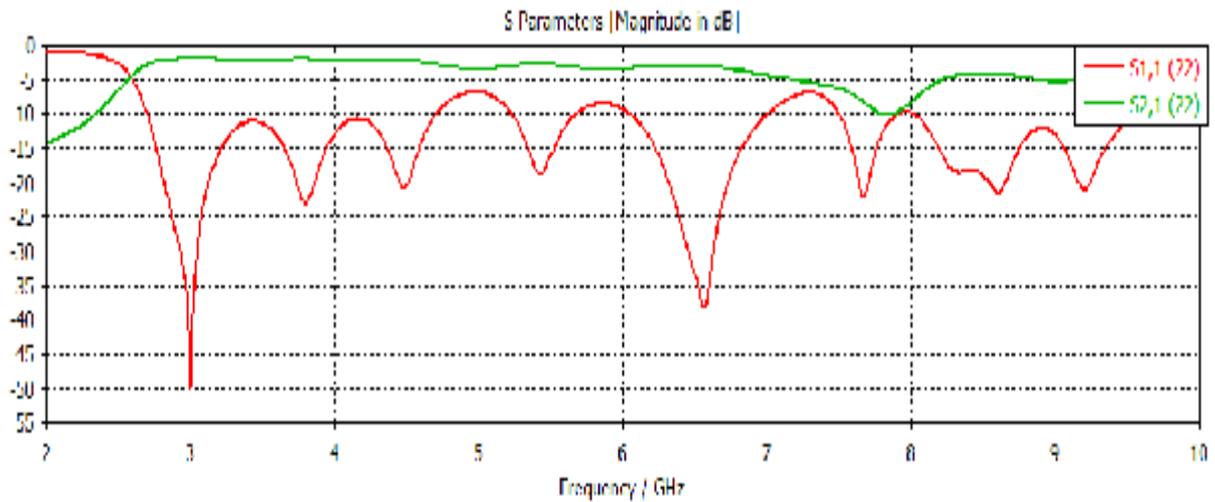
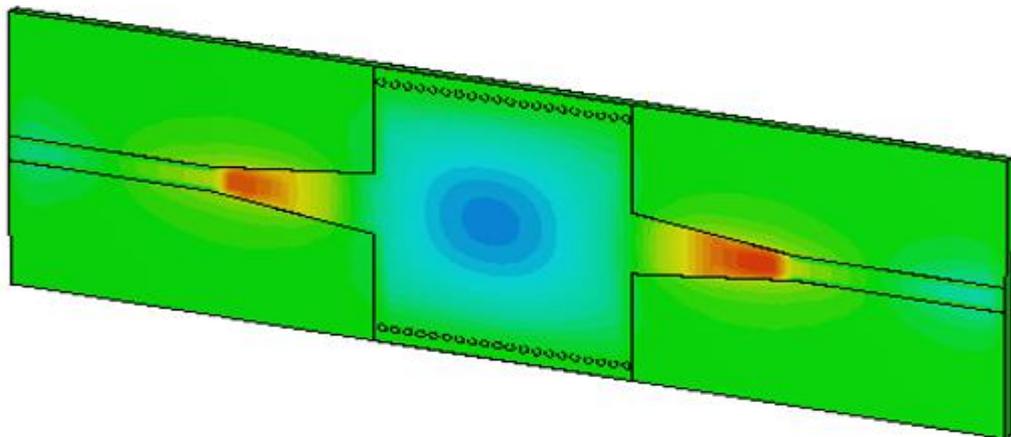
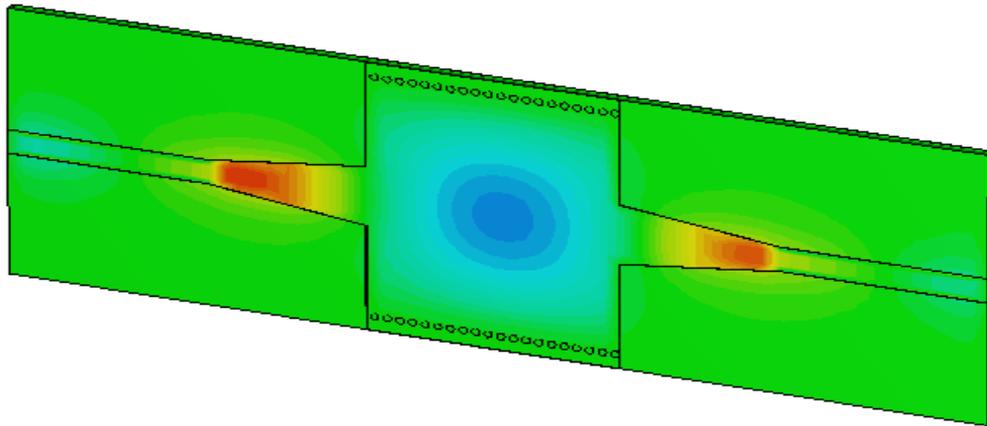


Figure III.10: Coefficients de transmission et de réflexion après adaptation du guide SIW.

Dans La figure III.10 : nous remarquons une bonne adaptation dans toute la bande fréquentielle [2-4 GHz] avec une transmission maximale qui atteint presque 0 dB et un coefficient de réflexion qui est inférieur à -15 dB dans la bande [3-4 GHz] avec un pic de -51 dB pour une fréquence de 3GHz.



(a)



(b)

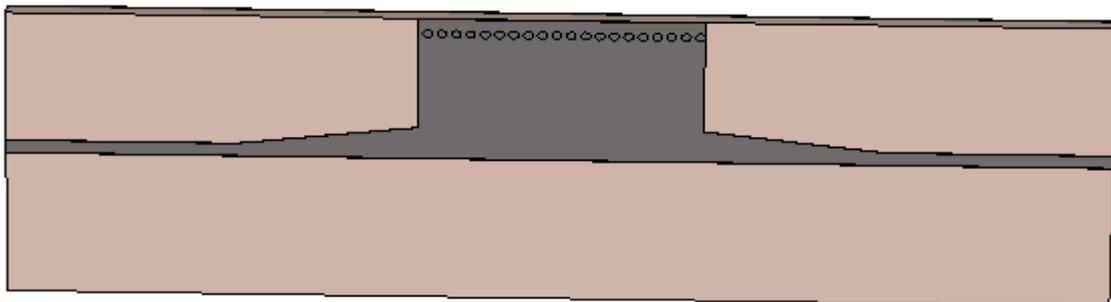
Figure III.11: Distribution du champ électrique dans le guide SIW à la fréquence $f=2.9$ GHz. (a) Vue de face. (b) vue en perspective.

La figure III.11 présente la distribution du champ électrique du mode TE_{10} dans le guide SIW. Nous voyons que le champ est bien localisé entre les deux rangées des vias métalliques.

4.3 Conception du guide HMSIW (demi-mode) opérant en bande S :

Maintenant nous allons essayer de concevoir une nouvelle structure d'onde guidée appelée HMSIW « half mode substrate integrated waveguide ». Le HMSIW est considéré comme une moitié d'un SIW ce qui peut réduire la taille de près de 50% sans diminué la performance.

La figure ci- dessous représente la nouvelle structure réalisée du guide HMSIW dans la bande S.



(a)

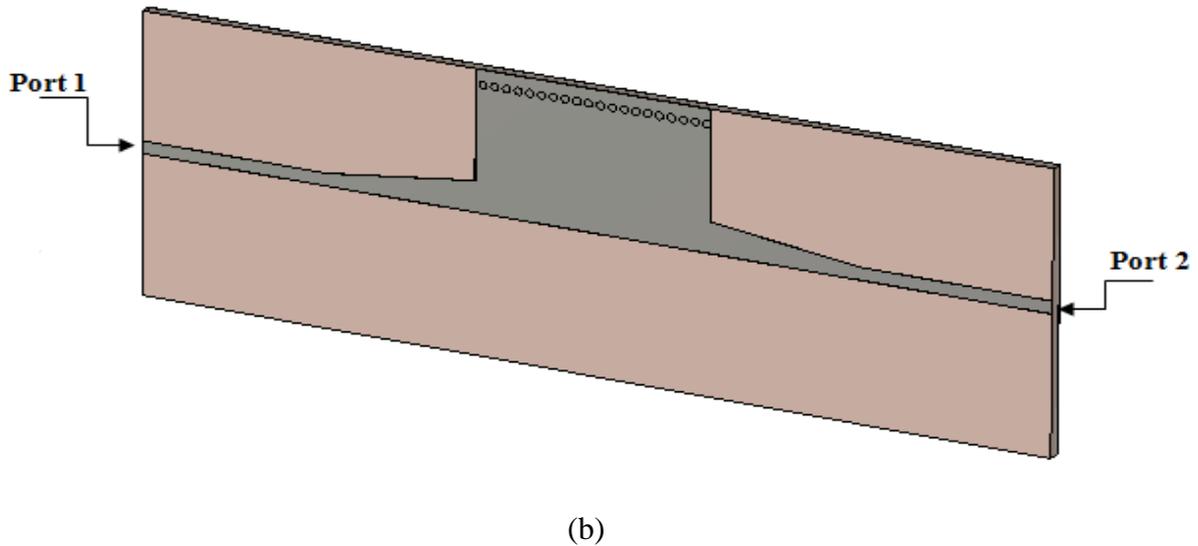


Figure III.12: Géométrie du HMSIW opérant dans la bande S
(a)Vue de face. (b) vue en perspective.

La simulation donne les résultats illustrés dans la figure ci-dessous.

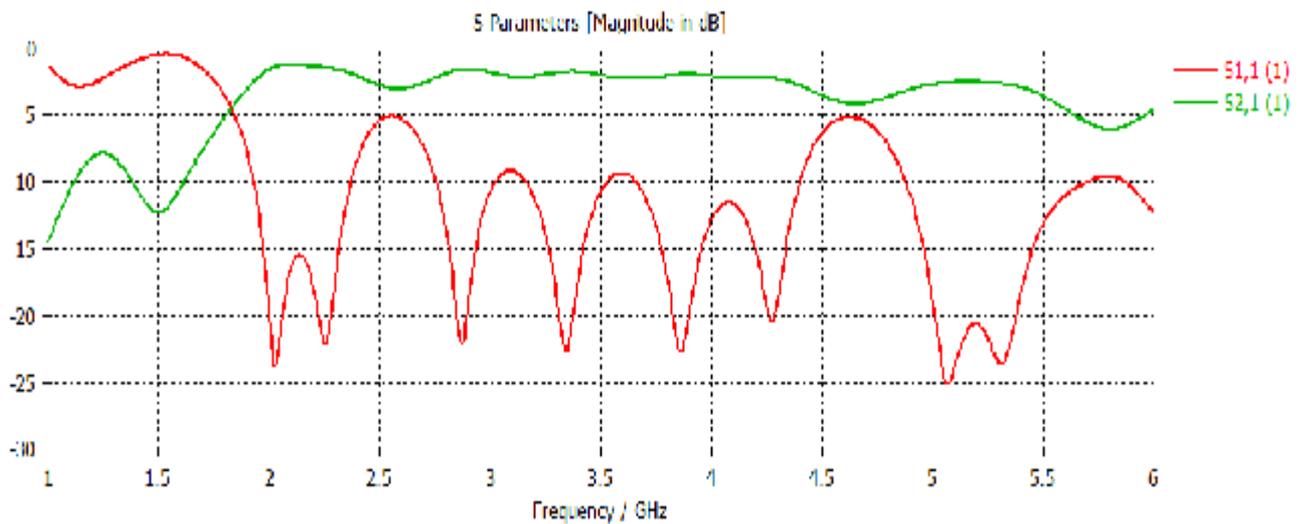


Figure III.13: Coefficient de transmission S_{21} et de réflexion S_{11} de SIW avec taper.

Les résultats obtenus dans La figure III.13 sont satisfaisantes donc le guide est bien adapté. Nous voyons que la puissance transmise tend toujours vers -2 dB dans la bande de fréquence [2-4 GHz] et la puissance réfléchie atteint -24 dB à la fréquence 2.1 GHz.

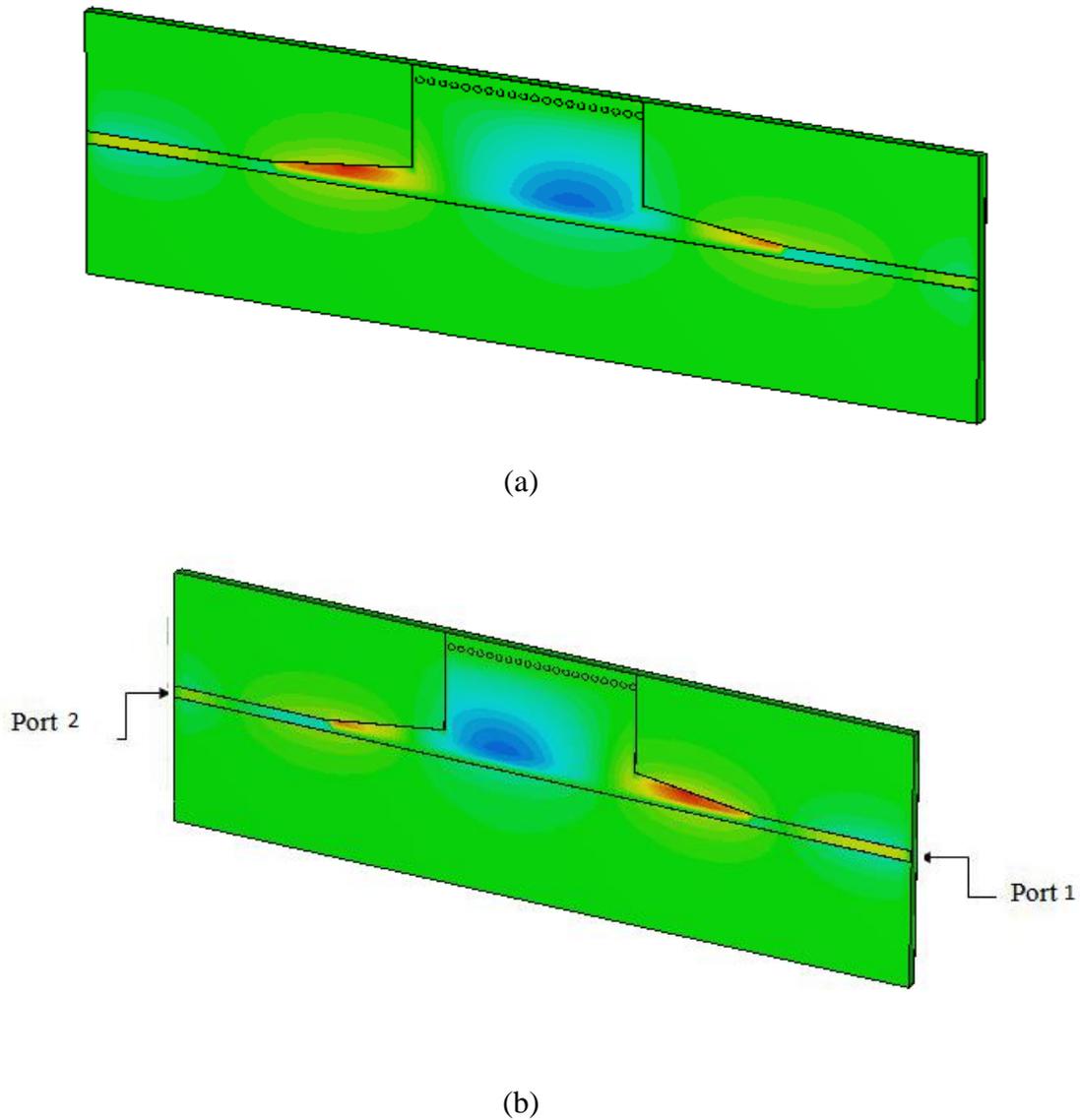


Figure III. 14: Distribution du champ électrique dans le guide HMSIW.

(a) vue de face, (b) vue en perspective.

5 Conception d'un guide SIW fonctionnant dans la bande V :

La structure du guide d'onde SIW fonctionnant dans la bande V est représentée dans la figure III.15. Les dimensions de notre guide sont :

- La largeur efficace $as = 3\text{mm}$
- Le diamètre des via $d = 0.4\text{ mm}$
- La distance entre les vias du centre au centre $p = 1.6\text{ mm}$
- La longueur totale du guide d'onde $LG = 2.5\text{ mm}$

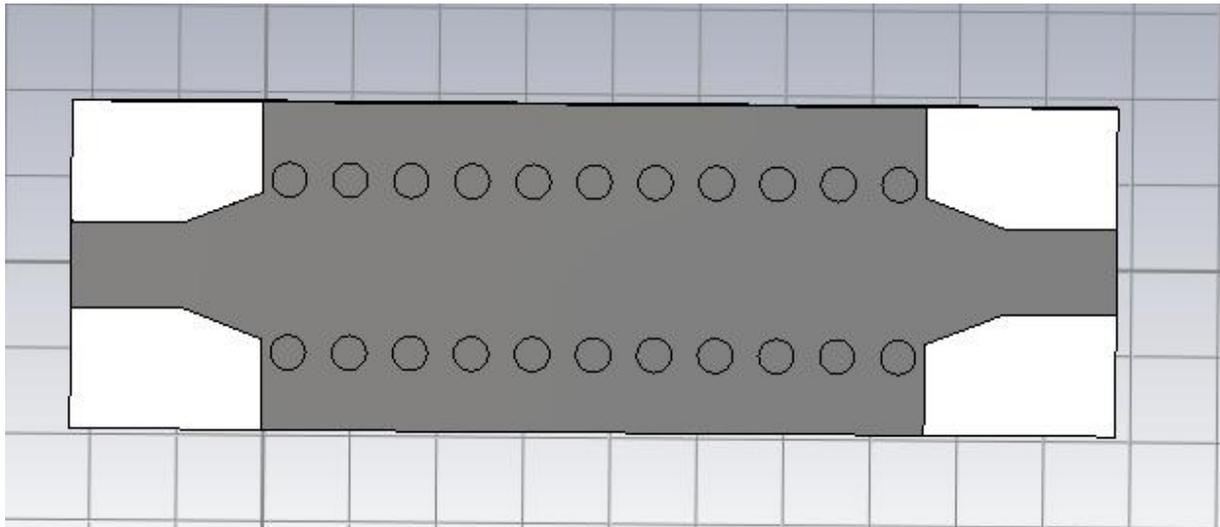


Figure III.15 : Structure du guide SIW opérant dans la bande V.

Après simulation nous avons obtenus les résultats illustrés dans la figure III.15 qui représente les coefficients de transmission et de réflexion du guide d'onde SIW opérant en bande V .

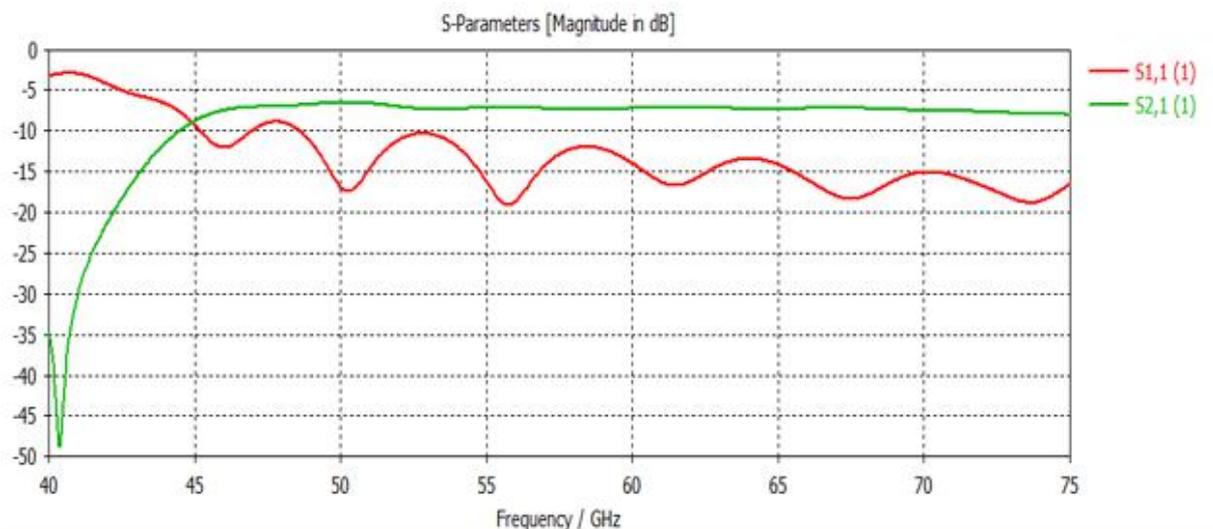


Figure III.16. : Coefficients de transmission et de réflexion du guide SIW opérant dans la bande V .

La figure III.16, montre que dans la bande [40 – 45 GHz] nous avons une transmission de -2dB à 10dB et une réflexion totale. Au-delà de la fréquence de coupure $f_c = 45$ GHz nous remarquons qu'il y a une amélioration du coefficient de transmission autour de -7dB, et une bonne réflexion avec à -15 dB, et le meilleur pic atteint -18 dB autour de 56 GHz.

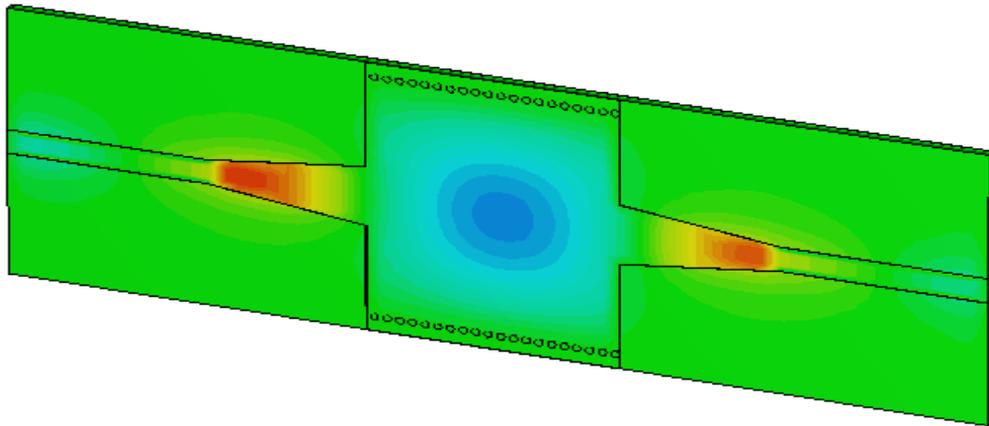


Figure III.17: Propagation du champ électrique dans le guide SIW à la fréquence $f=45\text{GHz}$.

D'après la figure III.17, on obtient un résultat de guidage à faible perte, nous observons que la puissance est bien délimité par les deux rangées de vias, donc cette structure assure bien le guidage.

6 Antenne SIW :

6.1 Structure d'antenne SIW :

Pour assurer la propagation des ondes électromagnétiques on a besoin à l'entrée d'antenne d'un guide d'onde intégrés au substrat avec un taper, puis on a un substrat qui sépare entre les deux plans masse et conducteur, et à la sortie d'antenne on trouve des tiges qui distribue le champ électromagnétique la structure d'antenne est représenté ci-dessous :

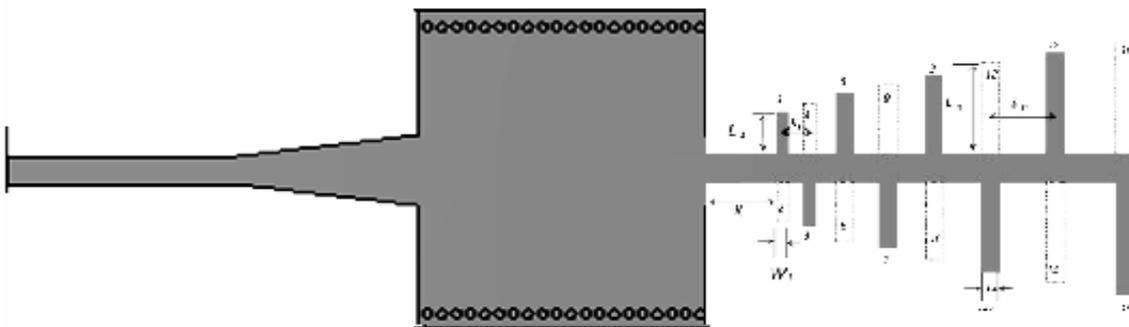


Figure III.18 : Structure d'antenne SIW

6.2 Résultats de simulation :

6.2.1 Géométrie d'antenne SIW en bande V :

Nous allons concevoir l'antenne dans la bande V, dans lequel on utilise les paramètres (taper, substrat, dimensions de guides) précédents du guide d'onde dans la bande V avec un nombre de (11 vias).

Lorsque les dimensions des composants (substrat-taper-guide SIW) de l'antenne ont pris en charge, nous avons le pouvoir d'obtenir l'optimisation présentée dans les figures ci-dessous :

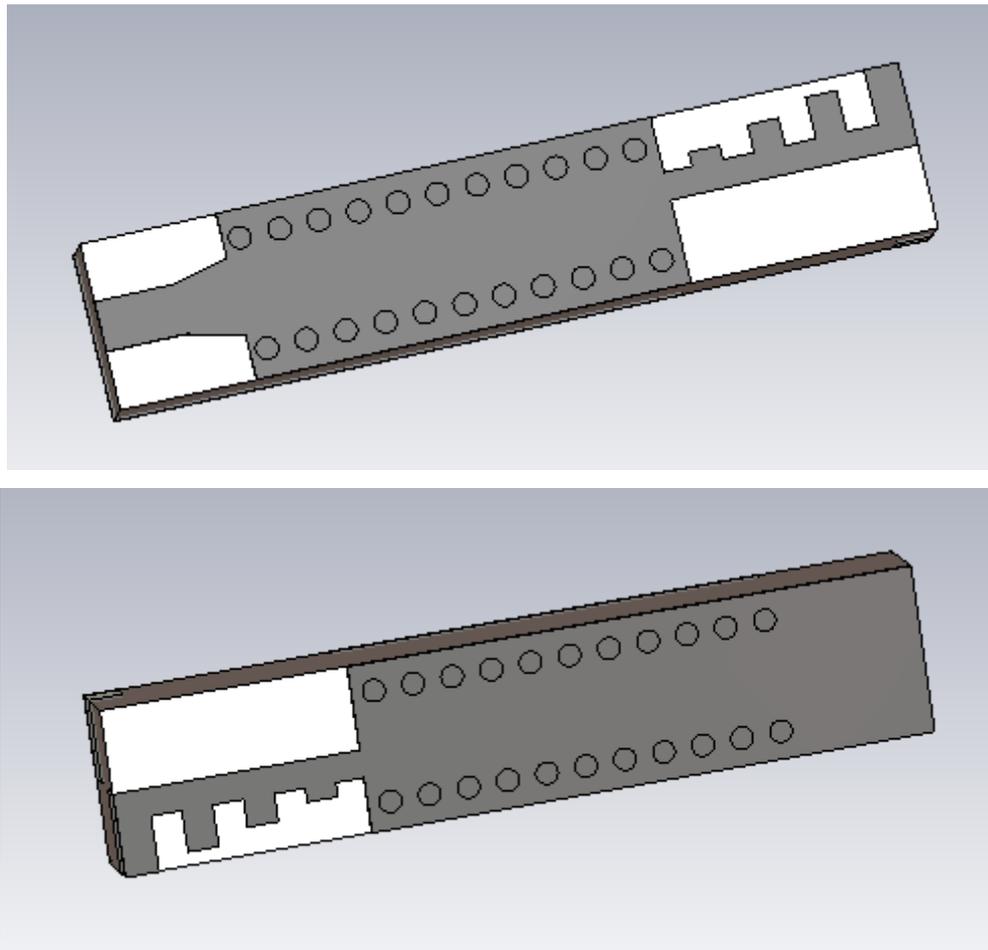


Figure III.19 : Structure d'antenne SIW réalisée

Les résultats de simulation trouvés dans la bande [45-85GHz] sont :

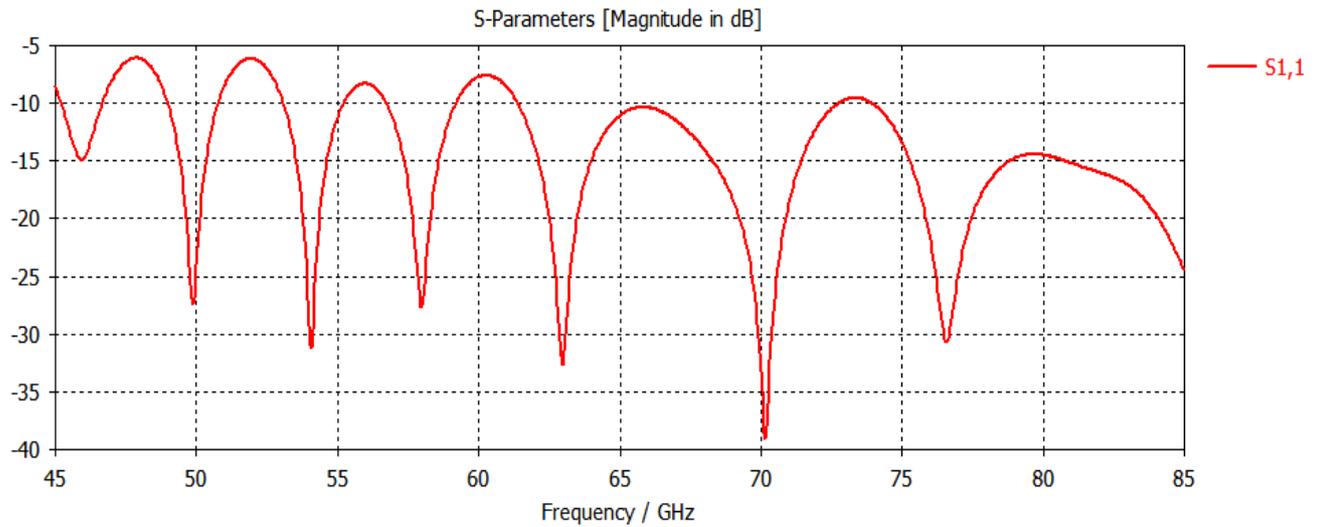
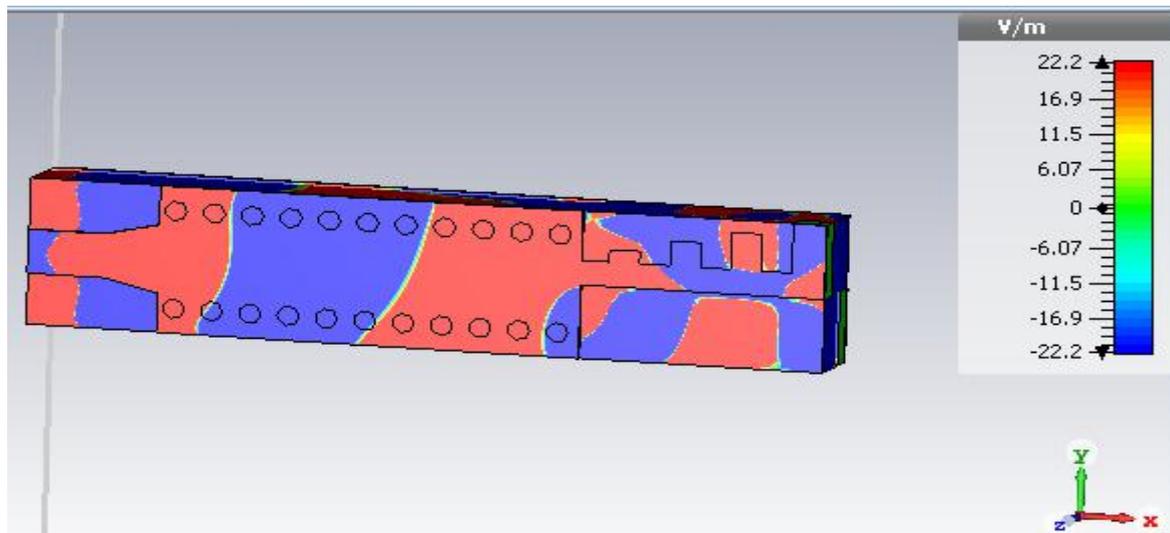


Figure.III.20 : Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne à base de substrat en bande V.

On remarque que le coefficient de réflexion est d'environ à -40dB pour une fréquence équivalente à 70.16 GHz.

6.2.2 Distribution de champ :

La distribution du champ électrique au niveau de l'antenne est représentée à la figure ci-dessous :



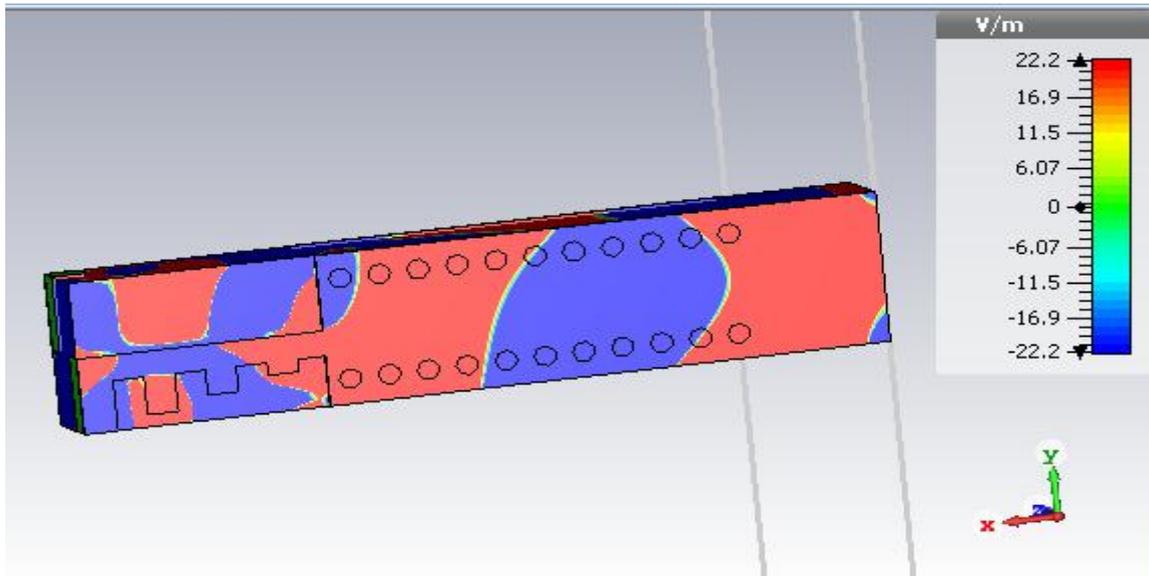
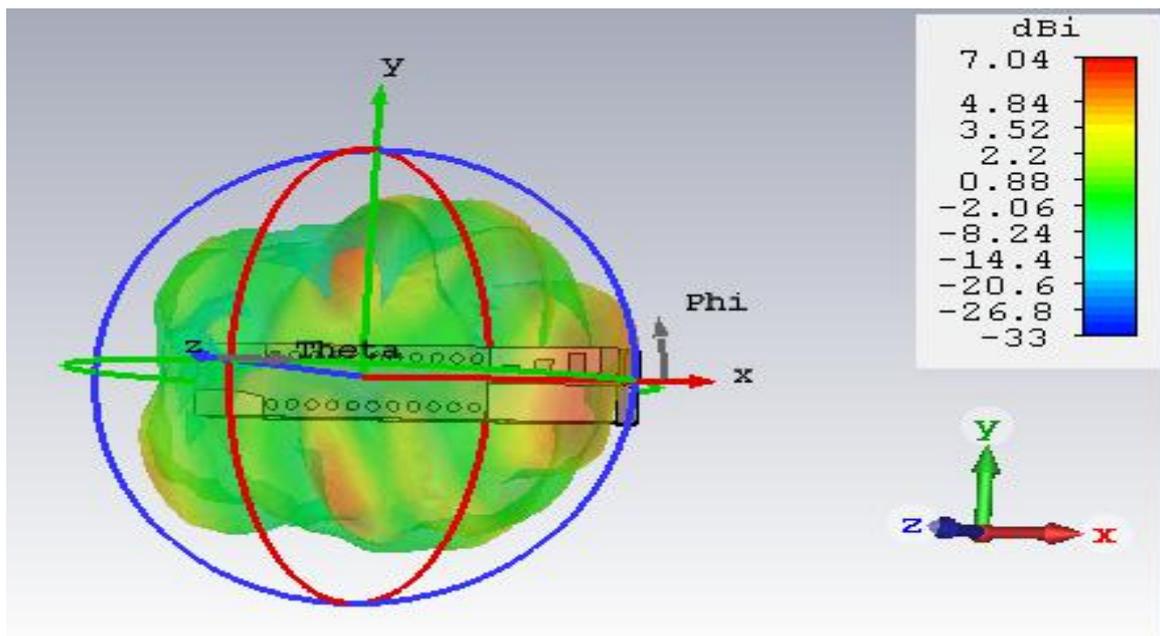


Figure. III.21 : La distribution du champ de l'antenne SIW .

Nous observons que la distribution du champ électrique est délimitée par les rangées des vias on peut les considérer comme des murs où la propagation de champ est bonne pour une fréquence de 61GHz.

6.2.3 Diagramme de rayonnement :

Nous présentons le diagramme de rayonnement de notre antenne sous la fréquence de 61GHz sur la figure ci-dessous :



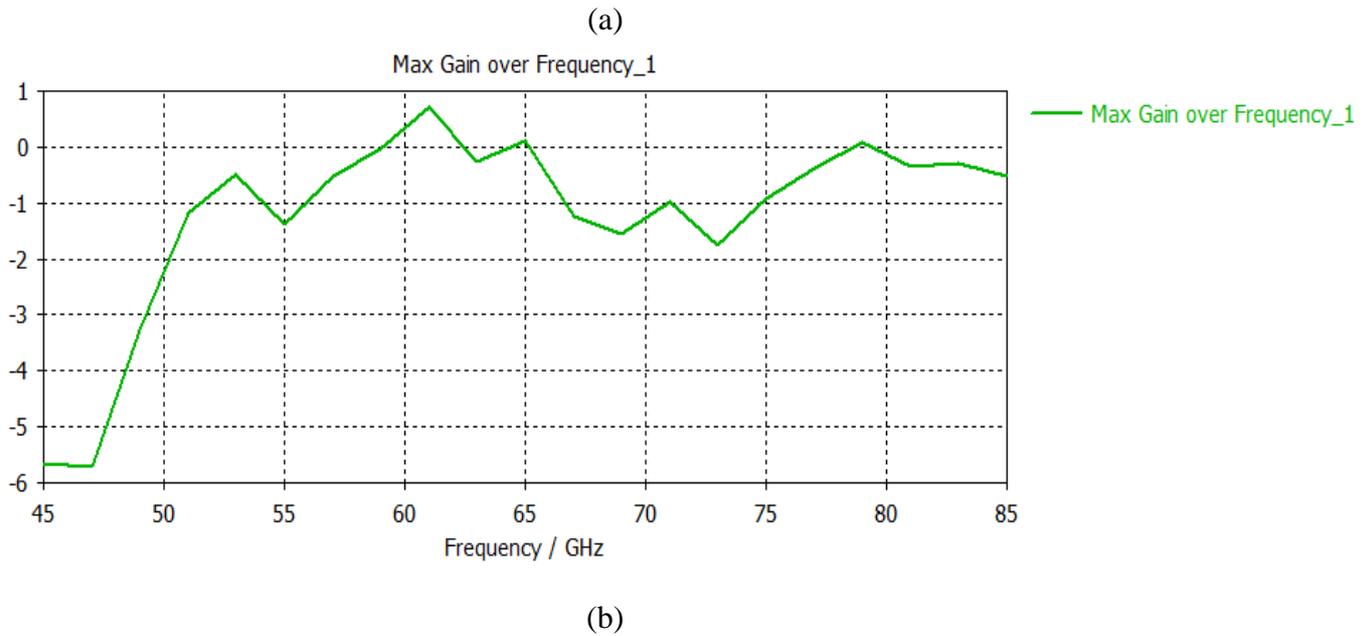


Figure III.22 : Diagramme de rayonnement (a) 3D (b) en polaire.

Nous observons dans l'analyse de la figure III.22 que le gain simulé est représenté tout le long de la bande dont le coefficient de réflexion atteint une valeur maximale d'environ 0.8dB Pour une fréquence de 61GHz. La directivité maximale est d'environ 7.04dBi.

7 Antenne SIW Demi-Mode :

7.1 Géométrie d'antenne SIW Demi-Mode :

Ce type d'antenne est construit avec un guide par la technique HMSIW sur une seule couche de substrat diélectrique ce qui nous permet de choisir ce type des guides GIS comme l'un des guides les plus adéquats pour les applications industrielles.

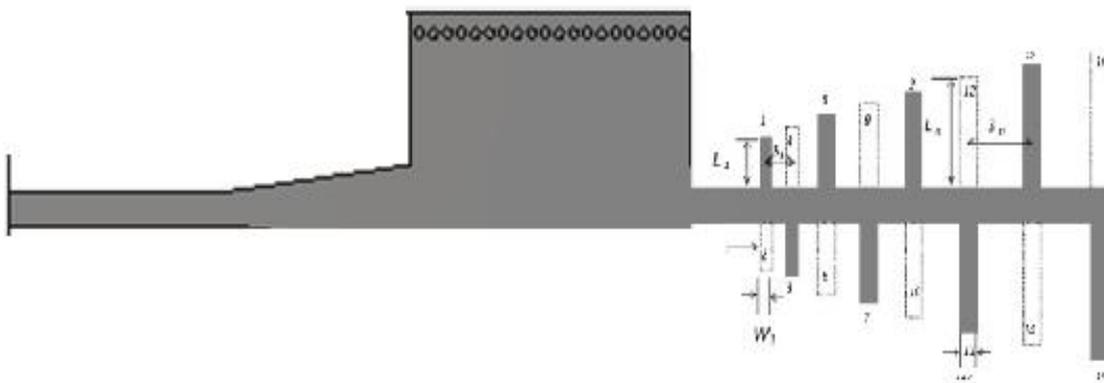


Figure III.23 : Structure d'antenne SIW Demi-mode

7.2 Résultats de Simulation :

7.2.1 Géométrie d'antenne SIW Demi-Mode en bande V :

La structure de cette antenne est la même structure d'antenne précédente sauf que nous allons éliminer les vias bas et découper le conducteur et le taper en deux :

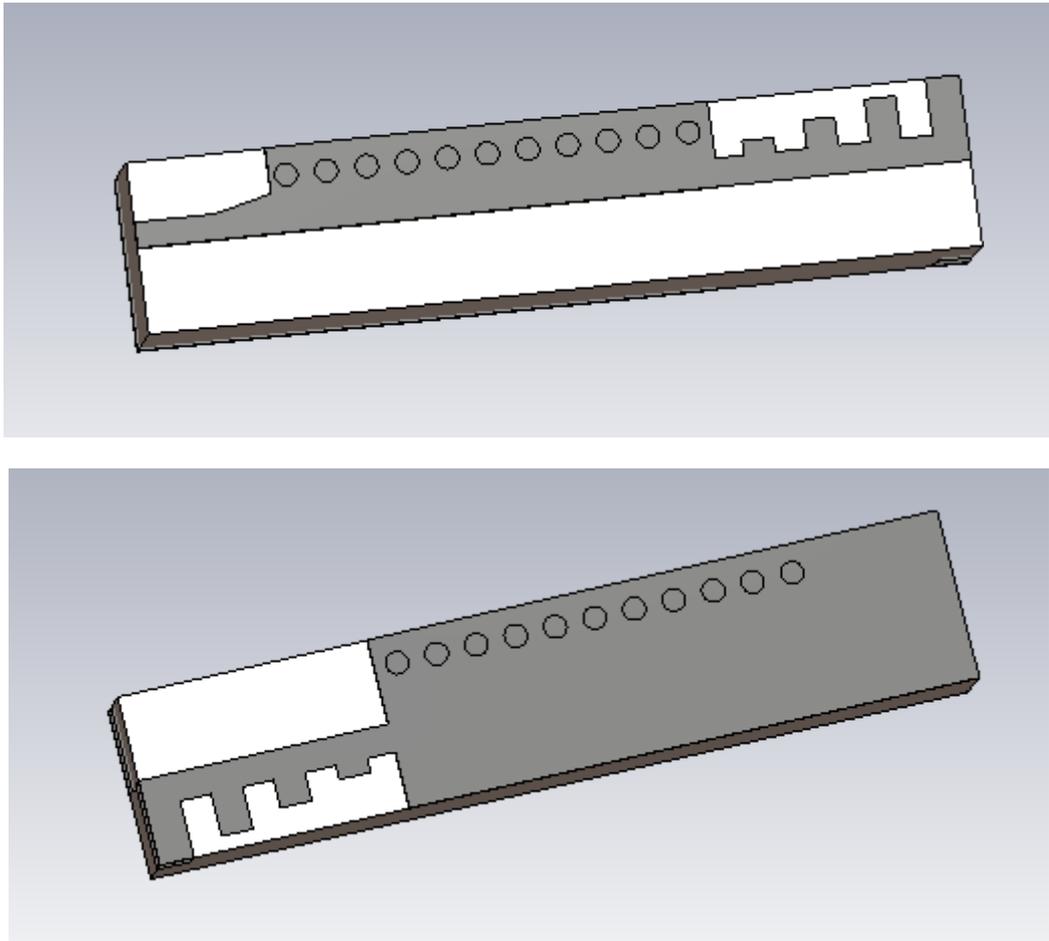


Figure III.24 : Structure d'antenne demi-mode réaliser

La représentation de paramètre S11 dans la bande [45-85] GHz :

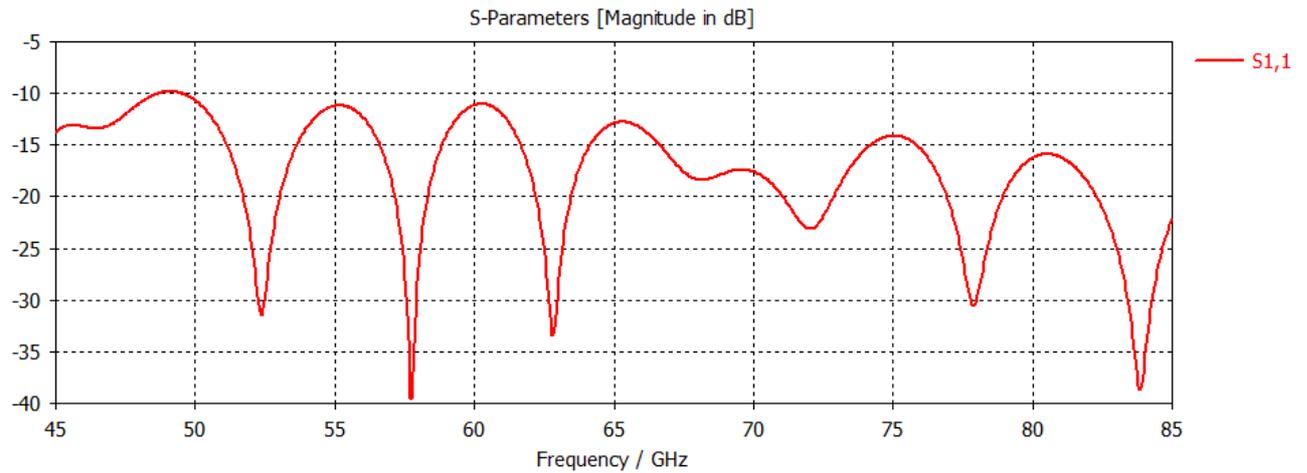
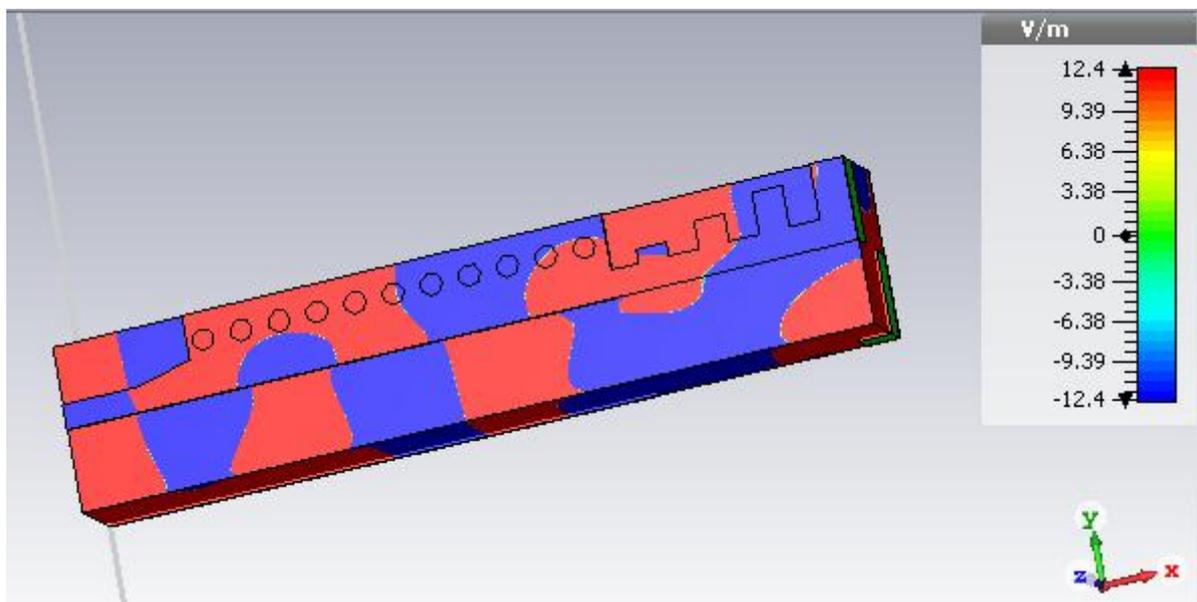


Figure III.25: Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne demi-mode à base de substrat en bande V.

Ce qu'on peut le remarquer d'après la figure.III.25 le coefficient de réflexion est d'environ à -40dB pour une fréquence équivalente à 57 GHz.

7.2.2 Distribution de champ :

La figure suivante, illustre la distribution du champ électrique dans l'antenne pour une fréquence de 53 GHz :



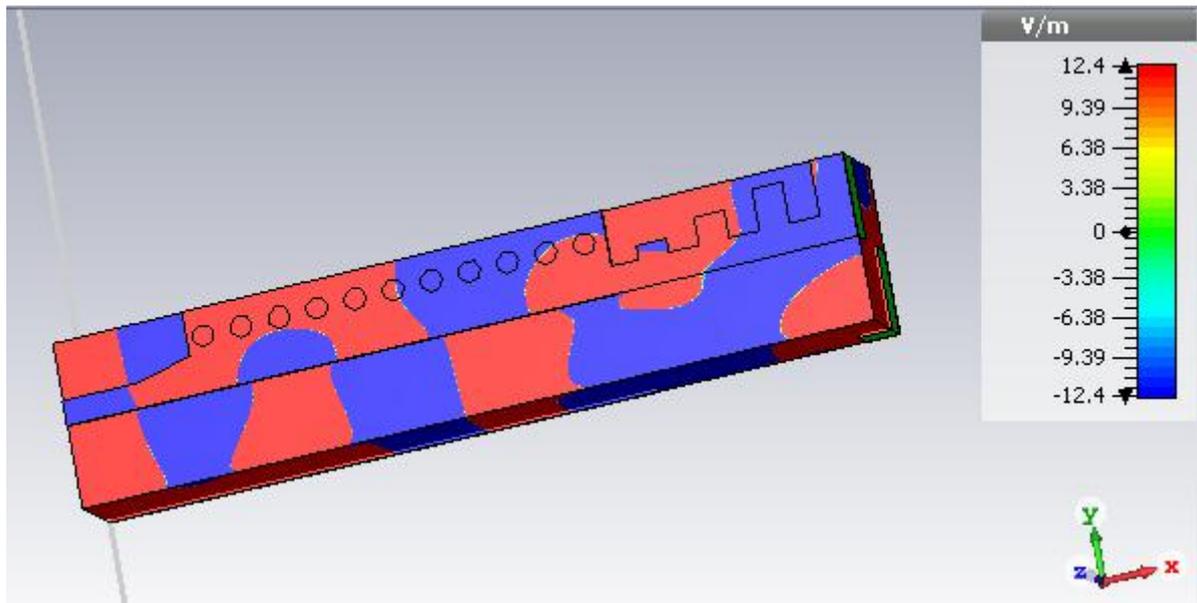
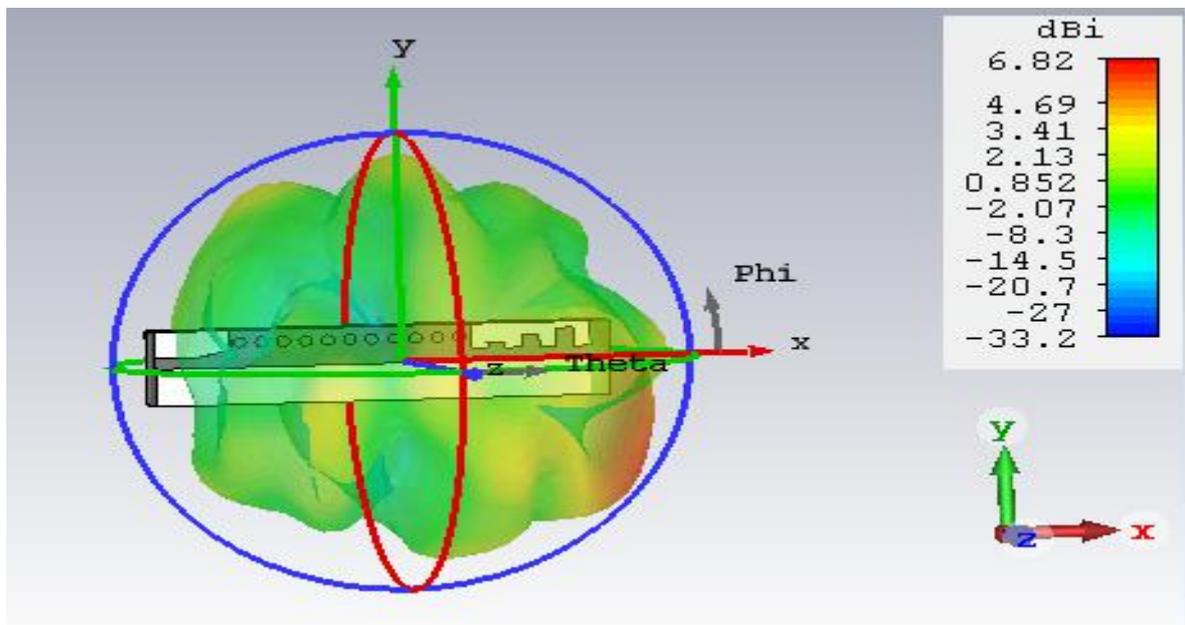


Figure .III.26. Distribution du champ de l'antenne Demi-mode à 4 tiges

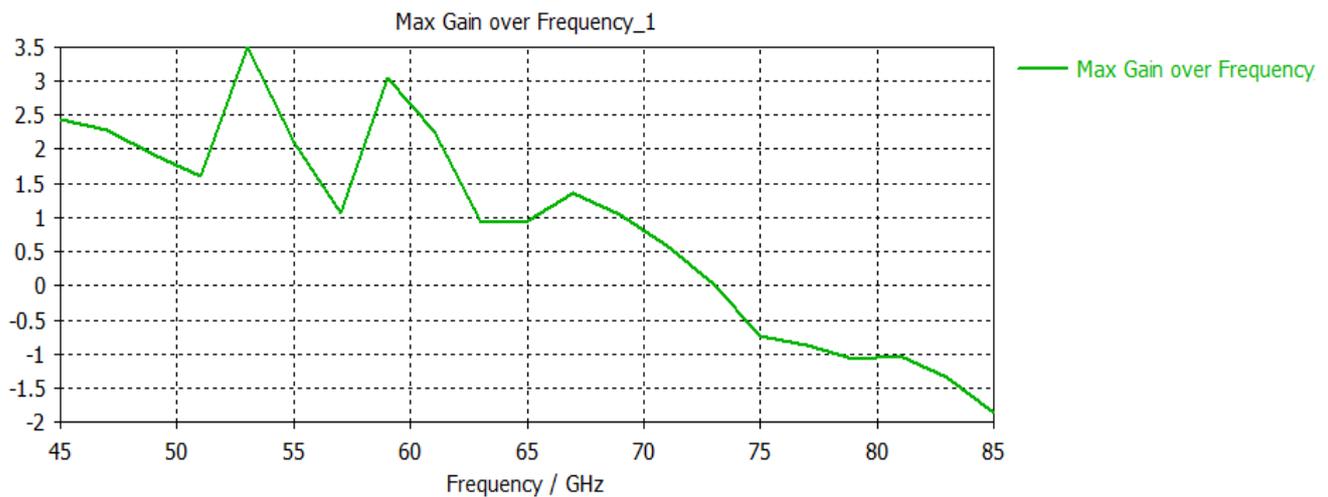
Nous remarquons que le champ électrique est bien présenté ce qui signifie le bon rayonnement de l'antenne pour une fréquence de 53GHz.

7.2.3 Diagramme de rayonnement :

La figure suivante figure .III.27 présente le diagramme de rayonnement de l'antenne pour une fréquence de 53GHz :



(a)



(b)

Figure. III.27. La représentation de directivité d'antenne Demi_mode en bande V, (a) en 3D (b) son gain.

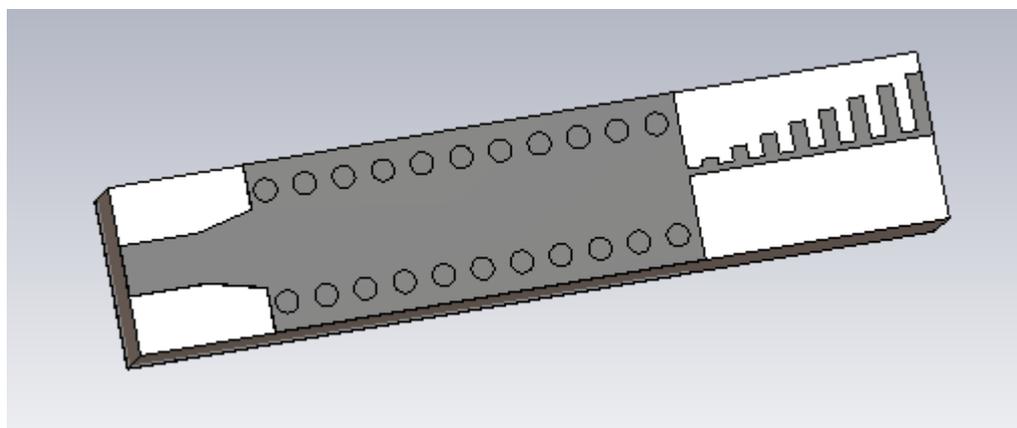
Ce qu'on peut remarquer d'après l'analyse de ses résultats que le gain simulé est maximal à une valeur de 3.5 dB pour une fréquence égale à 53 GHz. La directivité est maximale d'une valeur de 6.82 dB.

8 Antenne SIW à huit tiges :

8.1 Résultats de simulation :

8.1.1 Géométrie d'antenne SIW en bande V :

Cette deuxième antenne est similaire à l'antenne précédente sauf qu'on va rajouter des tiges à la sortie d'antenne (8 tiges), la structure est représentée sur la figure en dessous :



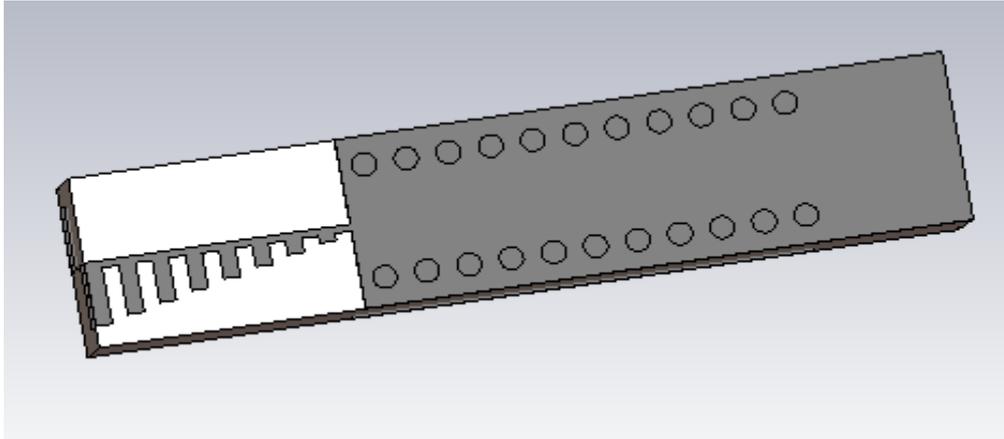


Figure III.28 : Représentation de la structure d'antenne à huit tiges

Voici la figure suivante qui schématise le coefficient de réflexion présentant sur la bande V[45-85] GHz :

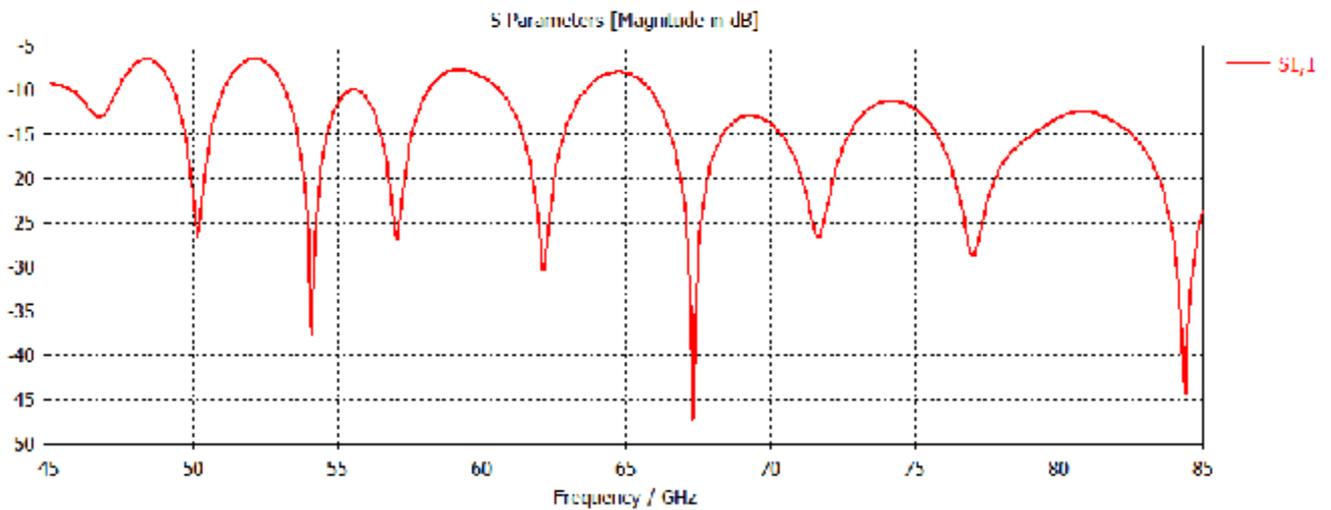


Figure III.29 : Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne à 8 tiges à base de substrat en bande V.

Ce qu'on peut le remarquer d'après la figure.III.29 dont le coefficient de réflexion est d'environ -47 dB pour une fréquence équivalente à 66 GHz.

8.1.2 Distribution de champ :

La distribution du champ électrique pour cette antenne est représentée sous la figure suivante :

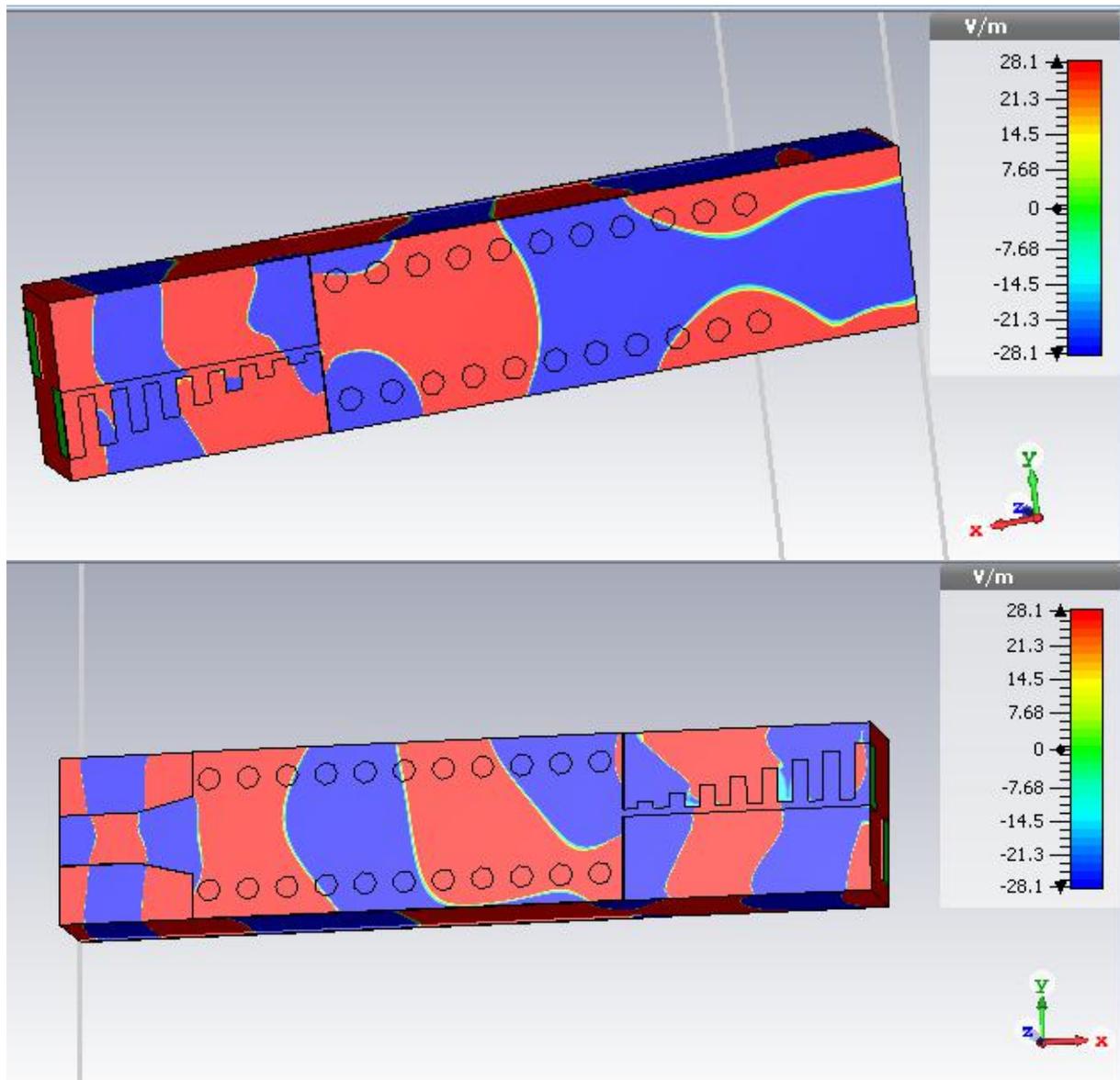


Figure III.30 : Distribution du champ de l'antenne huit-tiges

Nous remarquons que le phénomène de propagation du champ électrique est bien localisé pour la fréquence 75GHz.

8.1.3 Diagramme de rayonnement :

Nous observons à partir de la figure ci-dessus le diagramme de rayonnement à la fréquence de 75GHz.

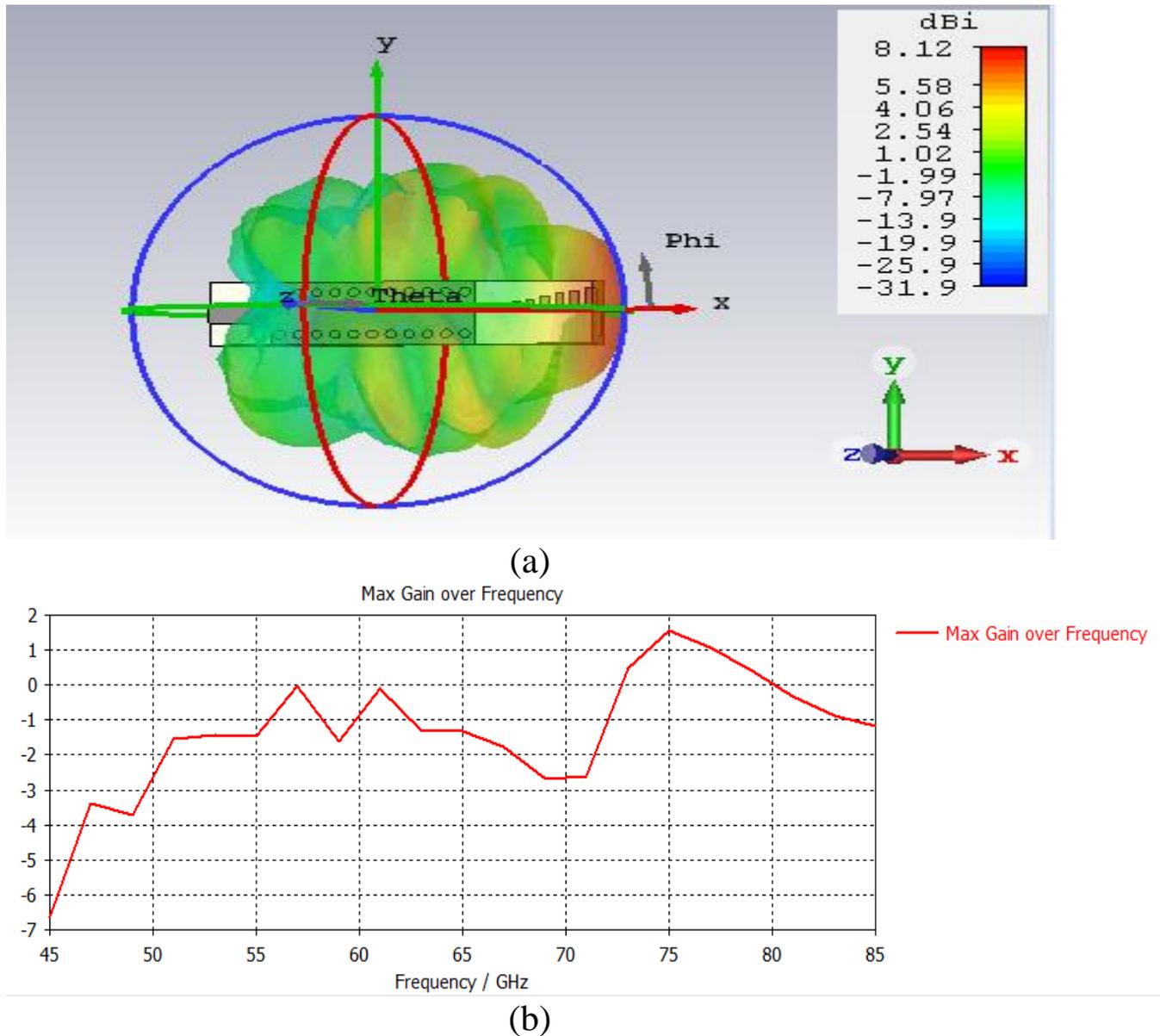


Figure. III.31. La représentation de la directivité d'antenne à huit tiges en bande V , (a) en 3D (b) son gain.

D'après la figure III.31. Nous constatons que la variation du gain est proportionnelle à la variation au niveau d'échelle fréquentielle, dont le gain atteint son max pour 1.56dB. À une fréquence équivalente à 75 GHz. Et une directivité maximale égale à 8.12.

9 Antenne SIW Demi-Mode à 8 tiges :

9.1 Résultats de simulation :

9.1.1 Géométrie d'antenne SIW en bande V :

On va réaliser la structure demi-mode d'antenne à huit tiges :

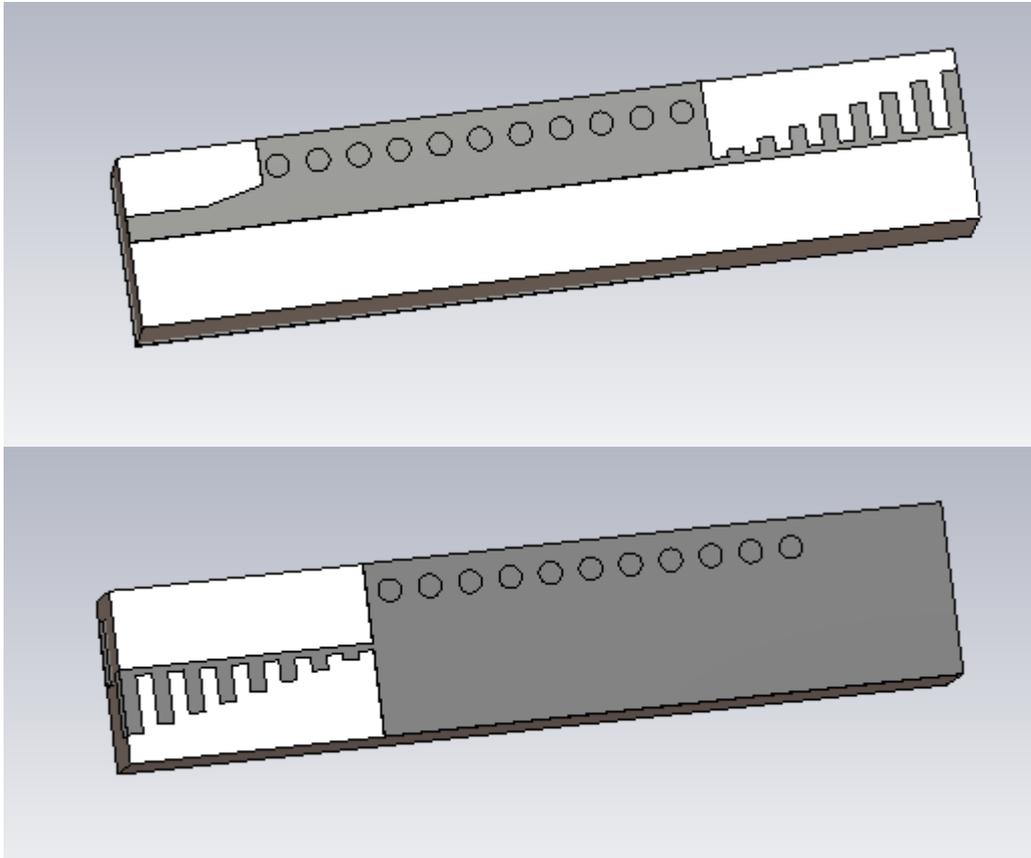


Figure. III.32. La représentation de structure d'antenne Demi-mode à huit tiges

La simulation de cette structure nous permet d'obtenir les résultats suivants :

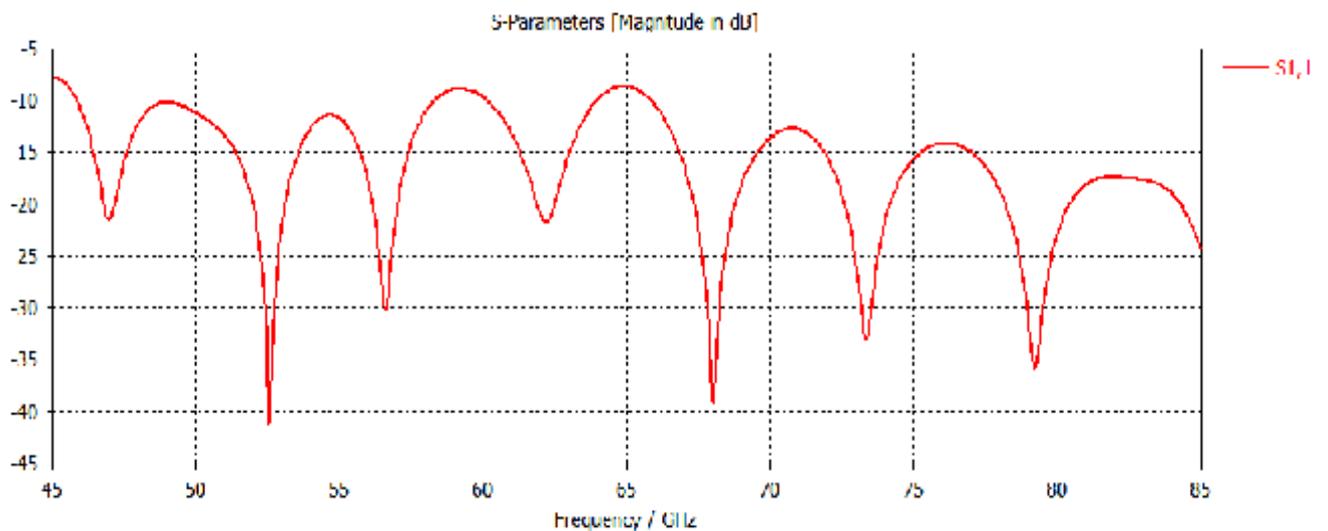


Figure III.33: Coefficient de réflexion S_{11} en fonction de la fréquence pour une antenne Demi-mode à 8 tiges à base de substrat en bande V.

Ce qu'on peut le remarquer d'après la figure.III.33 dont le coefficient de réflexion est d'environ -41.25 dB pour une fréquence équivalente à 52.56 GHz.

9.1.2 Distribution de champ :

La figure suivante, illustre la distribution du champ électrique dans l'antenne pour une fréquence de 53 GHz :

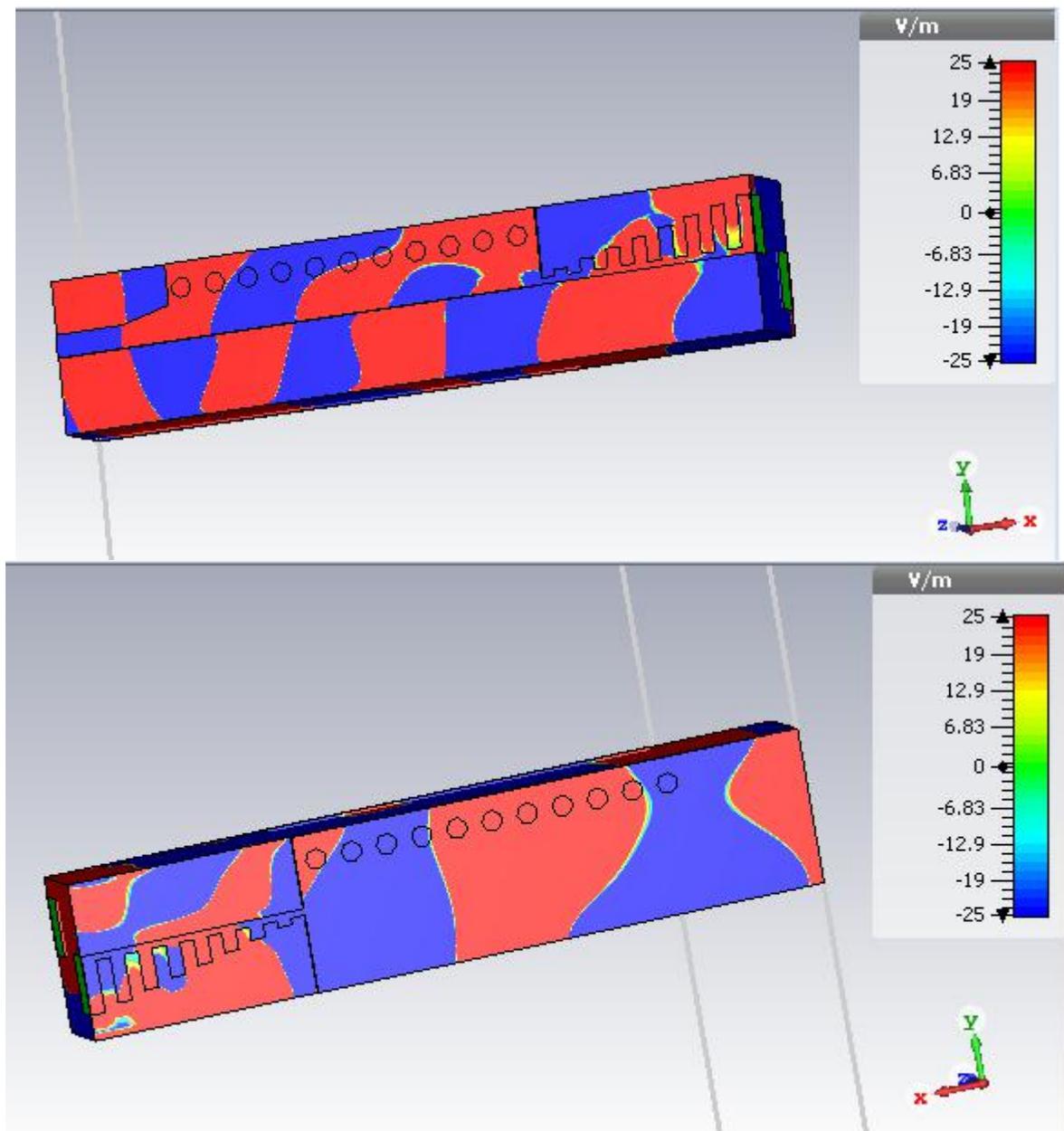
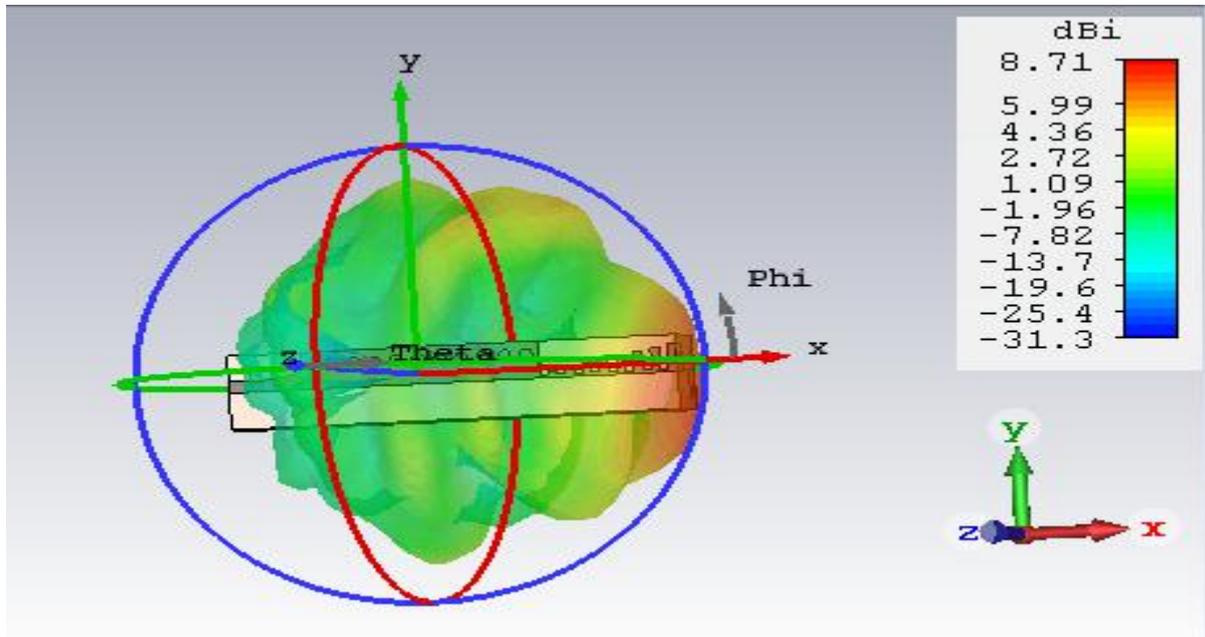


Figure III.34 : Distribution du champ de l'antenne Demi-mode à huit-tiges

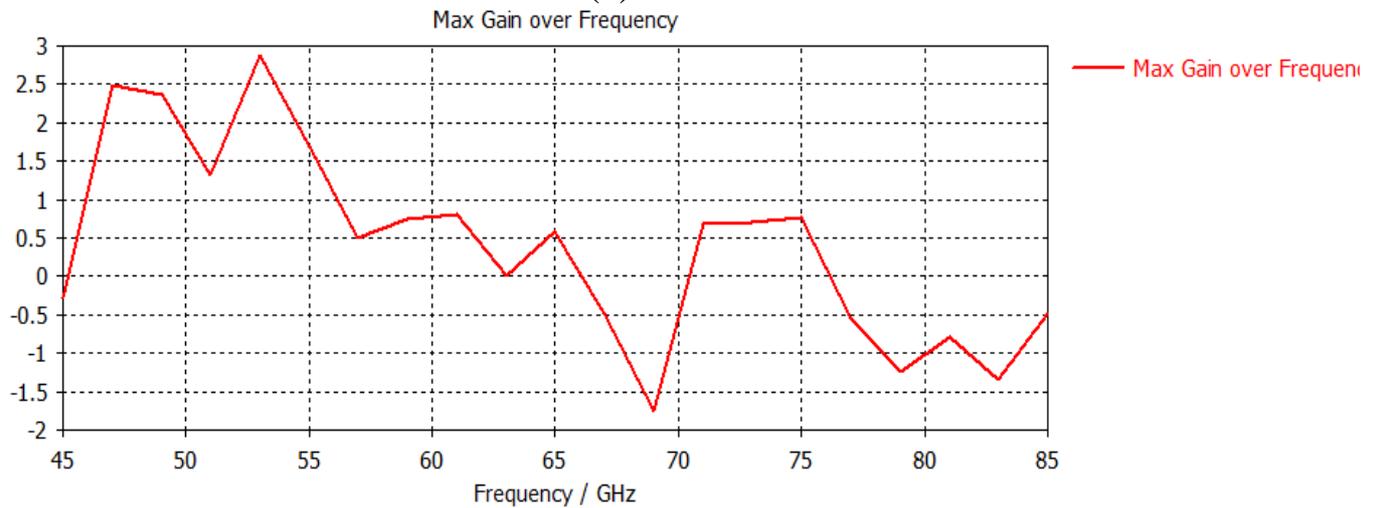
Ce qu'on peut l'observer que la distribution du champ électrique bien marquante au niveau de taper.

9.1.3 Diagramme de rayonnement :

Le diagramme de rayonnement d'antenne dans cette bande est équivalent à celui qui est représenté ci-dessous :



(a)



(b)

Figure. III.35. La représentation de la directivité d'antenne Demi-mode à huit tiges en bande V, (a) en 3D (b) son gain.

Nous observons dans l'analyse de la figure III.35 que le gain simulé est représenté tout le long de la bande dont le coefficient de réflexion atteint une valeur maximale d'environ 2.74 dB pour une fréquence de 53 GHz.

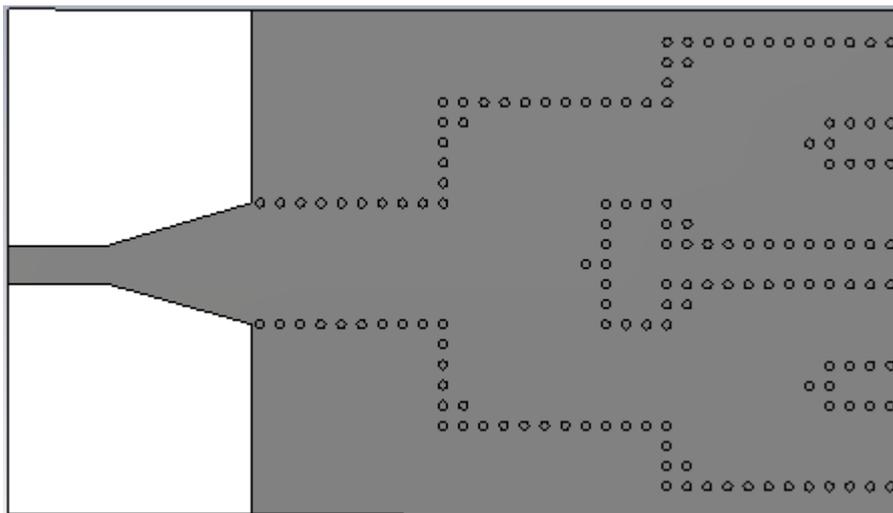
10 Diviseur de puissance :

Le diviseur de puissance est un dispositif principalement utilisé dans le domaine de la technologie radio leur fonction principale est de combiner ou diviser deux ou plusieurs signaux radiofréquences avec un certain ratio de puissance.

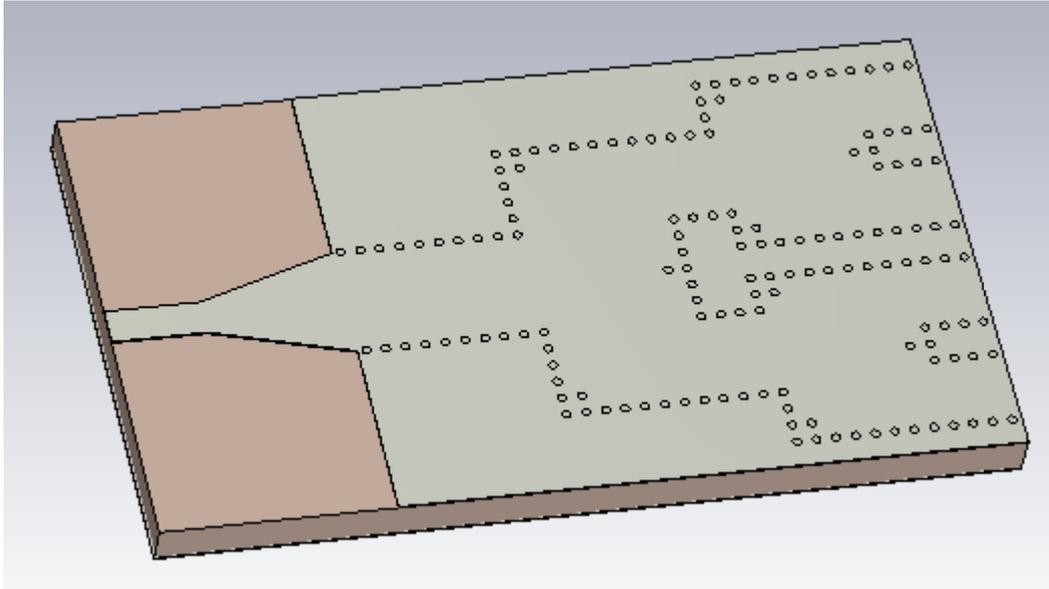
Les diviseurs sont utilisés dans de nombreux circuits, notamment les mélangeurs, les amplificateurs équilibrés et les circuits d'alimentation des antennes. Ces composants sont généralement très limités par les contraintes liées à la technologie de fabrication des circuits. En particulier, les diviseurs utilisés à des fréquences micro-ondes sont généralement des structures passives.

10.1 Structure de diviseur de puissance 1x4 :

Le diviseur de puissance 1x4 est structuré par les dimensions suivantes : le diamètre de via d , la distance entre vias WSIW, la largeur de diviseur est h . Sur la figure ci-dessous :



(a)



(b)

Figure. III.36. Structure d'un diviseur de puissance 1x4, (a) vue front, (b) vue perceptive.

La figure suivante schématise le coefficient de réflexion sur la bande V[45-85]GHz :

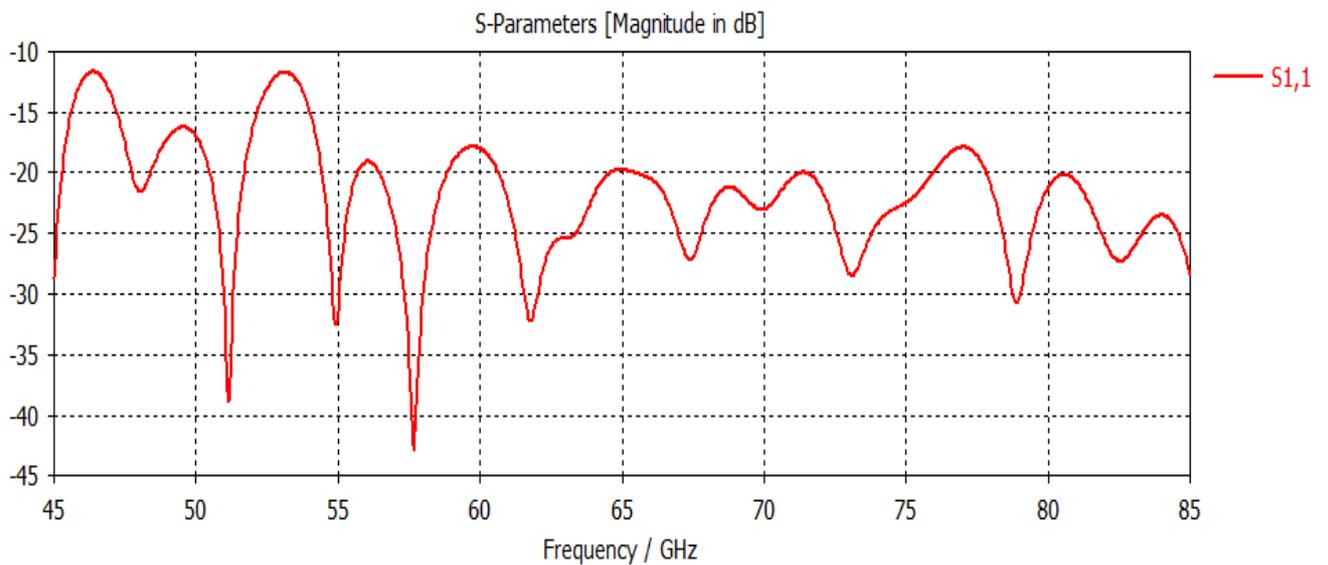


Figure. III.37. Paramètres S de diviseur de puissance 1x4.

Ce qu'on peut le remarquer d'après la figure.III.37 dont le coefficient de réflexion est d'environ -42.92 dB pour une fréquence équivalente à 57.68 GHz.

10.2 Distribution du champ électrique :

La distribution du champ électrique pour un diviseur de puissance de forme 1x4 est représentée sous la figure suivante :

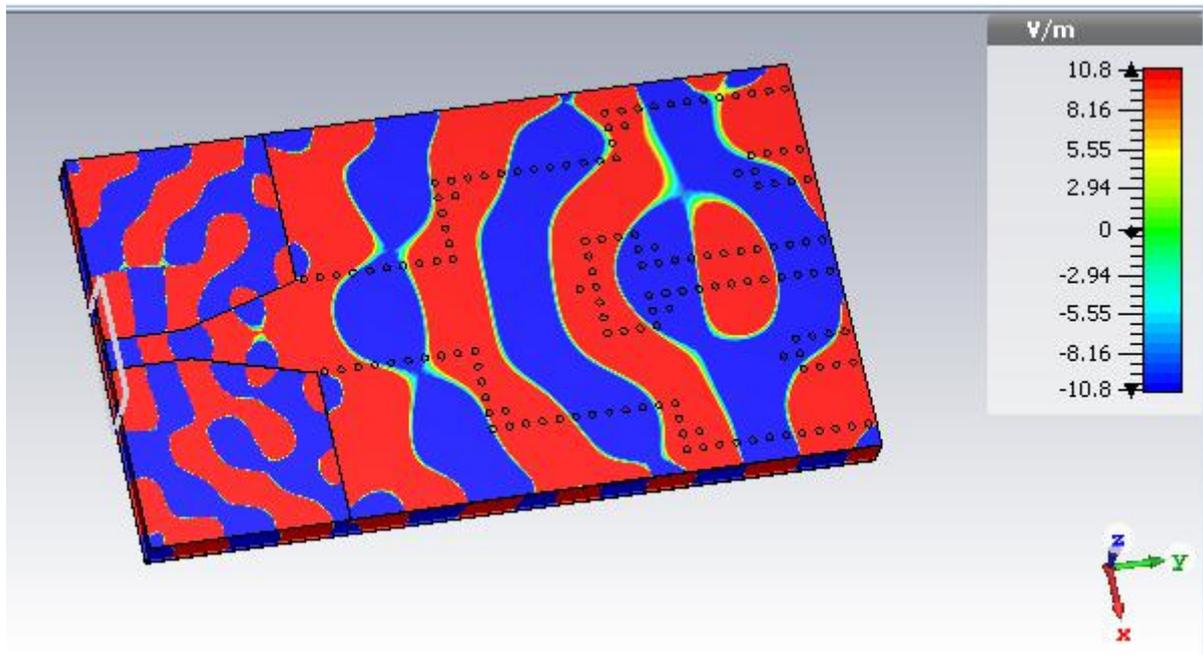


Figure. III.38. Distribution de champ de diviseur de puissance 1x4.

Ce qu'on peut le remarquer d'après l'analyse de la figure que la distribution du champ électrique bien marquante au niveau de taper et elle est bien confiné dans les diviseurs. Les vias métalliques permis une répartition équitable du champ.

11 Réseau d'antenne 1x4 en SIW :

11.1 Définition d'un réseau d'antennes :

Un réseau d'antennes est un assemblage d'antennes élémentaires identiques (antennes filaires, cornets, patchs) avec la même orientation, disposées selon une forme donnée et excitées par un système d'alimentation, afin de créer un rayonnement de forme particulière. Le rayonnement résultant est la superposition des rayonnements provenant de chaque élément, la puissance rayonnée est donc plus grande. Le diagramme de rayonnement d'un réseau d'antenne est plus étroit que celui d'une antenne élémentaire, sa directivité et son gain sont aussi importants, c'est pour ces avantages que les systèmes de télécommunication récents utilisent les réseaux d'antennes comme dispositifs d'émission et de réception [39,40].

11.2 Conception d'un réseau d'antennes en bande V sous CST :

Dans cette partie, nous allons effectuer la conception d'un réseau d'antenne alimenté par un diviseur de puissance 1x4.

Le système suivant présenté sur la figure ci –dessous est composé de quatre antennes, ce qui est du bien que les quatre antennes sont identiques et symétriques et d'efficacité. Grâce à la symétrie des systèmes, les bandes passantes obtenues sont sensiblement identiques pour chaque voie.

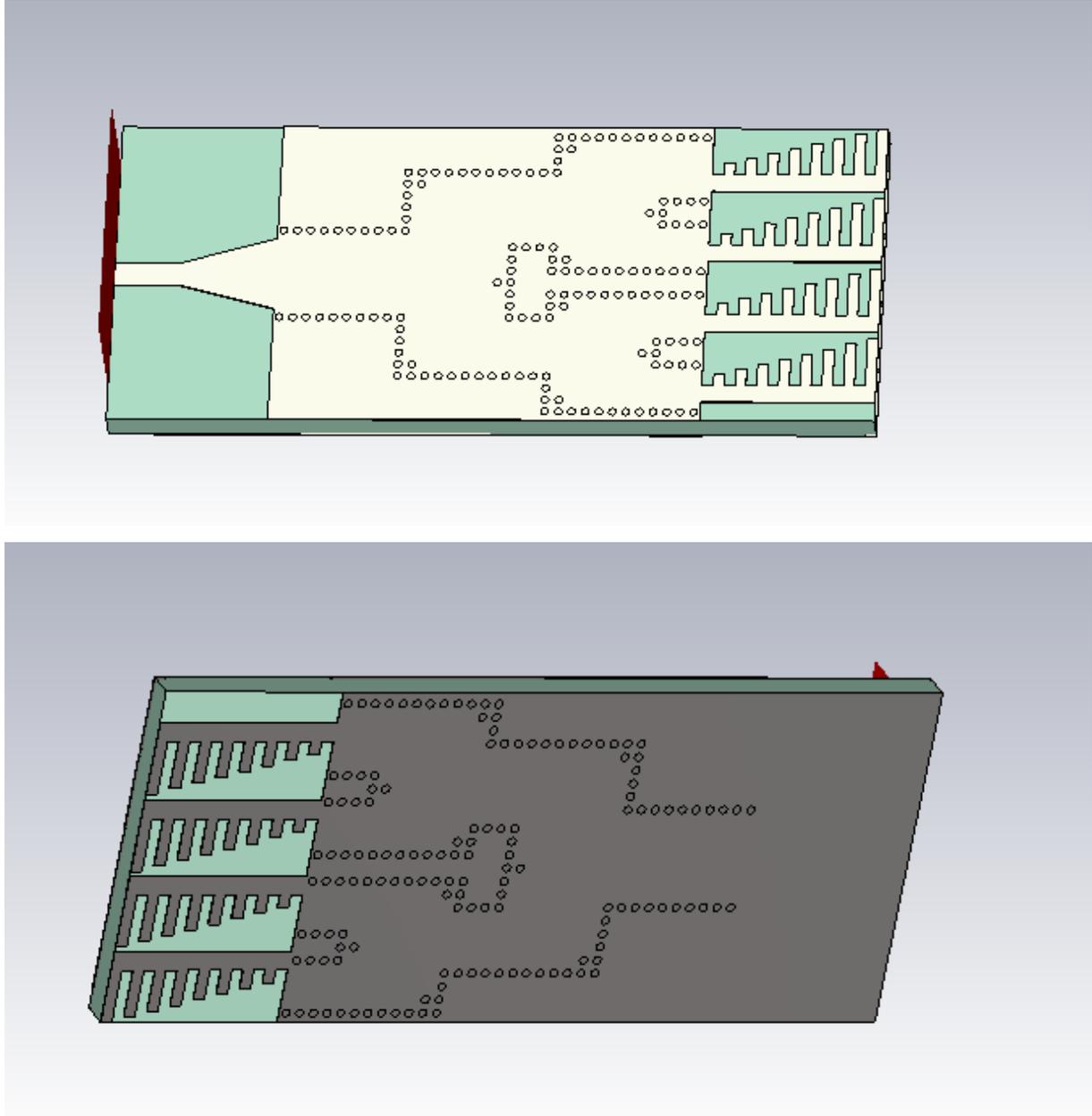


Figure. III.39. Structure d'un réseau d'antennes SIW.

La simulation de la structure suivante en bande V permet d'obtenir les résultats suivants :

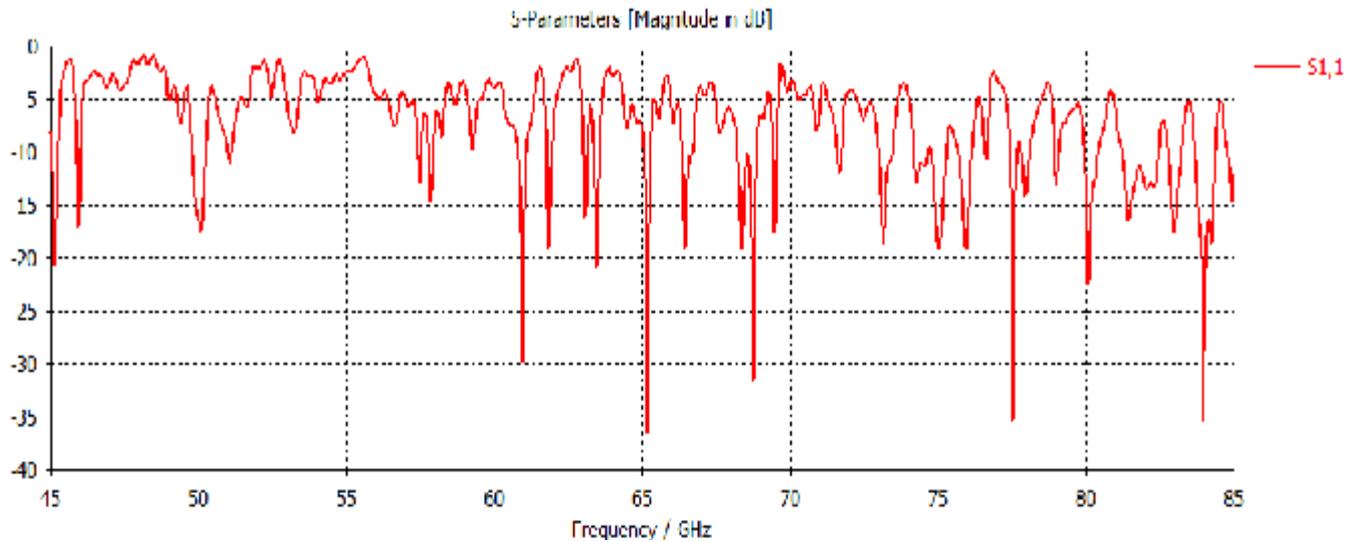


Figure. III.40. Paramètres S de réseau SIW

Ce qu'on peut le remarquer d'après la figure.III.40 que le réseau est adapté puisqu'il représente un coefficient de réflexion qui peut aller jusqu'au les -36.54 dB dont la fréquence de résonance est égale à 65.15 GHz.

11.3 Distribution du champ électrique :

La distribution du champ électrique de ce réseau est présentée sous la figure suivante :

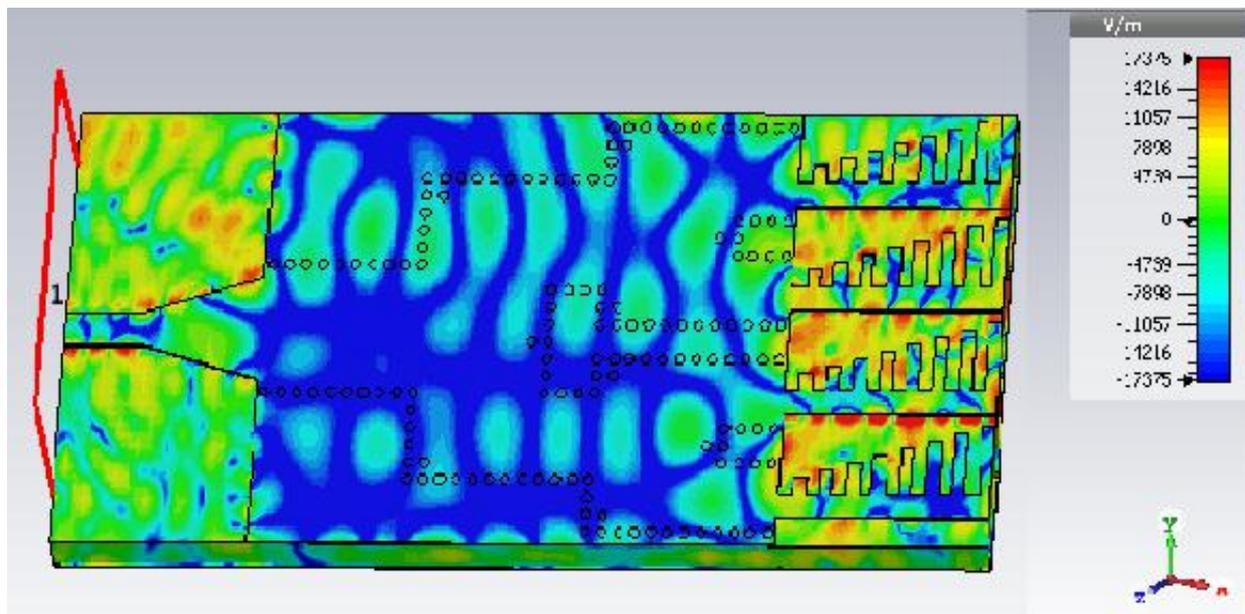
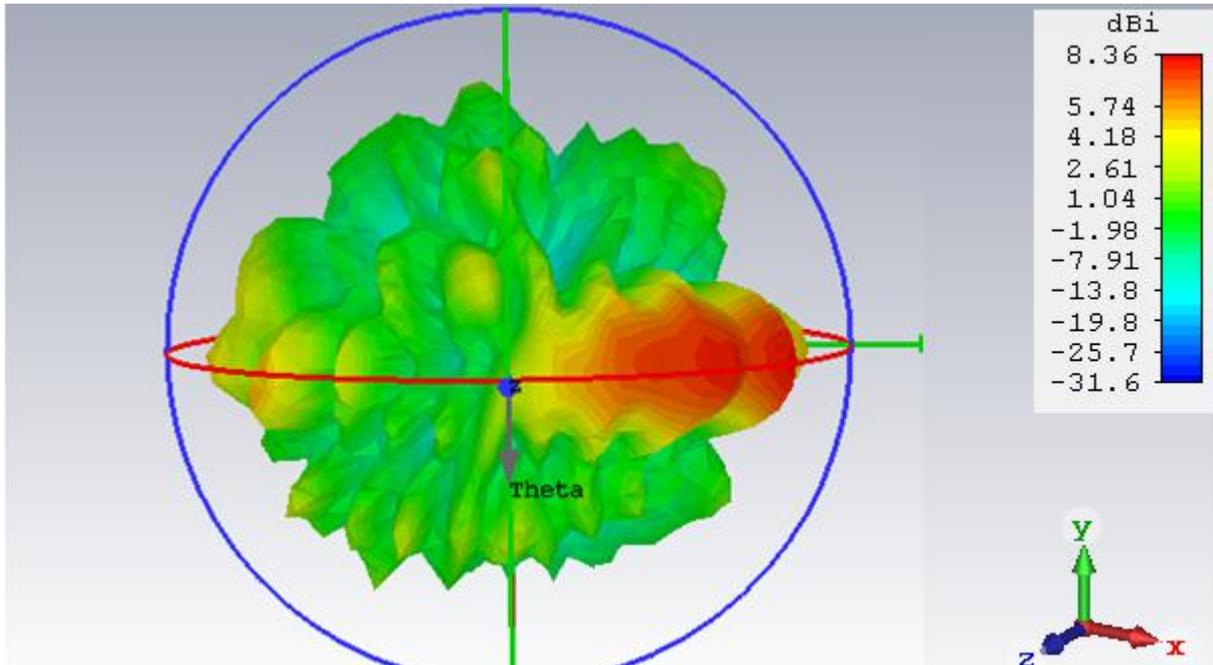


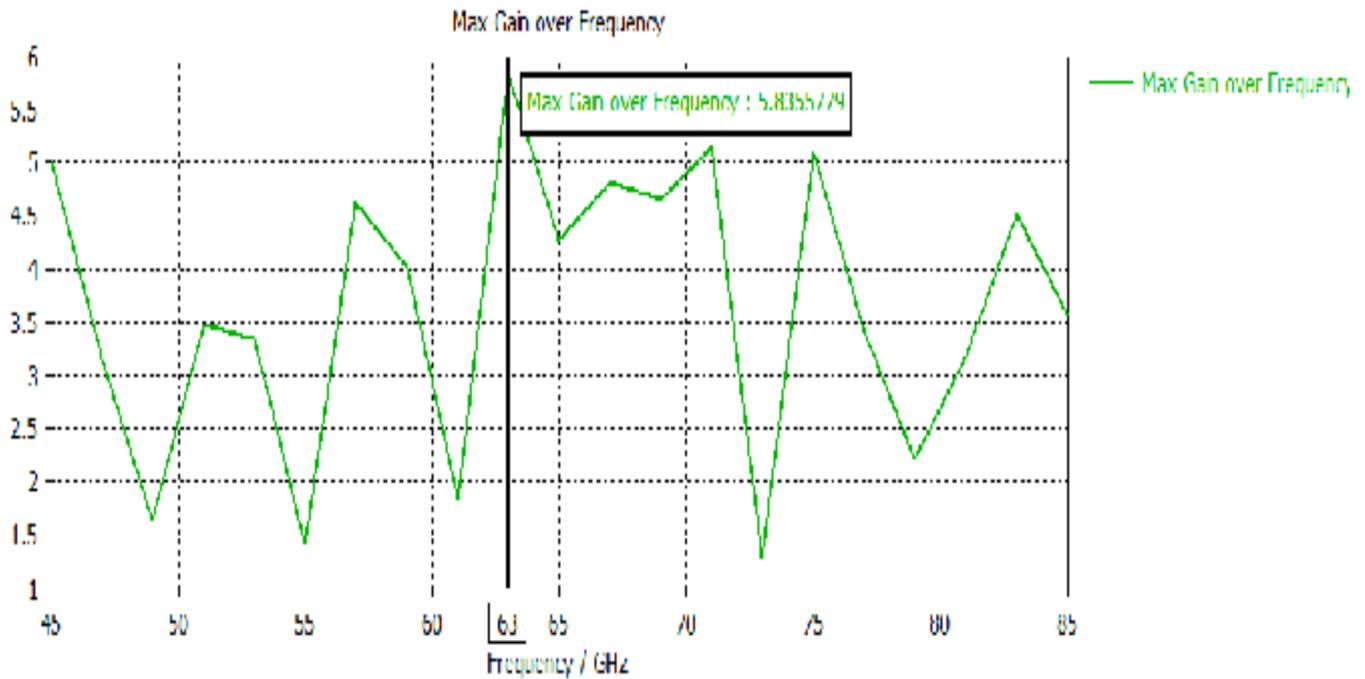
Figure. III.41. Distribution du champ E de réseau SIW.

11.4 Diagramme de rayonnement :

Nous allons par la suite introduire le diagramme de rayonnement de ce réseau qui est alimenté par un diviseur de puissance de 1x4 dont la fréquence est égale à la figure ci-dessous nous donne l'exemple :



(a)



(b)

Figure. III.42. (a) Diagramme de rayonnement de réseau d'antenne SIW ; (b) Gain.

Ce qu'on peut le remarquer d'après l'analyse de ses résultats que le gain simulé est maximal a une valeur de 5.83 dB, Pour une fréquence égale à 63 GHz. La directivité est proportionnelle au gain, elle peut avoir une valeur de 8.36dB.

12 Conclusion :

Sur ce chapitre nous avons mis en pratique les structures des guides d'ondes et des antennes à la base de SIW/HMSIW à l'aide du logiciel de simulation CST MICROWAVE STUDIO.

Lors de notre étude nous avons présenté la démarche à suivre pour la conception d'un guide d'ondes en technologie SIW sans taper et après nous avons insérer un taper au SIW afin d'améliorer l'adaptation dans les bandes S [2-4] GHz, C[4-8]GHz et V[45-85]GHz.

Ensuite nous somme passé à la simulation des antennes avec le guide d'onde SIW et HMSIW et présenter leurs principes de rayonnement.

La dernière partie est réservée à la conception et la simulation d'un réseau d'antennes à la base de la technologie SIW pour imagerie passive on employant le diviseur de puissance opérant en bande V. Nous pouvons dire qu'il y a un bon accord entre les résultats obtenus.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Les travaux réalisés dans le cadre de ce mémoire ont été consacrés à la conception de nouvelle forme de réseau d'antenne SIW pour imagerie passive dans le domaine d'imagerie passive à haute performance, il s'intéresse cependant à une nouvelle technologie appelée guide d'onde intégré au substrat SIW, cette technologie a été appliquée sur de différents composants actifs (transistors, amplificateurs...) et notamment passifs (antennes, filtres..) pour ses nombreux avantages conciliants entre haute performance et sa facilité d'intégration ainsi que la qualité et le prix.

L'objectif de premier chapitre est de parler des généralités sur des antennes qui sont des éléments indispensables pour assurer une opération d'émission ou de réception des ondes électromagnétiques dans l'atmosphère terrestre ou dans l'espace elles sont présentées dans tous les systèmes de communication sans fil. Ainsi de parler de leur rôle et leurs principes de rayonnement et cité des différents types d'antennes et leurs caractéristiques, ensuite nous avons présenté les types des guides d'ondes classiques avec les équations de Maxwell.

Le deuxième chapitre nous avons été dédié principalement pour détailler la nouvelle technologie des guides d'onde intégrés au substrat SIW, et cités quelques antennes qui fonctionnent avec cette technologie moderne, Puis nous avons défini l'imagerie passive et parler des techniques d'acquisition des signaux.

Enfin, le troisième chapitre a été consacré à la présentation des résultats de simulation que nous avons réussis à réaliser utilisant logiciel CST MICROWAVE STUDIO qui porte sur la conception des guides SIW opérant dans les bandes S[2-4] GHz et C[4-8] GHz et V [45-85] GHz ainsi que le demi mode HMSIW à base de ces guides d'ondes nous avons réalisés un réseau d'antenne opérant dans la bande V.

Les résultats obtenus s'avèrent très intéressants et montrent l'intérêt de l'utilisation des antennes à base des guides d'ondes SIW avec un gain élevé pour des applications d'imagerie passive.

Ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances sur la théorie de conception des antennes, et de découvrir une nouvelle technologie très prometteuse pour son faible coût et ses performances assez satisfaisantes ainsi que l'utilisation du logiciel CST MICROWAVE STUDIO.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Les cours de l'Ecole Supérieur d'Electricité, ISBN 2-7298-0497April, 2001 HELIER, M. :
Techniques micro-ondes, Structures de guidage, dispositifs passifs tubes micro-ondes.
Ellipses, Collection Technosup.
- [2] Mémoire présenté par Hafedh Ben IBRAHIM GAHA obtenir le diplôme de Magister en
ingénierie, thème: « Analyse et Conception des Antennes Fractales Applications aux
Télécommunications Large Bande » INPT-ENSEEIH de Toulouse & UTM-ENI de
Tunis Juillet 2007.
- [3] Zaoui Bachir : « Modélisation d'une antenne micro ruban compacte » Soutenu le
02/06/2015. Mémoire de Master en Système Télécommunications, Université des
Sciences et de la Technologie. UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR – EL
OUED.
- [4] Abderrahmane Agouzoul; " Conception et réalisation d'une antenne à résonateur
diélectrique à 60 GHZ pour les applications souterraines "; Mémoire présenté pour
obtenir le diplôme de Magister en ingénierie, Université du Québec, Aout 2013.
- [5] Belainine Fayçal Abderahmen, Salmi Mohamed Arezki;" Etude de la miniaturisation des
antennes par repliement – Application pour la conception d'une antenne 2.4 GHZ ";
Mémoire de Master en Système Télécommunications, Université des Sciences et de la
Technologie Houari Boumediene, 2013-2014.
- [6] HELIER, M. : Techniques micro-ondes, Structures de guidage, dispositifs passifs tubes
micro-ondes. Ellipses, Collection Technosup -Les cours de l'Ecole Supérieur
d'Electricité, ISBN 2-7298-0497April, 2001
- [7] Benabadji Selma, Lallam Chafika; " Conception et modélisation d'une antenne
microruban compacte pour une utilisation dans les terminaux mobile "; Mémoire présenté
pour obtenir le diplôme de Master en Télécommunications, Université Abou Bekr
Belkaid Tlemcen, 2012.
- [8] GROSSE, C. ; TIRADO, M. : Animating field lines. Education, IEEE Transactions on.
Vol. 39, Issue 1, Feb. 1996. pp. 69-76.
- [9] DARKO, K., J. ; GERALD J., A.: Plotting Vector Fields with a Personal Computer. IEEE
TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Vol. MTT-35,
N. 11, November 1987. pp.1069-1072.

- [10] STALLING, D.; ZOCKLER, M.; HEGE, H.-C : Fast display of illuminated field lines. Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on. Vol. 3, Issue 2, June 1997. pp. 118–128.
- [11] CHERIFI Hakima, MIRAOUI Lemya « Conception des Nouvelles Configurations des Filtres Hyperfréquences par Technologie SIW » Université de Tlemcen, Faculté de Technologie, juin 2017.
- [12] Michel Hulin - Electromagnetisme 1 _ les equations de Maxwell-Armand Colin (1971).pdf
- [13] Conception et Optimisation des Composants Compacts en Technologie Guides d'Ondes Intégrés aux Substrats (GIS) Université Dr. Tahar Moulay – Saida Faculté de la Technologie Département d'Electronique.
- [14] Li Yan et al., "Simulation and experiment on SIW slot array antennas," Microwave and Wireless Components Letters, IEEE, vol. 14, no. 9, pp. 446-448, Sept 2004.
- [15] Benabdelhak Meriem Chahinez « Conception et étude paramétrique d'une antenne patch SIW à fentes dans la bande Ku»Université Abderrahmane Mira de Bejaia Département de Génie électrique.
- [16] Daniels, R.C., Heath, R.W., « 60 GHz wireless communications emerging requirements and design recommendations », IEEE, 2007.
- [17] Grigoropoulos, N., Izquierdo, B.S., Young, P.R., «Substrate integrated folded waveguides (SIFW) and filters », IEEE, 2005.
- [18] L. Yan and W. Hong, "Investigations on the Propagation Characteristics of the Substrate Integrated Waveguide Based on the Method of Lines," Proc. Inst. Elect. Eng. H, vol. 152, no ' <https://ieeexplore.ieee.org/document/6204055> ' .
- [19] Ettien Lazare Kpré. Contribution à l'étude de techniques de codage analogique pour l'imagerie microonde active et passive. Traitement du signal et de l'image [eess.SP]. Université de Limoges, 2017.
- [20] Peichl, M., Dill, S., Jirousek, M., Süß, H., "Microwave Radiometry - Imaging Technology and Applications", Proc. of WFMN 2007, ITG conference on Wave Propagation in Communication, Microwave Systems and Navigation, Review Lecture, Chemnitz, Germany, CD-ROM (2007).

- [21] K. Mizuno et al., “New applications of millimeter-wave incoherent imaging,” in Microwave Symposium Digest, 2005 IEEE MTT-S International, 2005, p. 4–pp.
- [22] S. Sugawara, Y. Maita, K. Adachi, K. Mori and K. Mizuno, “Characteristics of a MM-Wave Tapered Slot Antenna with Corrugated Edges,” IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., pp.533-536, June 1998
- [23] H. Sato, K. Sawaya, Y. Wagatsuma and K. Mizuno, “Design of Narrow-width Fermi Antenna with Circular Radiation Pattern,” IEEE AP-S International Symposium on Antennas and Propagation Digest, vol. 4, pp. 4312-4315, Monterey, June 2004
- [24] M. Joung, Y. Suzuki, T. Tanaka, K. Kagaya, K. Watanabe, S. Kim, Y. Nakayama, R. Ishikawa, Y. Wagatsuma, and K. Mizuno, “Passive Millimeter-Wave Imaging Using a 2-Dimensional Antenna Array,” Proc. 2003 Asia-Pacific Microwave Conf., pp. 1284-1287 (TEP41), Seoul, Nov. 2003.
- [25] M. E. Tiuri, “Radio Astronomy Receivers,” IEEE Trans Antennas Propagat., vol. 12, pp. 930-938, Dec. 1964.
- [26] K. Mizuno et al., "Millimeter-Wave Imaging Technologies and Their Applications," 2007 IEEE International Vacuum Electronics Conference, Kitakyushu, 2007, pp. 1-2. doi : 10.1109/IVELEC.2007.4283195
- [27] J. Richter, D. Notel, F. Kloppel, J. Huck, H. Essen, and L. Schmidt, “A multi-channel radio meter with focal plane array antenna for W-band passive millimeter wave imaging,” in Microwave Symposium Digest, 2006. IEEE MTT-S International, 2006, pp. 1592–1595.
- [28] G. Gaussorgues, La thermographie infrarouge : principes, technologie, applications, Edition Technique & Documentation, 1999 (4° Ed.).
- [29] R. J. Mailloux, Electronically Scanned Arrays, Synthesis Lectures on Antennas. Morgan & Claypool Publishers, 2007. [Online]. Available : <http://dx.doi.org/10.2200/S00081ED1V01Y200612ANT006>
- [30] R. Rincon et al., “Digital Beam forming Synthetic Aperture Radar Developments at NASA Goddard Space Flight Center,” 2016.
- [31] G. Babur, G. O. Manokhin, A. A. Geltser, and A. A. Shibelgut, “Low-cost Digital Beamforming on Receive in Phased Array Radar,” IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2017.

- [32] S.-R. Ryu, H. Vardhan, B. Banerjee, and R. Prakash, "Continuous Active Phase Shifter Design and Analysis for Millimeter-Wave Circuits," *IEEE Transactions on Circuits and Systems II : Express Briefs*, vol. 60, no. 10, pp. 627–631, Oct. 2013.
- [33] S. J. Kim and N.-H. Myung, "A new active phase shifter using a vectorsum method," *IEEE microwave and guided wave letters*, vol. 10, no. 6, pp. 233–235, 2000.
- [34] Ettien Lazare Kpré. Contribution à l'étude de techniques de codage analogique pour l'imagerie microondeactive et passive. Traitement du signal et de l'image [eess.SP]. Université de Limoges, 2017.Français. NNT : 2017LIMO0060. tel-01698747
- [35] K.-E.Peiponen, J. A. Zeitler, and M. Kuwata-Gonokami, Eds., "Terahertz spectroscopy and imaging", Berlin : Springer, 2013.
- [36] Kolinko, V. G. ; Lin, S. H;Shek, A. ; Manning, W. ; Martin, C. ; Hall, M. ; Kirsten, O. ;Moore, J.&Wikner, D. A., "A passive millimeter-wave imaging system for concealed weapons and explosives detection", *Proc. SPIE*, Vol. 5781, pp.85-92, USA 2005.
- [37] C. Martin, S. Clark, J. Galliano, and J. Lovberg, "Advances in millimeter-wave imaging technology for enhanced vision systems," in *Digital Avionics Systems Conference*, 2002. Proceedings. The 21st, 2002, vol. 2, p. 11D4–11D4.
- [38] J. A. Lovberg, C. Martin, and V. Kolinko, "Video-rate passive millimeter-wave imaging using phased arrays," in *Microwave Symposium, 2007. IEEE/MTT-S International, 2007*, pp. 1689–1692.
- [39] R.J.Mailloux *Phased Array Antenna Handbook*, Second Edition Artech House, Inc, 2005.
- [40] W.K. CHEN *The Electrical Engineering Handbook* Elsevier Inc, 2004.

Résumé

A fin de réaliser un réseau d'antenne pour imagerie passive avec technologie SIW à haute performance il est nécessaire d'introduire des antennes de taille compacte et à gain élevé.

Dans ce contexte deux volet seront traité dans ce mémoire la première étape concerne la conception et la simulation des guides d'onde intégré au substrat SIW (Substrate Integrated Waveguide) et au demi mode de ces guides HMSIW (Half mode Substrat Integreted Waveguide) dans les bandes S, C et V. Et la deuxième étape pour la présentation d'antenne alimentée par la technologie SIW transformée en réseau d'antenne pour imagerie passive a haute directivité alimentée avec un diviseur de puissance, dont l'objectif de concevoir et simuler, les performances de ce réseau d'antenne dans la bande V, à l'aide du logiciel de Simulation Microwave studio.

Mots clés :

Imagerie passive, réseaux d'antenne, guide d'onde intégré au substrat SIW, bande S, C, V, CST Microwave studio.

Absract

In order to realize an antenna array for passive imaging with high performance SIW technology, it is necessary to introduce antennas of compact size and high gain.

In this context two aspects will be treated in this thesis the first stage concerns the design and simulation of waveguides integrated into the SIW substrate (Substrate Integrated Waveguide) and the half mode of these HMSIW guides (Half mode Substrat Integreted Waveguide) in the S, C and V bands. And the second step for the presentation of antenna powered by SIW technology transformed into an antenna array for passive imaging with high directivity powered with a power divider, the objective of which is to design and simulate, the performance of this antenna array in the V band, using the Simulation Microwave studio software.

Keywords :

Passive imaging, antenna arrays, waveguide integrated into the SIW substrate, S, C, V band, CST Microwave studio.

ملخص

لتحقيق مجموعة صور سلبية مع تقنية SIW عالية الأداء، من الضروري تقديم ملفات عالية الكسب وصغيرة الحجم. وفي هذا السياق، سيتم تناول جزأين في هذا الموجز. وتتعلق المرحلة الأولى بتصميم ومحاكاة نظام التموجات المدمج في ركيزة SIW (ركيزة متموجة مدمجة) ونصفاً من أدلة HMSIW (ركيزة واقية متموج ذات وضع نصفي) في النطاقات S و C و V. والخطوة الثانية لعرض الهوائي الذي يتم تشغيله بواسطة تقنية SIW التي تم تحويلها إلى مصفوفة هوائي للتصوير ذات الاتجاه العالي الذي يتم تشغيله بواسطة مقسم الطاقة، الذي يهدف إلى تصميم ومحاكاة أداء مصفوفة الملفات هذه في النطاق V، باستخدام برنامج المحاكاة CST ميكروويف.

كلمات مفتاحية :

التصوير السلبي، مجموعة الهوائيات، الدليل الموجي المدمج في ركيزة SIW، النطاق S، C، V، استوديو CST الميكروويف.