



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur

et de la Recherche scientifique

Université Hamma Lakhdar d'El-Oued

Faculté de la Technologie

Département de Génie Electrique



Domaine : Sciences et Technologies

Spécialité : Systèmes de communication

MEMOIRE

Présenté par

Zeghouane Amal & Kheliel Isra & Berrehouma Safa & Bellabidi Wissal

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE MASTER

Intitulé du mémoire :

Conception et simulation d'une antenne Ultra Large Bande

Soutenu en juin 2022 devant le jury compose de :

Dr. ADJGOU Riadh	MAA	Président
Dr. KHALIL Abdelatif	MAA	Examineur
Dr. GHENDIR Said	MAA	Directeur du mémoire

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Louanges abondantes et grands remerciements à Dieu Tout-Puissant pour son aide envers nous et celle d'entre nous est nous dans l'Islam qui nous a exhortés à rechercher la connaissance et l'amour des esprits qui comprennent et cœurs les cœurs et répandent en nous l'espoir pour le grand-père au travail, la louange soit à Dieu.

Félicitations et remerciements à Dieu qui nous a aidés et a accepté d'accomplir ce travail qui, nous l'espérons, sera précieux et utile.

Reconnaissant la bonté de nos qualités, nous adressons donc dans le plus grand sens des remerciements et une grande gratitude ininterrompue à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour achever cette recherche, en particulier en mentionnant à notre honorable professeur "**Dr. Ghendir Said**" qui n'a pas lésiné sur nous avec ses directives et ses conseils continus tout au long de cette période, que Dieu nous récompense pour la meilleure récompense.

J'adresse également nos remerciements et notre gratitude les plus profonds et les plus profonds à nos enseignants.

Dédicace

Mon parcours universitaire est arrivé au terme de l'obtention d'un
Master après épuisement et difficultés

Et me voici en train de conclure ma thèse de fin d'études avec
enthousiasme et vigueur, grâce à Dieu Tout-Puissant.

Et je suis reconnaissant à tous ceux qui ont eu du mérite dans
ma carrière et qui m'ont aidé même un peu.

Au propriétaire d'une biographie parfumée et d'une pensée
éclairée,

il avait le premier crédit pour mes études supérieures

(Mon père), Que Dieu prolonge sa vie.

À celui qui m'a mis sur le chemin de la vie, m'a calmé et m'a nourri
jusqu'à ce que je devienne vieux

(Ma chère mère), Que Dieu prolonge sa vie.

À **mes frères** et **sœurs** qui ont eu un grand impact sur de
nombreux obstacles et difficultés.

Merci à **mon fiancé** pour son aide et son soutien pour moi.

A **mes amis** à qui je témoigne qu'ils sont les meilleurs des
compagnons en toutes choses.

A tous mes **chers professeurs**, Qui n'a pas hésité à m'aider.

Nous n'oublions pas un merci spécial à **mon professeur**
superviseur pour tous les efforts et pour le temps qu'il nous a
accordé tout au long de la période d'encadrement. Merci et vos
réalisations continuent de briller.

ISRA

Dédicace

Alhamdulillah par lequel les bonnes actions sont accomplies Après un parcours étudiant qui a beaucoup porté Des difficultés, des épreuves et de la fatigue dont nous récoltons aujourd'hui les fruits Alhamdulillah.

A celui sur qui j'ai été élevé et qui m'a enseigné les valeurs, les principes et la morale, à celui dont le nom ne se séparera jamais de mon nom Et à la source de soutien et de don et à la source d'espoir "**Mon cher père**" que Dieu le protège et que Dieu le bénisse avec une couronne sur ma tête toujours.

Et à la poitrine chaude et tendre, A celui qui me rappelle la supplication jour et nuit, à celui pour qui je ne trouve pas de mots pour l'exprimer lui donner son droit "**Ma chère mère**", que Dieu prolonge sa vie pour nous, et Dieu a donné pour sa santé et son bien-être.

A ceux avec qui je suis la plus puissante, et avec qui je vis, la douceur et l'amertume de la vie **Mes frères et sœurs**, que Dieu les protège .

À ceux qui ont recherché mon succès dans ma carrière universitaire et qui ont me donné de l'aide et du soutien **Mon cher oncle Salim**, que Dieu le protège et prolonge sa vie.

À qui Dieu a fait mes frères en Dieu et ceux que j'aime en Dieu **Mes amis, compagnons et tous les membres de ma famille**, que Dieu les protège et les bénisse.

A ceux qui nous ont donné leur savoir et nous ont tendu la main **Chers enseignants**, qu'Allah vous récompense par le bien.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à faire de ce travail un succès.

Nous n'oublions pas un merci spécial à **mon professeur** superviseur pour tous les efforts et pour le temps qu'il nous a accordé tout au long de la période d'encadrement. Merci et vos réalisations continuent de briller.

AMAL

III

Dédicace

Oh Dieu, louange à toi avant d'être satisfait, mais louange à toi si tu es satisfait, mais louange à toi après que tu sois satisfait, Gloire à Dieu tout puissant qui m'a permis de mener à bien ce travail.

A celui qui m'a appris à réaliser ce que je veux A celui dont je portais le nom, j'espère qu'il portera une grande fierté que je lui présente.

Le propriétaire du grand cœur, **mon cher père**

À celui qui m'a appris que tout a une origine et que j'ai un Seigneur qui connaît les intentions À qui mes erreurs étaient aveugles sans lumière

Ma bénédiction est suffisante et le paradis de mon cœur est **ma mère**

À **ma belle-famille**, mes beaux **frères** et **sœurs**, ma consolation et mon soutien dans la vie.

À l'**âme sœur** et amie de tous les jours, merci pour tout.

A mes amis des situations et des jours, à mes camarades de classe, et à tous ceux qui m'ont aidé un jour

Alors c'était pas facile, j'te jure, elle m'a courbé le dos, j'ai trébuché, mais j'ai réussi.

Nous n'oublions pas un merci spécial à **mon professeur** superviseur pour tous les efforts et pour le temps qu'il nous a accordé pendant la période de mentorat.

Nous n'oublions pas un merci spécial à **mon professeur** superviseur pour tous les efforts et pour le temps qu'il nous a accordé tout au long de la période d'encadrement. Merci et vos réalisations continuent de briller.

WISSAL

Dédicace

Au terme de notre travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds d'abord à Dieu le plus puissant pour le courage et la volonté qu'il nous prodigue, clé de réussite dans nos études.

Mes parents les plus chers au monde, **Papa** et **Maman**, que Dieu les garde et les protège insha'Allah.

Mes frères et sœurs Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement soutenu et encouragé tout au long de mon parcours.

A nos amies pour leurs conseils et leurs encouragements qui étaient pour nous un grand soutien. Surtout nafaâ A tous **nos amis** chacun de son nom. **A tous les systèmes de communication** lot 2022 et tous nos enseignants.

Nous adressons également un mot de remerciement au **Dr Ghendir Said**, qui nous a aidés à compléter notre recherche.

Safa

Résumé

La technologie de la communication reste en développement croissant dans plusieurs domaines tels que les réseaux sans fil et l'utilisation de la radio dans les domaines civils et militaires, et comme on dit que la nécessité est la mère de l'invention, les grands besoins qui ont envahi le monde ont conduit aux grands développement technologique au niveau des antennes, de sorte que notre principal objectif et objectif dans cette note était la conception d'antenne avec la technologie ULB, qui Elle fonctionne à plusieurs Gigahertz tout en répondant aux exigences spécifiques des applications grand public.

Dans le cadre de cette note, nous avons étudié la technologie des antennes ultra-large bande. Ainsi, dans cette étude, nous avons proposé une antenne alimentée par une ligne ruban. Cette antenne a été conçue à l'aide du programme de simulation HFSS.

Mots clés : antenne, technologie ultra large bande (ULB), HFSS.

المخلص

تبقى تكنولوجيا الاتصالات في تطور متنامي في عدة مجالات كالشبكات اللاسلكية واستخدام الراديو في المجال المدني والعسكري وكما يقال الحاجة أم الاختراع، فإن الاحتياجات الكبيرة التي داهمت العالم أدت لتطور التكنولوجي الكبير على مستوى الهوائيات بحيث كان هدفنا وتركيزنا الأسمى في هذه المذكرة هو تصميم هوائي بتقنية ULB التي تعمل على جيجاهيرتز متعددة مع تلبية متطلبات محددة من التطبيقات الاستهلاكية.

في إطار هذه المذكرة، قمنا بدراسة تكنولوجيا الهوائيات ذات نطاق ترددي عريض جدا. بحيث قمنا في هذه الدراسة باقتراح هوائي يتغذى بخط شريطي تم تصميم هذا الهوائي باستخدام برنامج المحاكاة HFSS.

كلمات المفتاحية : هوائي، تكنولوجيا النطاق العريض جدا (ULB)، HFSS.

Abstract

Communication technology remains in a growing development in several fields, such as wireless networks and the use of radio in the civil and military domains, as it is said that necessity is the mother of invention. The communication needs in the world led to the great technological development at the level of antennas. The main aim and focus in this dissertation was to design an antenna with UWB technology, in which It works on multiple GHz while meeting specific requirements of consumer applications.

In this work we have studied the technology of antennas with a very wide frequency domain in which we proposed an antenna fed by a stripe line, this antenna was designed using the HFSS simulation program.

Keywords: antenna, Ultra wideband technology(UWB),HFSS.

Table des matières

Remerciement.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	VI
Table des matières.....	VIII
Liste des figures.....	XII
Liste des tableaux.....	XV
Liste des abréviations.....	XVI
Introduction générale.....	1
Chapitre I: La technologie Ultra Large Bande	
I.1.Introduction.....	4
I.2.Généralité sur Ultra Large Bande.....	4
I.2.1.Historique.....	4
I.2.2.Définition.....	5
I.3.Comparaison système ULB/Système à bande étroite.....	6
I.4.Réglementation d'ULB dans le monde.....	7
I.4.1. Réglementation aux USA.....	7
I.4.2. Réglementation en Europe.....	8
I.4.3. Réglementation en Asie.....	9
I.5. Caractéristiques de la technologie ULB.....	11
I.5.1. Problème dû à la propagation par trajets multiples.....	11

I.5.2. Capacité de la technologie ULB.....	12
I.5.3. Communications protégées.....	13
I.5.4. Une faible densité spectrale de puissance.....	13
I.5.5. Simplicité relative des systèmes ULB.....	14
I.5.6. Propriétés de pénétration.....	14
I.6. Différents types de signaux ULB.....	15
I.6.1. Systèmes de communication.....	15
I.6.2. Systèmes d'imagerie radar.....	16
I.6.3. Systèmes radar de véhicule.....	16
I.6.4. Applications médicales.....	17
I.7. Conclusion.....	18
 Chapitre II : Généralité sur les antenne ultra large bande	
II.1. Introduction.....	20
II.2. Définition d'antenne:.....	20
II.3. Généralités sur les antennes.....	21
II.3.1. Caractérisation principales des antennes.....	21
II.3.1.1. Adaptation.....	21
II.3.1.2 Impédance d'entrée.....	22
II.3.1.3. Bande passante.....	23
II.3.1.4. Coefficient de réflexion.....	24
II.3.1.5. Diagramme de rayonnement.....	25

II.3.2. Les antennes directives (directionnelles).....	27
II.3.3. Les antennes omnidirectionnelles.....	27
II.3.3.1. Antenne monopole.....	28
II.3.3.2. Antenne dipôle.....	29
II.4. Les antennes micro-ruban.....	30
II.4.1. Rendement.....	30
II.4.2. Directivité.....	30
II.4.3. Gain.....	31
II.4.4. Les antennes Patch.....	31
II.4.5. Conception d'antenne à fente micro-ruban.....	32
II.4.6. Différentes techniques d'alimentation.....	33
II.4.6.1. Alimentation par ligne micro-ruban.....	33
II.4.6.2. Alimentation coaxial.....	34
II.4.6.3. Alimentation par le couplage par fente.....	34
II.4.7. Avantages et inconvénients des antennes micro-ruban.....	35
II.5. Conclusion.....	36
 Chapitre III: Simulations Et Résultat	
III.1. Introduction.....	38
III.2. Simulations et résultats de l'antenne proposée.....	38
III.2.1. Géométrie de l'antenne de base.....	38
III.2.1.1. Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire (TOS).....	39

III.2.1.2. Diagramme de rayonnement.....	41
III.2.2. Optimisation de l'antenne.....	42
III.2.2.1. Antenne proposé avec un changement dans le plan de masse...42	
III.2.2.2. Le plan de masse avec ouverture carre	43
III.2.2.2.1. Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire (TOS)...43	
III.2.2.2.2.Diagramme de rayonnement.....	44
III.2.2.3. Mettre deux trous au niveau de l'antenne.....	45
III.2.2.3.1. Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire (TOS)...45	
III.2.2.4.Mettre une oreilles des deux côtés.....	46
III.3. comparaison entre deux type de substrat.....	50
III.4.comparaison notre antenne proposée avec réglementation d'ULB dans le monde.....	52
II.5. Conclusion.....	53
Conclusion générale.....	54
Annexe.....	57
Bibliographie.....	68

Liste des Figures

Chapitre I : Technologie Ultra Large Bande

Figure I.1: Comparaison en temporel et fréquentiel d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.....	6
Figure I.2: Comparaison entre la DSP d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.....	7
Figure I.3: Limites d'émission pour les systèmes ULB en intérieur et en extérieur.....	8
Figure I.4: Masque d'émission en Europe.....	9
Figure I.5: Masques spectral proposés en Asie.....	10
Figure I.6: Propagation par trajets multiples.....	12
Figure I.7: (a) architecture typique d'émetteur/récepteur à bande étroite.(b) exemple d'une architecture d'émetteur/récepteur ULB.....	14
Figure I.8: Les principaux standards WLAN \ WPAN débit et portée maximale.....	16
Figure I.9: La détection de l'os.....	17

Chapitre II: Généralités Sur Les Antennes Imprimées

Figure II.1: rôle d'une antenne.....	21
Figure II.2: Schéma électrique d'une antenne en présence du générateur.....	22
Figure II.3: Antenne en mode d'émission	23
Figure II.4: Exemple d'un coefficient de réflexion et bande passante d'une antenne	24
Figure II.5: Utilisation des différentes bandes de fréquence.....	24
Figure II.6: Diagramme de rayonnement d'une antenne directive.....	25
Figure II.7: Diagrammes de rayonnement; (a) plan XZ, (b) plan YZ.....	26
Figure II.8: Diagramme de rayonnement pour différents types d'antennes.....	27
Figure II.9: antenne omnidirectionnelles.....	28
Figure II.10: Antenne monopole.....	29

Liste des Figures

Figure II.11: La géométrie de base d'un dipôle.....	29
Figure II.12: Le diagramme 2D.....	30
Figure II.13: Le diagramme 3D.....	30
Figure II.14: Antennes Patch.....	32
Figure II.15: Alimentation par ligne micro ruban.....	33
Figure II.16: Alimentation par câble coaxial.....	34
Figure II.17: Alimentation par fente.....	35
Chapitre III: Simulations Et Résultat	
Figure III.1: L'antenne proposée.....	39
Figure III.2: L'amplitude S11 en (dB) en fonction de la fréquence en GHz.....	39
Figure III.3: Le TOS en fonction de la fréquence.....	40
Figure III.4: Diagramme de rayonnement,(a) $\phi=0^{\text{deg}}$,(b) $\phi=90^{\text{deg}}$	41
Figure III.5: Variation de la largeur L_g	42
Figure III.6: Coefficient de réflexion avec variation de la longueur de plan de masse.....	42
Figure III.7: le plan de masse avec ouverture carre.....	43
Figure III.8: Coefficient de réflexion S11(dB).....	43
Figure III.9: Le TOS en fonction de la fréquence.....	44
Figure III.10: Diagramme de rayonnement.....	44
Figure III.11: deux trous au niveau de l'antenne.....	45
Figure III.12: Coefficient de réflexion S11(dB) de l'antenne de proposée.....	45
Figure III.13: Le TOS en fonction de la fréquence.....	46
Figure III.14: Géométrie optimisée de l'antenne proposée,(a) face avant et (b) face arrière.....	47
Figure III.15: Coefficient de réflexion S11(dB) en fonction de la fréquence en GHz.....	47
Figure III.16: Le TOS en fonction de la fréquence.....	48
Figure III.17: Diagramme de rayonnement du gain (a) $\phi=0^{\circ}$ et (b) $\phi=90^{\circ}$	48

Liste des Figures

Figure III.18: Diagramme de rayonnement en 3D.....	49
Figure III.19: Paramètre S substrat FR4_expoy.....	51
Figure III.20: Paramètre S substrat Rogers RO3003(tm).....	51
Figure III.21: Coefficient de réflexion dans antenne proposée.....	52
Figure III.22: Masques spectral proposés en Asie.....	52
Annexe	
Figure A.1: Le Processus de HFSS.....	59
Figure A.2: La fenêtre principale du logiciel HFSS.....	60
Figure A.3: Fenêtre de HFSS.....	62
Figure A.4: Boîte de dialogue du Type de Solution.....	62
Figure A.5: La fenêtre de position et dimension.....	63
Figure A.6: La fenêtre de Propriétés.....	64
Figure A.7: La fenêtre de position et dimension de circle	64
Figure A.8: Lumped port.....	65
Figure A.9: Définition de solution d'analyse (fréquentielle).....	66
Figure A.10: le contrôle de validation.....	66
Figure A.11: Le résultant Dans antenne proposée.....	67

Liste des Tableaux

Chapitre I : Technologie Ultra Large Bande

Tableau I-1: Bandes de fréquences allouées..... 11

Chapitre II: Généralités Sur Les Antennes Imprimées

Tableau II.1 : Tableau résumant les avantages et les inconvénients des antennes microbandes.....36

Chapitre III: Simulations Et Résultat

Tableau III.1: Dimensions du l’antenne de base39

Tableau III.2 :Les résultats l’antenne proposées.....41

Tableau III.3 :dimensions de l’antenne proposée.....46

Tableau III.4 :Les résultats l’antenne proposées ULB.....49

Tableau III.5: Paramètres de conception de l’antenne proposées.....50

Liste des abréviations

- 2D et 3D** : Deux et trois dimensions
- 4G** : Quatrième Génération
- BP** : Bande Passante
- CPW** : Coplanar Waveguide
- dB** : Décibel
- DSP** : une densité spectrale de puissance
- ECC** : Electronic Communication Committee
- EIRP** : Equivalent Isotropic ally Radiated Power
- FCC** : Fédéral Communication Commission
- GPR** : Ground-Penetrating Radar
- HFSS** : High Frequency Structure Simulator
- IEEE** : Institute of Electrical and Electronic Engineer
- LPD** : faible probabilité de détection
- LPI** : faible probabilité d'interception
- Rf** : Radio Fréquence
- S11** : Coefficient de réflexion
- TOS** : Taux d'Onde Stationnaire
- ULB** : Ultra Large Bande
- USA** : United States of America
- UWB** : Ultra Wide Band
- VCO** : Voltage Control Oscillator
- VSWR** : Voltage Standing-Wave Ratio
- WiMAX** : Worldwide Interoperability for Microwave Access
- WLAN** : Wireless Local Area Network

Introduction

générale

Introduction générale

Le domaine des télécommunications a connu un grand développement technique ces dernières années.

Le monde reste en grande croissance technique au fil des années, et puisque le domaine des communications est le pilier de son développement, comme celui-ci comprenait plusieurs domaines tels que les téléphones mobiles et la télévision par satellite, cette grande croissance a entraîné la génération de désirs chez les amateurs de ce domaine à tendre davantage vers la créativité.

Pour répondre aux besoins actuels du domaine des télécommunications, la plupart des concepteurs dans ce domaine se sont orientés vers le développement de dispositifs basés sur des antennes de correction, car ces antennes ont des propriétés très intéressantes, notamment dans le cas où elles doivent fonctionner à des fréquences élevées, en plus de la caractéristique de transmettre et de recevoir des signaux d'un point à un autre .

La technologie ULB est introduite à partir de systèmes traditionnels par différentes origines principales qui ont contribué à augmenter le flux de signal ULB à une précision temporelle très précise permettant la pénétration et la localisation d'applications in-situ à des vitesses élevées au sein du même appareil, cependant ce système ULB couvre une large bande [3,1 GHz – 10,6 GHz].

L'objectif de cette thèse est d'étudier et de caractériser les antennes ultra large bande en technologie imprimée. La caractérisation des antennes imprimées consiste d'abord à caractériser les matériaux diélectriques (détermination de la permittivité et des pertes tangentes) utilisés dans la fabrication des antennes imprimées. Nous avons modifié les dimensions géométriques de l'antenne imprimée constituée de ce substrat. La caractérisation de l'antenne se poursuit

également avec la définition des paramètres hyperfréquences (fréquence de résonance, bande passante, motif Radiation et gain) et cette étude a été réalisée à l'aide du programme de simulation électromagnétique HFSS. Pour atteindre cet objectif, cette thèse est divisée en trois chapitres.

L'objectif du premier chapitre est de donner un aperçu des généralités de la technologie de l'ULB avec une brève explication de son histoire et de ses caractéristiques, ainsi que de ses systèmes. Ce chapitre se termine par une description des principales applications de l'ULB.

Dans le deuxième chapitre, nous nous sommes appuyés sur la présentation d'une brève étude sur les dimensions de l'antenne imprimée, et tout ce qui comprend l'antenne de l'histoire, le rôle des corrections, et ses caractéristiques, ainsi que ses avantages et ses inconvénients.

Le contenu du troisième chapitre se concentre sur notre antenne proposée qui a été développé à partir d'une antenne semi circulaire initiale, où différents paramètres sont évalués, et des résultats présentant les performances de notre antenne en terme l'interopérabilité avec le masque de puissance de Japon sont discutés et interprétés.

Nous terminons ce travail par une synthèse générale résumant, les résultats obtenus et les perspectives susceptibles de compléter les travaux en cours.

Chapitre I: Technologie Ultra Large Bande

I.1. Introduction

Face à un spectre de fréquences massivement encombré et à des exigences de productivité toujours croissantes de la part des utilisateurs, la technologie ULB a connu un certain engouement ces derniers temps. En effet, cette technologie a l'avantage de permettre la transmission de très grandes quantités de données avec une faible densité spectrale de puissance.

L'ULB est émis sur des fréquences qui ont été préalablement affectées à d'autres applications. Pour éviter les interférences entre les communications sans fil, la puissance des signaux ULB doit être inférieure à la puissance des signaux utilisés par les services existants.

En raison de la faible densité de puissance des transmissions ULB, cela peut lui permettre de coexister avec les services qui existent déjà. Cette puissance inférieure rend l'interception des signaux ULB plus difficile et complexe, et rend les communications plus sûres et plus conservatrices. Cette technologie a été développée et largement appliquée dans les domaines du radar, de la géolocalisation, de la surveillance spectrale (radio télescope), ainsi que dans les réseaux personnels sans fil (WPAN) [7].

I.2. Généralité sur Ultra Large Bande

I.2.1. Historique

Les études sur la génération et l'utilisation des impulsions ultra brèves ont engagé avant les années soixante, mais le terme ULB n'a été introduit que vers 1989 par le département de la protection des Etats-Unis.

En 1973, G.F. Ross a reçu le premier brevet pour l'utilisation de l'ultra large bande dans les communications. De nombreux projets ont été financés par le gouvernement des États-Unis jusqu'en 1994, mais ont été gardés secrets. Depuis, de nombreuses publications ont été publiées sur l'étude des systèmes de transmission d'impulsions

dans le monde industriel et universitaire. L'étude a été la première à décrire cet état de communication par P Withington et L. Fullerton En 1992 sous le nom d'Impulse Radio (IR), le terme ULB apparaît dans un article intitulé IR. Depuis, les deux catégories coexistent selon les auteurs.

La FCC a publié un avis public d'enquête (avis d'enquête) en août 1998 pour évaluer la faisabilité d'autoriser l'utilisation de systèmes basés sur l'ULB. Suite à la publication de cet article, un certain nombre de demandes et de partenaires industriels impliqués dans l'utilisation de l'ULB ont répondu par un certain nombre de réponses et de commentaires. À la suite de ces commentaires, la Federal Communications Commission (FCC) des États-Unis a publié en mai 2000 un avis de proposition de réglementation (avis de réglementation proposé), reconnaissant les avantages que les systèmes basés sur l'ULB peuvent offrir dans divers domaines. Enfin, la FCC a attribué 7,5 GHz de spectre à l'ULB dans la bande [3,1 10,6 GHz], et il est approuvé pour une utilisation commerciale dans des applications civiles [11].

I.2.2. Définition

En février 2002, la Fédéral Communications Commission (FCC) a introduit un concept sur la technologie ultra-large bande. Il stipule qu'un signal est ultra-large bande si :

- Sa bande passante est au minimum de 500 MHz (à -10 dB).
- Sa bande passante relative est supérieure à 0.2 :

$$Bp_{relative} = 2 \cdot \frac{f_h - f_l}{f_h + f_l} > 0.2 \quad (I.1)$$

Où f_h et f_l désignent respectivement les fréquences limites hautes et basses du spectre de signal, fréquences prises à -10 dB. Les deux conditions ne sont pas forcément remplies en même temps.

La plupart des concepteurs de systèmes ULB adoptent une autre définition, à savoir une bande passante à -10 dB supérieure à 1.5 GHz (ou une bande passante

fractionnelle supérieure à 0.25 par rapport à la fréquence centrale du système). Un exemple pratique est un système radio centré à 2 GHz, de bande passante, à -10 dB, de 1.6 GHz[2].

I.3. Comparaison système ULB/Système à bande étroite

Les caractéristiques de la technique ultra large bande (ULB) diffèrent largement la transmission dans le système de l'ULB est basé sur des impulsions de très courtes durées (1 ns) contrairement au système de transmission classique qui est basé sur des ondes sinusoïdales étalées dans le temps ayant, de ce fait une densité spectrale de puissance beaucoup plus étroite que celle des signaux ULB [4].

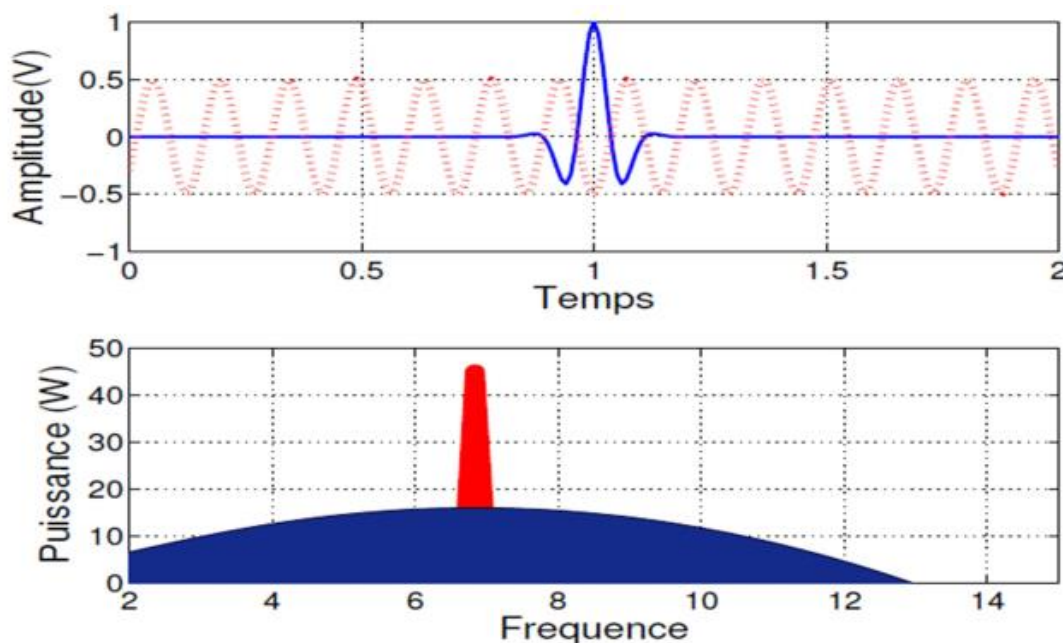


Figure I. 1: Comparaison en temporel et fréquentiel d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB [1].

Le masque de puissance spectrale ULB (**Figure. I-2**) est conçu pour permettre une densité spectrale de puissance extrêmement faible (DSP maximum : -41,3 dBm/MHz) sur toute la bande de fréquence ULB. Cette très faible puissance sur une bande passante très large permet à d'autres systèmes à bandes étroites de coexister avec l'ultra large bande. Ces caractéristiques présentent un grand nombre d'opportunités et

de défis pour les concepteurs dans une variété de domaines, y compris la conception de circuits, les circuits sans fil et la conception d'antennes.

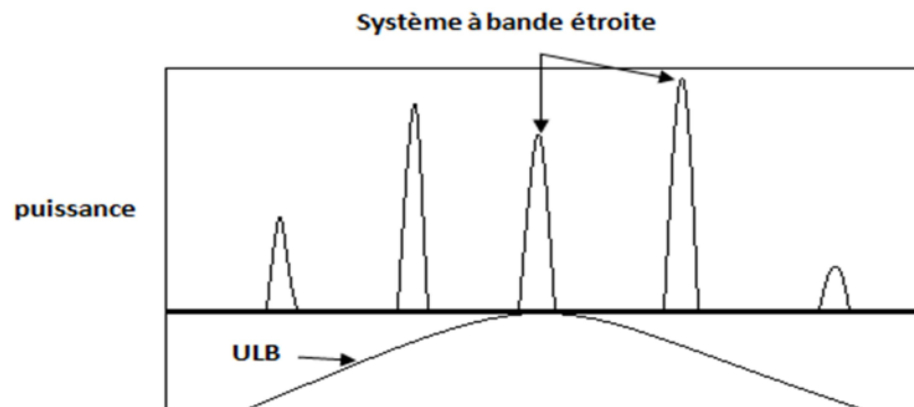


Figure I. 2: Comparaison entre la DSP d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB [1].

I.4. Réglementation d'ULB dans le monde

Les systèmes ULB font sur une largeur de bande très haute (quelques GHz). Cette grande largeur de bande coexiste avec d'autres utilisateurs et d'autres systèmes de communications. Bien que la puissance de transmission de ces signaux soit très faible, l'ULB doit tout de même respecter la réglementation. De plus l'une des principales caractéristiques de l'ULB est l'absence d'autorisation pour accéder à la bande ULB, ce qui permet de produire et d'atteindre au contenu simplement et à moindre coût. Néanmoins les réglementations prises autour des signaux ULB varient d'une zone géographique à une autre. Dans la suite nous présentons les réglementations de l'ULB dans le monde [2].

I.4.1. Réglementation aux USA

Les Etats-Unis ont été le premier pays à réglementer l'utilisation de l'Ultra large bande: En février 2002, la FCC a limité les niveaux de transmission des signaux ULB (EIRP = -41,3 dBm/MHz) pour un spectre de fréquences allant de 3.1GHz à 10.6 GHz. La figure ci-contre (figure I.3) évoque le spectre de transmission imposé par la FCC pour les systèmes opérant en intérieur et en extérieur.

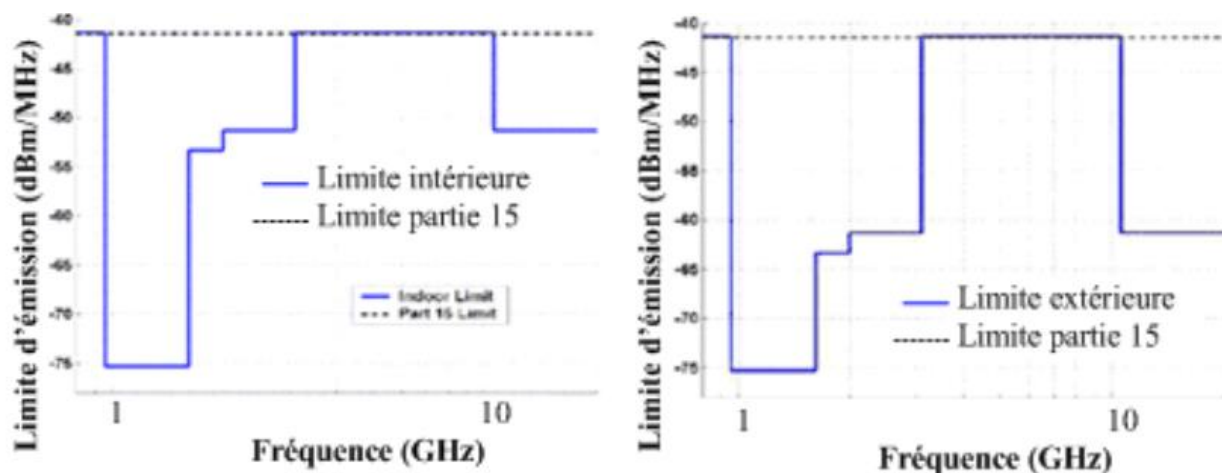


Figure I. 3: Limites d'émission pour les systèmes ULB en intérieur et en Extérieur [3].

I.4.2. Réglementation en Europe

L'organisme de normalisation de l'ULB en Europe est l'ETSI (European Technical Standard Institute). Cet organisme travaille en participation avec le CEPT (European Conference of Postal and Télécommunications Administration) qui a pour le but d'étudier l'impact des systèmes ULB sur les systèmes qui trouvent déjà et de prendre la décision sur les réglementations du spectre. Par rapport à la réglementation américaine, une proposition plus restrictive a été préférée par le CEPT en mars 2006.

Le masque de transmission proposé par l'ECC (Electronic Communication Committee) est conté sur la Figure (I.4). Cette première décision limite la transmission de signaux ULB à la bande [6GHz–8.5GHz] avec une DSP de -41.3 dBm/MHz sans techniques de mitigations (technique d'atténuation d'émission afin de protéger des perturbations entre systèmes environnement) pour ces dispositifs.

Néanmoins dans la bande [4.2 GHz – 4.8 GHz], une permission a été validée par l'ECC, permettant aux fourniments introduits avant le 31 décembre 2010 d'émettre à -41.3dBm/MHz.

Pour les équipements ULB dans les véhicules ou les trains, une vérification de puissance est obligatoire avec une marge de 12 dB par rapport à la puissance maximale autorisée dans les bandes [4.2 GHz – 4.8 GHz] et [6 GHz – 8.5 GHz]. Si cette vérification n'est pas respectée alors la puissance à bord des véhicules est limitée à -51.3 dBm/MHz. Concernant les mécanismes de limitations, ils ont pour rôle d'assurer la cohabitation des systèmes ULB avec d'autres systèmes radio comme le WiMAX ou la 4G.

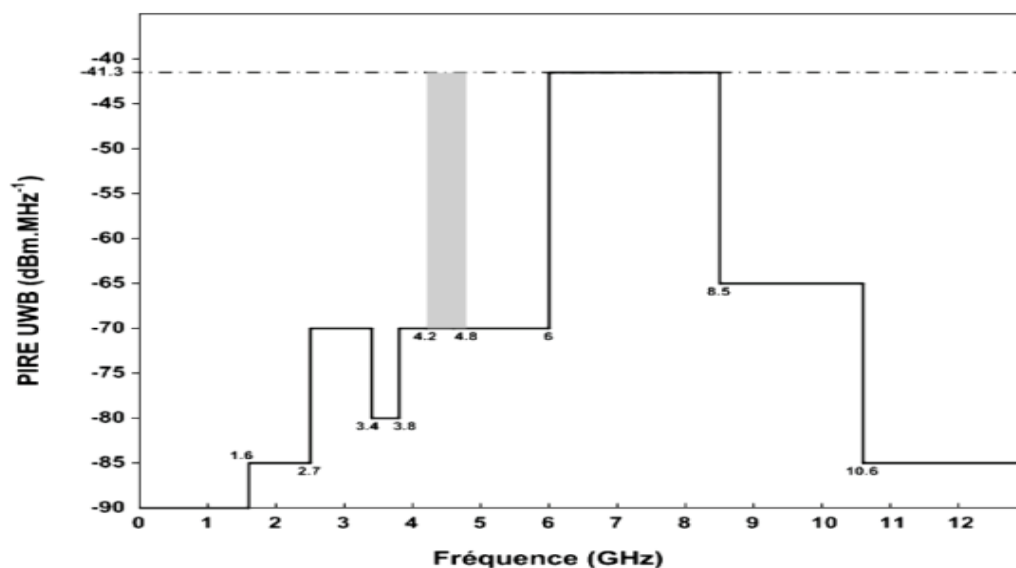


Figure I.4 : Masque d'émission en Europe[2].

I.4.3. Réglementation en Asie

En 2006, le MIC (ministry of international affairs and communications) a offert l'émission de signaux ULB sans licence en Asie et au Japon. Et c'est exactement ce que la FCC a fait. Une réglementation autorisant l'émission à -41.3 dBm/MHz pour les équipements ULB est imposée. La figure (I.5) présente le masque d'émission au Japon.

Le modèle européen a été adopté par le Japon à travers l'application de certaines techniques de mitigation adoptée en Europe pour la bande [3.4 GHz – 4.8 GHz]. De plus, une « phased approach » sur la bande [4.2 GHz - 4.8 GHz] a été appliquée tout comme en Europe. Grâce à cette méthode jusqu'en 2008 une première génération

d'équipement a été produite et commercialisé sans recourir aux techniques de mitigation[2].

En Corée , l'institut de recherche de l'électronique et de télécommunications (ETRI: Electronics and Télécommunications Research Institute) a proposer un masque d'émission beaucoup plus bas que le masque spectral de la FCC. Le niveau coréen d'émission est -66.5 dBm / MHz , qui est inférieur à environ 25 dB de la limite de la FCC[1].

Enfin à Singapore, l'IDA (Infcom Development Authority)est responsable de la mise en place de la réglementation concernant le masque d'émission pour les équipements ULB. En février 2003 l'IDA a élaborer zone géographique dédiée à la recherche sur l'ULB. A l'intérieur de cette zone, dans la bande [2.2 GHz - 10.6 GHz] , les systèmes ont une puissance d'émission 6 dB supérieure à la limite imposée par la FCC.

L'objectif de ses recherches est de renforcer le travail sur la perturbation induite par l'ULB sur les autres systèmes. Ceci permet de mettre en place les restrictions appropriées sur la puissance d'émission ULB [2].

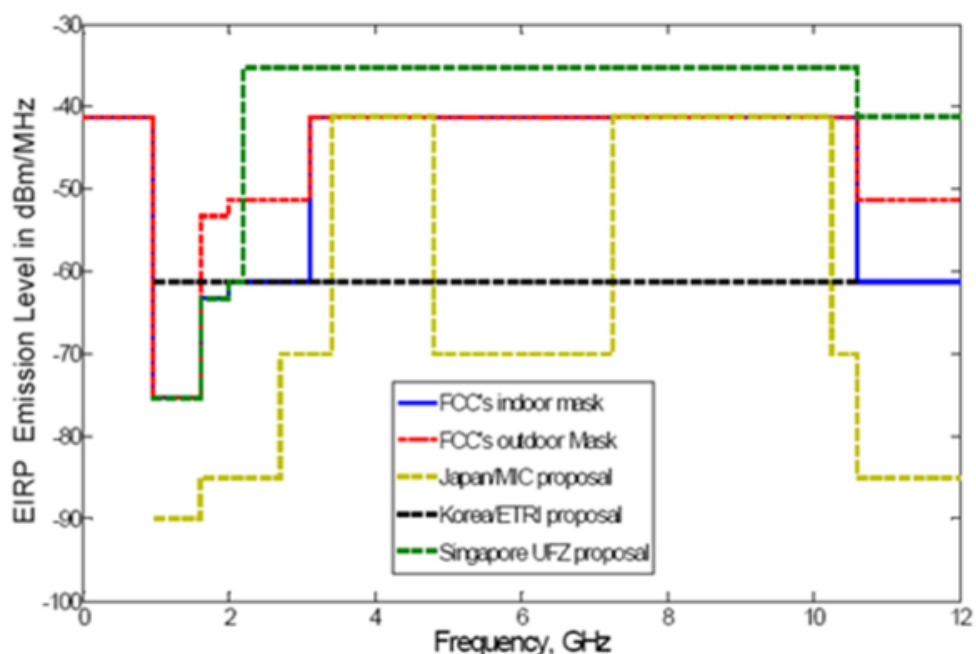


Figure I- 5: Masques spectral proposés en Asie[1].

Le tableau présenté ci-dessous montre un résumé des bandes de fréquences attribuées dans les différentes régions du monde :

Pays	Bande 1(GHz)	Bande 2 (GHz)
États Unis	3,1 - 10,6	--
Europe	4,2 - 4,8	6 – 8,5
Japon	3,4 – 4,8	7,25 – 10,25
Corée	3,1 – 4,8	7,2 – 10,2
Singapore	4,2 – 4,8	6 - 9

Tableau I- 1: Bandes de fréquences allouées [1].

I.5. Caractéristiques de la technologie ULB

Par rapport aux autres systèmes de transmission classique, la technologie Ultra Large Bande(ULB) présente un certain nombre d'avantages qui sont les suivants :

I.5.1. Problème de la propagation par trajets multiples

L'évanouissement du signal causé par la propagation par trajets multiples peut réduire considérablement l'efficacité des systèmes de communication classiques. Quant aux communications ultra large bande, elles se caractérisent par la transmission du signal dans une bande de fréquence extrêmement large, qui est de quelques GHz en pratique (appelée précision temporelle très précise). La fenêtre de visualisation du récepteur étant très petite, les réflexions multiples s'accompagnent d'un retard de l'ordre de la nanoseconde (ns), pour produire un gain similaire à celui obtenu dans le cas d'une propagation par trajet direct. Cette caractéristique permet à la technologie ULB de bien fonctionner dans les environnements encombrés (dans les établissements publics, par exemple).

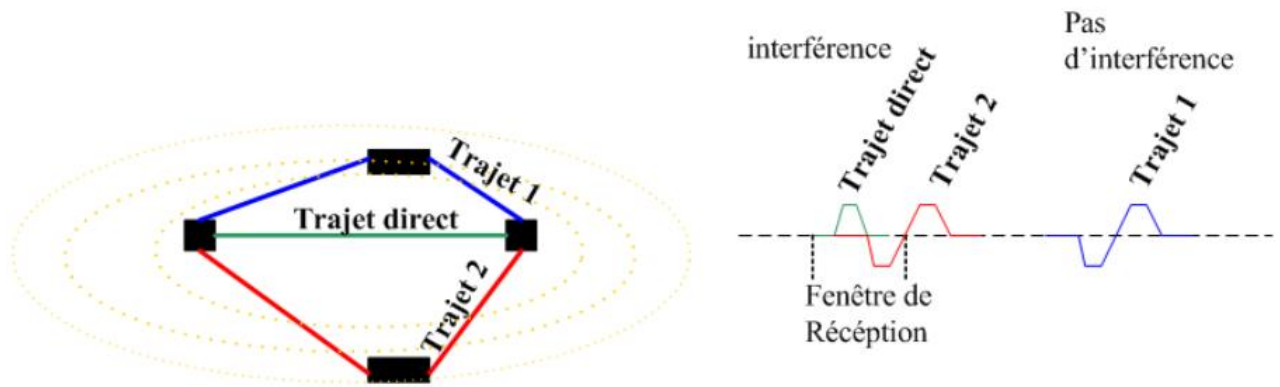


Figure I. 6: Propagation par trajets multiples[3].

I.5.2. Capacité de la technologie ULB

Dans la bande passante de système large bande instantanée, qui est souvent de l'ordre de 500 MHz à plusieurs GHz, cela rend la technologie ULB plus adaptée pour augmenter et faire évoluer le débit que les systèmes actuels avec des contraintes sur leur bande passante. En effet, selon la théorie de Shannon, la capacité de la transmission canal est le suivant :

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N_0 \cdot B} \right) \quad (I.2)$$

Où C représente la capacité maximale du canal (bit/s), B la largeur de bande du canal (Hz), S la puissance de signal (w), N la densité spectrale de puissance de bruit.

Selon l'Équation (I.2), la capacité de transmission maximale d'un canal augmente linéairement avec la largeur de bande du canal. De plus, la capacité C est un indicateur théorique du débit maximal pour un canal donné. Selon la théorie de l'information, il est possible d'envoyer des données sur un canal donné avec un taux d'erreur binaire inférieur à un certain seuil, à condition que le débit de transmission des données est inférieure à la capacité maximale du canal de transmission[9].

Nous en concluons que la capacité du système augmente linéairement avec la bande passante mais uniquement de manière logarithmique avec le rapport signal sur bruit, selon cette formule. Ainsi, la meilleure façon d'augmenter la capacité du

système est d'augmenter la bande passante du canal, et c'est grâce à la technologie ultra large bande [3].

I.5.3. Communications protégées

Parce qu'ils utilisent une large gamme de fréquences et peuvent être produits sous forme de bruit, les signaux ULB sont plus difficiles à détecter que les signaux de communication sans fil classiques. (Parce que le DSP est trop faible). Il est presque incapable de détecter les signaux ULB car ils peuvent être transmis à une densité spectrale d'énergie beaucoup plus faible que le bruit de fond des récepteurs conventionnels. Cette caractéristique de l'ultra large bande permet de coexister avec les systèmes de télécommunication classiques. Ces propriétés permettent une transmission sécurisée des signaux avec une faible probabilité de détection (LPD) et une faible probabilité d'interception (LPI) [8].

Cela peut être un gros avantage d'obtenir des données confidentielles car ce type de signal est très difficile à détecter. Cela explique pourquoi l'ULB n'était utilisée qu'à des fins militaires aux États-Unis avant les années 1990[10].

I.5.4. Une faible densité spectrale de puissance

L'avantage le plus important de la technologie ULB est sans aucun doute la faible consommation d'énergie. Il lui permet d'éviter les interférences avec d'autres systèmes à bandes étroites qui apparaissent au niveau de la densité spectrale de puissance pouvant être assimilable comme du bruit en répartissant la puissance totale sur une large bande de fréquences. En conséquence, il est en mesure d'améliorer l'utilisation du spectre de fréquences très encombré en lui permettant d'être "partagé" avec d'autres systèmes sous licence[10].

Les appareils ULB fonctionnent à un niveau de puissance très faible. La quantité d'énergie transmise par l'ULB est très faible et des études indiquent qu'elle est sans danger pour les humains.

En conséquence, cette technologie peut être utilisée pour surveiller les patients pendant de longues périodes à l'aide d'une batterie de faible puissance sans provoquer d'effets secondaires négatifs[8].

I.5.5. Simplicité relative des systèmes ULB

Pour les systèmes de communication sans fil utilisant la technologie ULB, les informations en bande de base peuvent être directement modulées pour des impulsions de courte durée plutôt qu'une modulation d'onde sinusoïdale. L'architecture de l'émetteur-récepteur ULB est grandement simplifiée : les systèmes n'ont pas de composé de circuit à verrouillage de phase (PLL), pas de mélangeur, pas d'oscillateur commandé en tension (VCO) et encore moins d'amplificateur de puissance. Toutes ces simplifications conduisent à une réduction du coût des systèmes radiofréquence[3].

Système simple et économique dans l'émetteur-récepteur ULB.

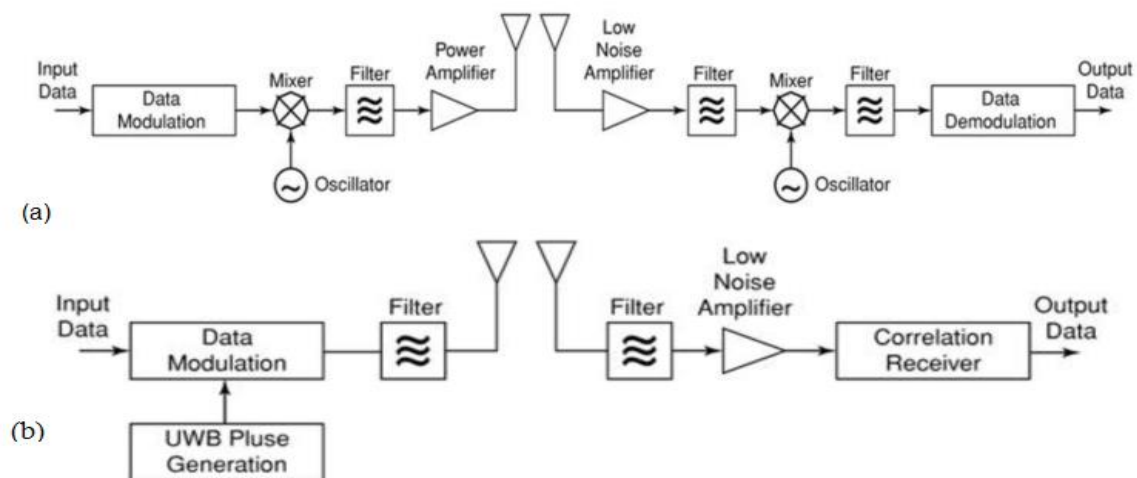


Figure I. 7 : (a) architecture typique d'émetteur/récepteur à bande étroite.

(b) exemple d'une architecture d'émetteur/récepteur ULB[4].

I.5.6. Propriétés de pénétration

Les signaux ULB ont une bonne capacité de pénétration à travers les murs et les obstacles et permettent un positionnement précis. Ces propriétés sont également utiles dans les applications d'imagerie médicale, par exemple [2].

I.6. Différents types d'applications de d'ULB

La technologie ULB présente un intérêt attractif pour de nombreux types d'applications, tant pour ses propriétés de pénétration dans les matériaux, sa capacité de localisation, et sa grande capacité de canaux.

Les applications potentielles de la technologie radio ULB particulière concernent deux domaines techniques : Courte portée, haute- des systèmes de débit utilisant la norme IEEE 802.15.3a (typiquement 200 Mbit/s jusqu'à 10 mètres) et des systèmes longue portée bas débit IEEE 802.15.4a (typiquement 200 Kbit/s à 100 mètres). Ces deux voies permettent le spectre radio ULB à utiliser pour une variété d'applications typiques de l'ULB, y compris les applications commerciales et militaires, sur la transmission de données à haut débit, les applications à courte portée, les radars de détection à distance, les radars de véhicules et les appareils multimédias.

En fait, les applications les plus courantes des systèmes ULB sont les systèmes d'imagerie radar [5].

I.6.1. Systèmes de communication

L'ULB est utilisé dans une variété d'applications dans les communications sans fil, y compris les communications entre divers composants d'un système multimédia et des systèmes embarqués dans les voitures, les avions et la robotique. Ce système est également utilisé pour concevoir des réseaux sans fil publics et privés, des immeubles de bureaux, des salles de réunion et de conférence et des lieux publics.

Ses hautes données élevés en font un concurrent sérieux des réseaux sans fil (WPAN) et des réseaux locaux (WLAN), ainsi que des équipements de téléphonie sans fil et de cinéma maison [4].

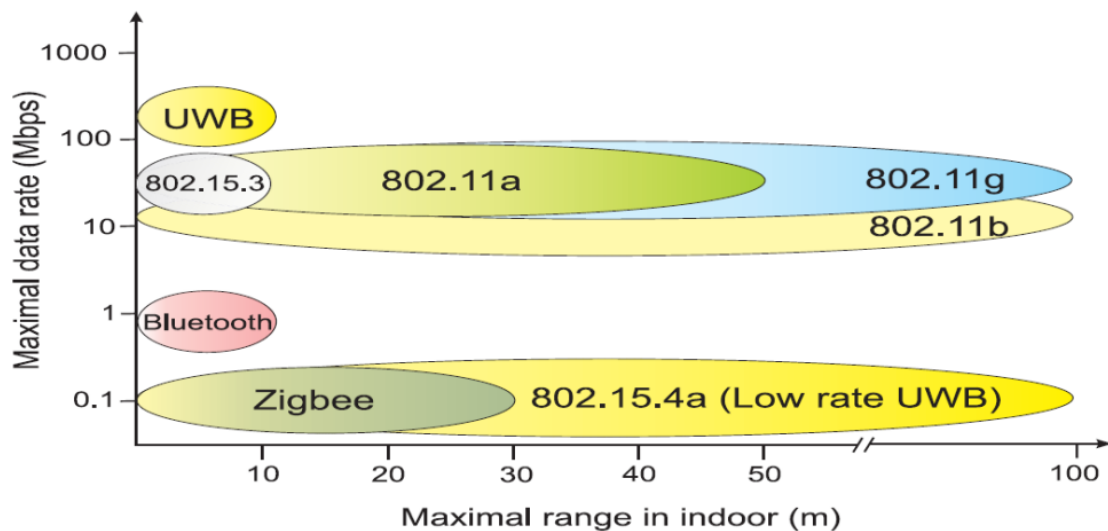


Figure I.8: Les principaux standards WLAN \ WPAN débit et portée maximale[5].

I.6.2. Systèmes d'imagerie radar

Cette catégorie comprend les systèmes de géoradar (GPR), l'imagerie des murs intérieurs, l'imagerie médicale de détection des tumeurs, l'imagerie minière et l'imagerie de surveillance. En effet, la résolution des systèmes radar étant directement proportionnelle à la largeur de bande des impulsions, la capacité à transmettre un signal très rapide et de courte durée est intéressante pour cette application.

Le signal ULB permet des mesures de distance précises. Les principaux utilisateurs des systèmes sont des experts dans les domaines de l'application légale, de la recherche et du sauvetage, de l'établissement et de l'extraction minière, ainsi que de la géologie et de la médecine. La fréquence de ces systèmes doit être inférieure à 960 MHz ou comprise entre 1,99 et 10,6 GHz[12].

I.6.3. Systèmes radar de véhicule

Ces systèmes, qui améliorent l'activation des sièges gonflables grâce à l'utilisation de radars d'avertissement de collision, sont intégrés au système de navigation du véhicule. Ils peuvent calculer la distance entre les objets et le véhicule. Cette classe de systèmes est principalement utilisée à l'extérieur, ce qui peut augmenter le risque d'interférence avec d'autres services[10].

Les radars destinés à faciliter la conduite sont disponibles sur une base non commerciale depuis quelques années. Mercedes-Benz a été le premier constructeur à développer un radar 77 GHz. L'intérêt pour les radars automobiles n'a cessé de croître depuis l'ULB réglementée par la FCC en 2002. La FCC a été mandatée pour définir un spectre de fréquences pour les radars automobiles autour de 24 GHz.

il existe deux catégories de radars automobiles:

- Radars à 24 GHz: Radars à courtes portées.
- Radars 77 GHz : Radars à longues portées (portées autour des 30m) [3].

I.6.4. Applications médicales

Les impulsions électromagnétiques de l'ULB peuvent traverser le corps humain, ce qui permet de les utiliser dans la génération d'images médicales. Il existe différents indices de réversibilité pour les tissus du corps et de la masse. Étant donné que les signaux ULB sont de courte durée, ils peuvent facilement exploiter les différences d'indices réflexes pour fournir une vision plus claire des organes, y compris des mouvements. L'ULB peut examiner une variété d'organes, y compris les cordes vocales, les vaisseaux sanguins, les intestins, le cœur, les poumons et le fœtus[1].



Figure I.9: La détection de l'os.

I.7. Conclusion

Ce chapitre est consacré à un aperçu de la technologie Ultra Large Bande. Nous avons passé en revue les fonctionnalités de cette technologie et montré qu'elle présente de nombreux avantages.

Nous avons également inclus une comparaison des systèmes ULB et les systèmes à bandes étroite. Et que le signal ULB a le potentiel de coexister avec d'autres technologies .

Ensuite, il y avait plusieurs exemples d'utilisations de l'ULB, telles que les applications radar, les applications de communication et les applications médicales.

Chapitre II: Généralités Sur Les Antennes Imprimées

II.1. Introduction

Durant ces dernières années, les antennes millimétriques ont connu un grande requête, sans parler des grands progrès technologique qu'ils ont apportées .Ces antennes sont considérés comme la première étape vers la conception d'un récepteur millimétrique. D'autre part elle sont utilisées aussi dans les réseaux locaux sans fil à haut débit. Elle représentent aussi des fort bénéfices pour permettre des communication longues portées et de large bandes passantes pour affirmer le haut débit. De cette façon que de faible lobes secondaire cantonner il effet des trajets multiples qui s'étend de 30 GHz à 300 GHz.

Pour la but de l'encombrement du domaine de radio fréquences et hyperfréquences cette bande est très utilisée depuis quelques années. Le domaine millimétrique présente un certain nombre d'avantages principalement dû à la réduction de la longueur d'onde[20].

II.2. Définition d'antenne:

La norme IEEE représente l'une des définition les plus exact d'une antenne comme des définition des termes pour les antennes. D'après cette norme, une antenne est définie comme moyen de rayonner ou recevoir les ondes radio [1], ils sont un branche essentielle de n'importe quel système sans fil. On trouve dans de autres terme, une antenne peut se voir comme un convertisseur d'ondes électromagnétiques en émission ou en réception.

L'antenne a plusieurs rôles dont les principaux sont les suivants :

- Permettre une adaptation correcte entre l'équipement radioélectrique et le milieu de propagation.
- Accentuer l'énergie de rayonnement dans certaines directions.
- Transmettre le plus fidèlement possible une information [17].

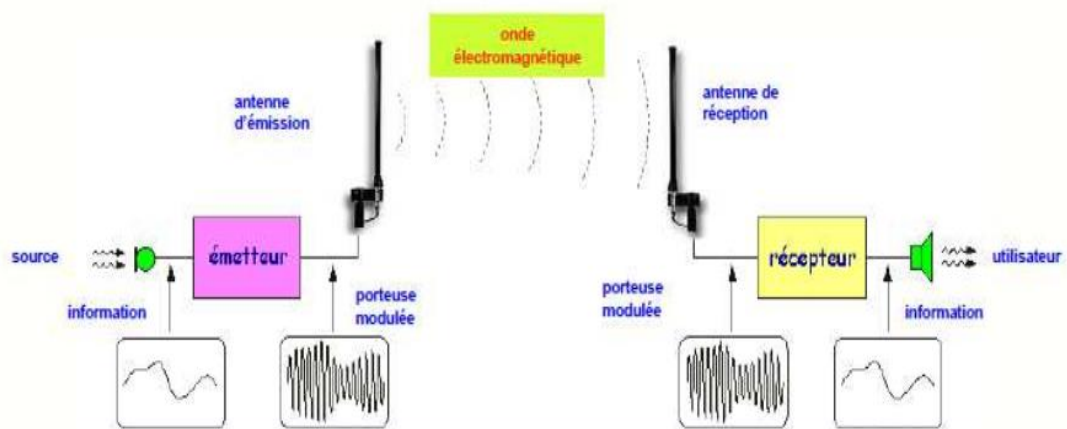


Figure II.1: Rôle d'une antenne [32].

II.3. Généralités sur les antennes

II.3.1. Caractérisation principales des antennes:

II.3.1.1. Adaptation

L'impédance d'entrée de l'antenne est utilisée pour insérer cet élément dans la chaîne d'émission (ou de réception). Si l'impédance caractéristique de la ligne de propagation est Z_0 et l'impédance d'entrée de l'antenne est Z_A , alors le signal est réfléchi à l'entrée de l'antenne avec un paramètre Γ dont l'équation est:

$$\Gamma = \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0} \quad (\text{II.1})$$

Lorsque le coefficient de réflexion n'est pas nul, un système d'ondes stationnaires apparaît et la puissance émise par le générateur n'est pas transmise de manière optimale à l'antenne. Ainsi, la condition de réflexion minimale à l'entrée de l'antenne est ce que nous visons. Il correspond à un paramètre de transmission de la matrice de distribution (S 21) proche de 1 et un coefficient de réflexion (S11) proche de 0 (en valeurs linéaires). On suppose qu'une bonne adaptation est obtenue lorsque le coefficient de réflexion est inférieur à -10 dB. Cela correspond à un rapport d'onde stationnaire (VSWR, voltage standing wave ratio), compris entre 1 et 1,2.

Le taux d'onde stationnaire est défini comme le rapport de la tension maximale à la tension minimale sur la ligne. Pour améliorer l'adaptation de l'antenne, tous les moyens associés aux technologies hyperfréquences peuvent être utilisés. En particulier, pour les antennes planaires, la gravure de ligne laisse une grande marge de conception, et des bras de ligne d'adaptation sont généralement insérés pour permettre l'adaptation entre la ligne et l'antenne. Des sections de lignes parallèles peuvent également être ajoutées pour modifier l'interaction.

L'impédance interne du générateur intervient dans le fonctionnement de l'émetteur. Le schéma électrique simplifié de ce système peut se résumer comme suit, d'une part, à la partie génératrice ayant l'impédance Z_G et d'autre part à l'antenne reliée à sa ligne d'accès ayant l'impédance Z .



Figure II.2: Schéma électrique d'une antenne en présence du générateur.

La puissance maximale émission à l'antenne est obtenue lorsque l'impédance du générateur est égale à la résistance de couplage de l'antenne : $Z_G = Z^*$ [13]

II.3.1.2 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée de l'antenne est définie comme l'impédance offerte par l'antenne à ses bornes, le rapport de la tension au courant à la paire de bornes, ou le rapport des composantes appropriées des champs électriques aux champs magnétiques à un emplacement particulier. L'impédance d'entrée d'une paire de stations représentant les bornes d'entrée de l'antenne (entre les points A et B) peut être obtenue, comme le montre la Figure II.3 :

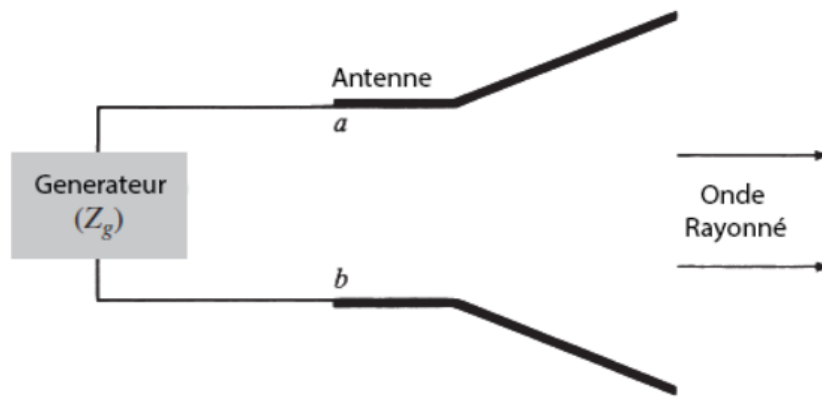


Figure II. 3: Antenne en mode d'émission .

L'impédance d'entrée Z_e constitue une partie réelle R_e et X_e une partie imaginaire , donnée comme suit : [16]

$$\mathbf{Z_e = R_e + jX_e} \quad \text{(II.2)}$$

L'impédance déduite d'une mesure du coefficient de réflexion est donnée par : [21]

$$\mathbf{Z_e = Z_0 \frac{1+S_{11}}{1-S_{11}}} \quad \text{(II.3)}$$

S11: le coefficient de réflexion. [18]

Dans la plupart des cas, la résistance du générateur est de 50Ω . Il s'agit d'une impédance hyperfréquences standard [13].

II.3.1.3. Bande passante

Est une bande où l'identification d'énergie de l'alimentation vers l'antenne (ou de l'antenne vers le récepteur) est maximale. Presque dans tous les cas la bande passante est définie en fonction du coefficient de réflexion , il n'existe pas des indices précis pour la limite du coefficient de réflexion. Cependant, un critère typique est d'avoir un coefficient de réflexion inférieur à -10 dB sur toute la bande passante.

Parmi les antennes on trouve des antennes qui sont très sélectives (bandes passantes très étroites), d'autres peuvent être utilisées sur une très large bande de fréquences [14].

Le rapport de la bande passante en % est donné par l'expression:

$$BW(\%) = \frac{\text{la bande passante}}{\text{fréquence de résonance}} \times 100 = \frac{f_2 - f_1}{f_0} \times 100 \tag{II.4}$$

[18]

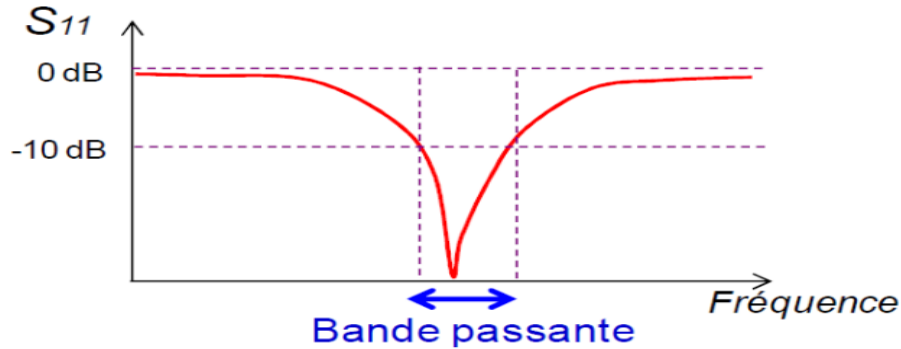


Figure II.4: Exemple d'un coefficient de réflexion et bande passante d'une antenne.

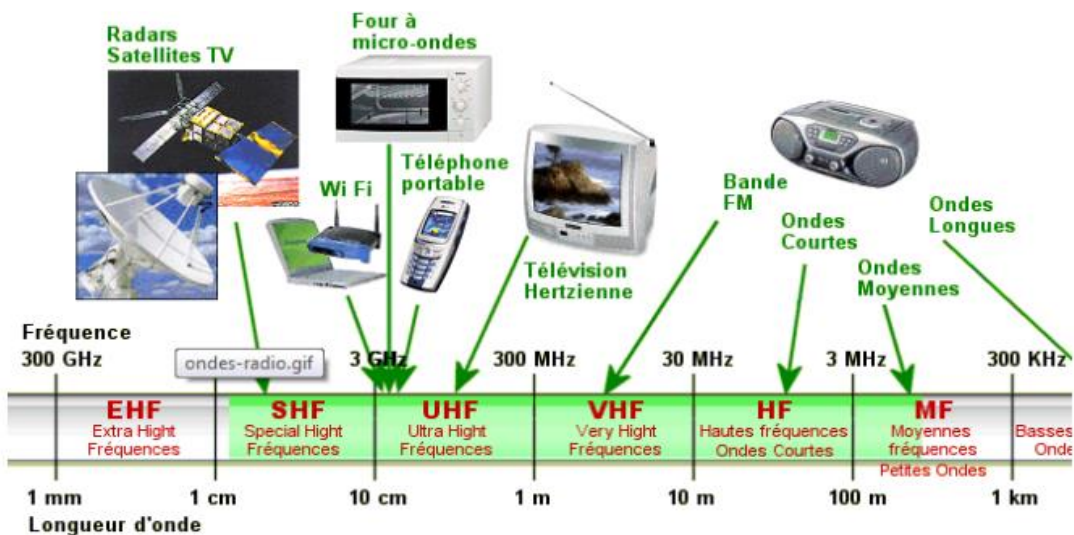


Figure II.5 : Utilisation des différentes bandes de fréquence[14].

II.3.1.4. Coefficient de réflexion

C'est le paramètre S_{11} de la matrice de diffusion extraite de l'analyseur de réseau. Elle est exprimée en décibels selon la relation suivante:

$$S_{11}(dB) = 20 \log \left(\frac{\text{onde_réfléchie}}{\text{onde_incidente}} \right) \tag{II.5}$$

Plus cette valeur est faible, meilleure est l'adaptabilité de l'antenne.

On remarque que pour un coefficient de réflexion de -10 dB, l'antenne transmet environ 68,4 % de l'onde incidente, tandis que dans le cas de $S_{11} = -40$ dB, l'antenne transmet 99 % de l'onde incidente[14].

II.3.1.5. Diagramme de rayonnement

«DDR : Diagramme de rayonnement » est une représentation graphique de la fonction caractéristique de l'antenne. Il s'agit d'une représentation du rayonnement 2D ou 3D de la puissance, du gain ou du champ électrique qui rayonne sur une longue distance et qui dépend de θ (angle de Site : plan vertical) et φ (angle d'Azimut : plan horizontal).

Classiquement, on a l'habitude de représenter le diagramme de rayonnement deux schémas orthogonaux : **le plan E** et **le plan H**. Ce sont les deux niveaux auxquels les champs électriques et magnétiques atteignent leurs valeurs maximales. Il est possible de spécifier plusieurs paramètres de rayonnement d'antenne, y compris l'ouverture, le niveau de puissance et la direction des lobes secondaires.

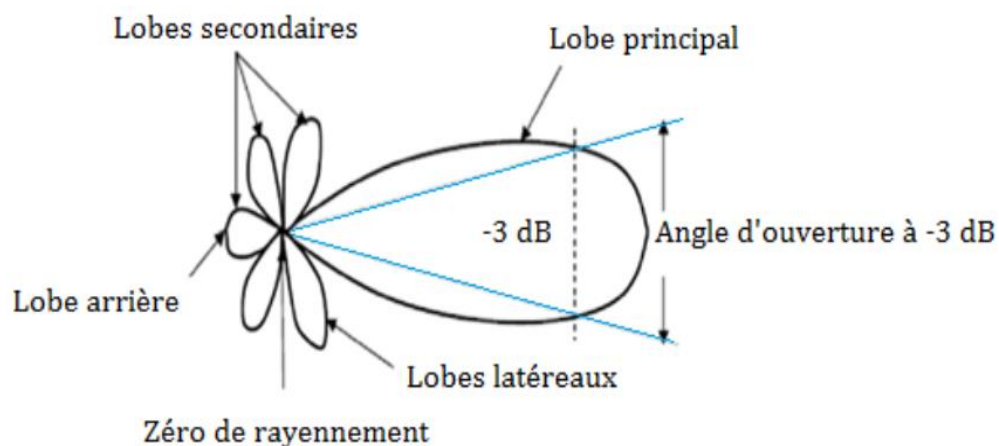


Figure II.6: Diagramme de rayonnement d'une antenne directive[6].

Le plan E coïncide généralement avec le plan vertical (plan XZ (plan d'élévation;

$\varphi = 0^\circ$)).

Le plan H coïncide généralement avec le plan horizontal (plan XY (plan azimutal; $\theta = 90^\circ$)).

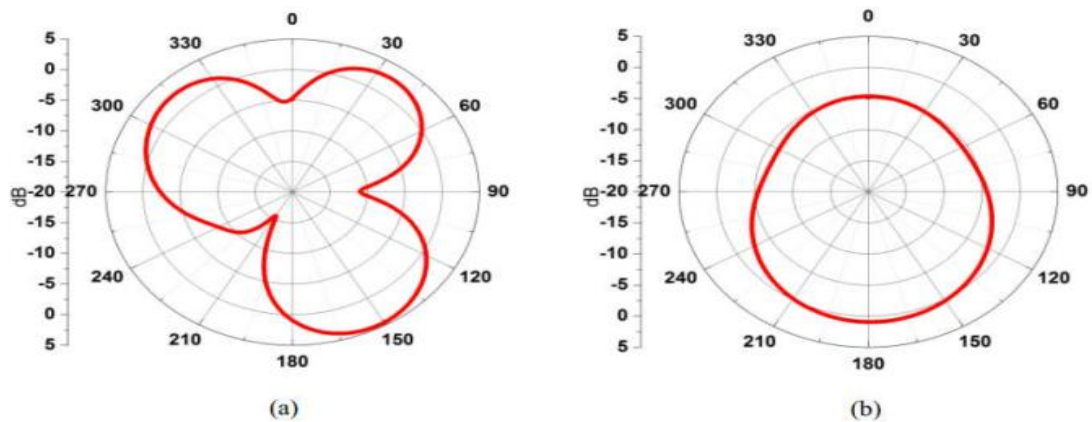


Figure II.7: Diagrammes de rayonnement; (a) plan XZ, (b) plan YZ [18].

Il existe trois types courants de diagrammes de rayonnement utilisés pour décrire la caractéristique de rayonnement d'une antenne :

- **Antenne isotrope** : une antenne virtuelle avec une distribution uniforme de puissance dans toutes les directions utilisée comme référence pour déterminer la caractéristique de rayonnement d'une antenne réelle directive (Figure II.8(a)).
- **Antenne omnidirectionnelle** : Est une antenne ayant un motif essentiellement non directionnel dans un plan donné de l'antenne et un motif directionnel dans un plan orthogonal quelconque (figure II.8 (b)) .
- **Antenne directionnelle** : Emet une puissance plus grande dans une direction par rapport aux autres directions (figure II.8 (c)) [16].

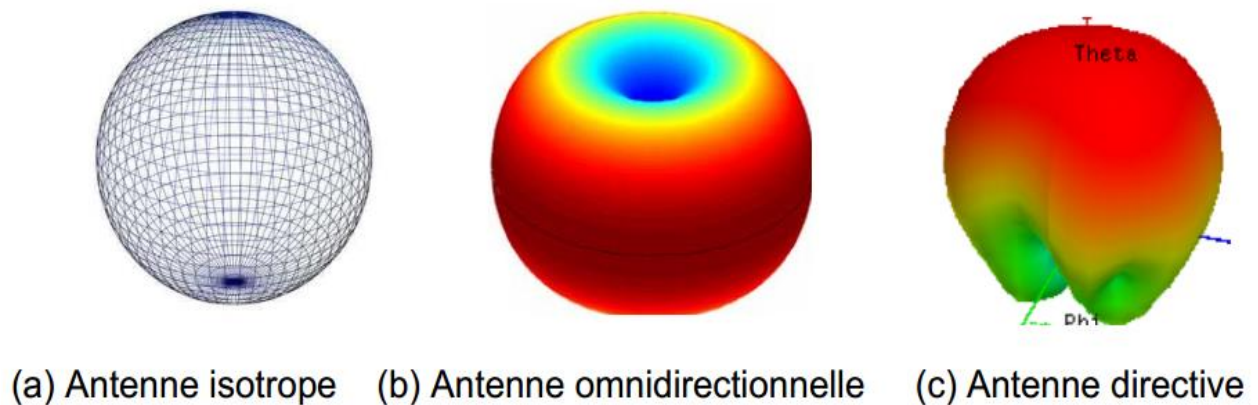


Figure II.8: Diagramme de rayonnement pour différents types d'antennes[15].

II.3.2. Les antennes directives (directionnelles)

Une antenne directionnelle est un type d'antenne qui transmet de la puissance dans une ou plusieurs directions. Cette capacité permet généralement à l'antenne directionnelle de maintenir des performances accrues lors de la transmission et de la réception d'émissions. Il peut également concentrer toute sa puissance et sa capacité à diffuser dans une seule direction, augmentant ainsi la force du signal tout en réduisant les pertes [22].

II.3.3. Les antennes omnidirectionnelles

Une antenne omnidirectionnelle est une antenne multi signal qui transmet et reçoit des signaux qui rayonnent dans toutes les directions avec la même force, mais le signal diffère lorsqu'il est transmis dans un plan vertical.

Lorsqu'un signal doit être envoyé dans plusieurs directions, des antennes omnidirectionnelles sont utilisées. Par exemple, les signaux de téléphonie mobile et les signaux radio FM sont transmis via des antennes omnidirectionnelles car ils ne sont pas conçus pour être reçus par un récepteur dans un emplacement fixe[21].

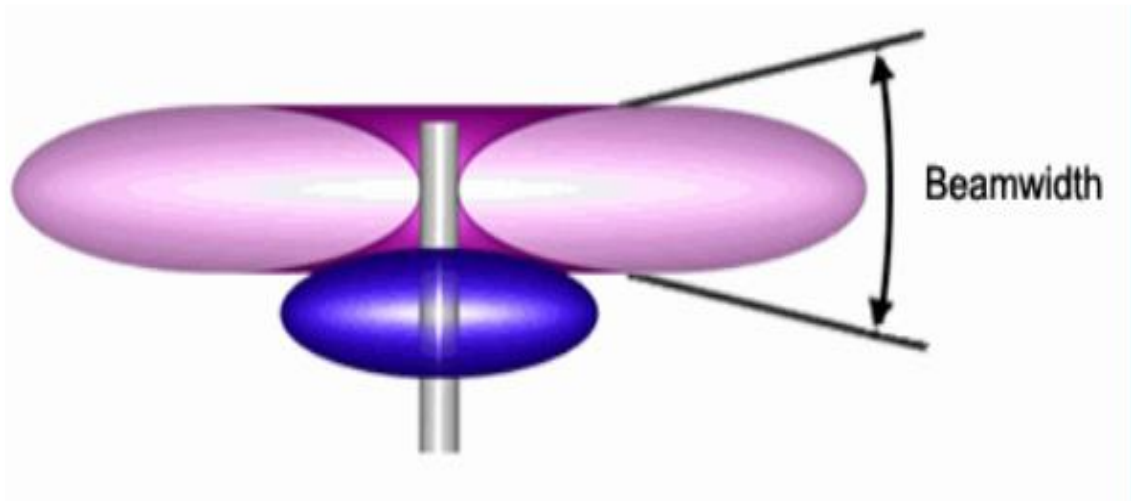


Figure II. 9: antenne omnidirectionnelles[23].

II.3.3.1. Antenne monopole

Une antenne monopôle est essentiellement tout type d'antenne d'émission radio disposée dans une seule colonne. À première vue, ces types d'antennes ressemblent à une seule pièce, ce qui peut les rendre plus faciles à fabriquer que les antennes doubles classique, qui sont divisées en deux.

En fait, il y a deux composants principaux dans le réglage monopôle, mais dans la grande majorité des cas, seul l'arbre ou la tige vertical est visible. Le deuxième composant, un plan de masse, est généralement plat et est parfois utilisé pour monter le poteau. Ils sont généralement moins chers à construire et à installer, et bien qu'ils ne soient pas aussi robustes que d'autres options de transport, ils peuvent être très utiles pour une variété de communications et de réceptions locales. Les autoradios, par exemple, l'utilisent presque exclusivement, tout comme de nombreux réseaux de téléphonie mobile, notamment dans les pays en développement[24].

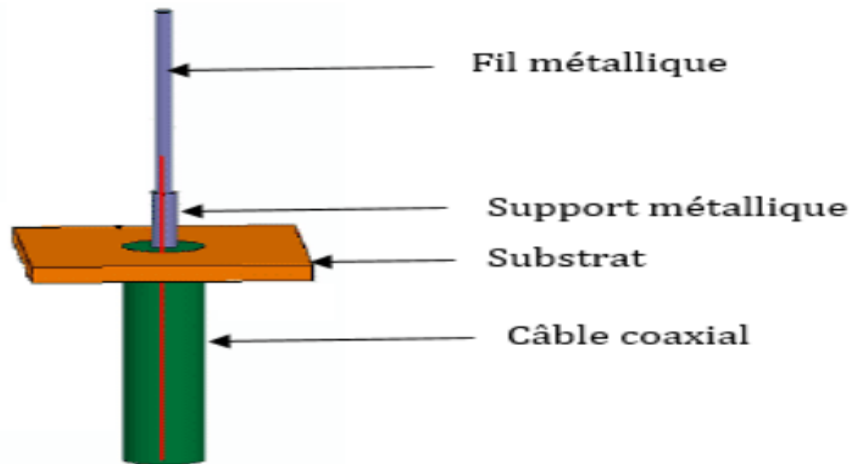


Figure II.10: Antenne monopole [1].

II.3.3.2. Antenne dipôle

Ces antennes sont de loin les plus populaires, en raison de diverses caractéristiques telles que la symétrie, la facilité d'intégration et, surtout, leur faible coût. Ils ont un rayonnement omnidirectionnel et une polarisation linéaire. La géométrie de base est représentée sur le Figure (II.11).

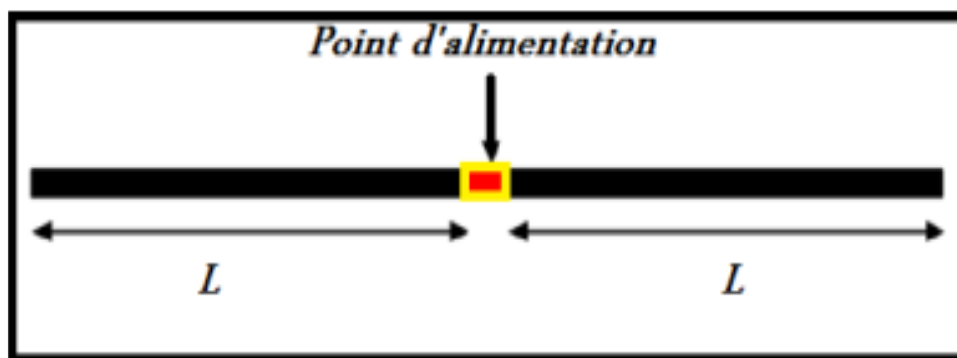


Figure II.11: La géométrie de base d'un dipôle [1].

Le dipôle $\lambda/2$ est l'une des antennes les plus utilisées. Comme sa résistance au rayonnement est de 73Ω , elle est proche des impédances caractéristiques de certaines lignes de transmission.

Le diagramme 2D et 3D sont présentés dans les **Figure II.12** et **Figure II.13**.

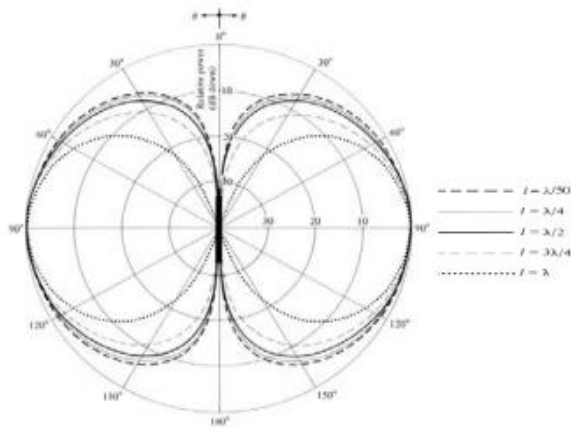


Figure II.12: Le diagramme 2D.

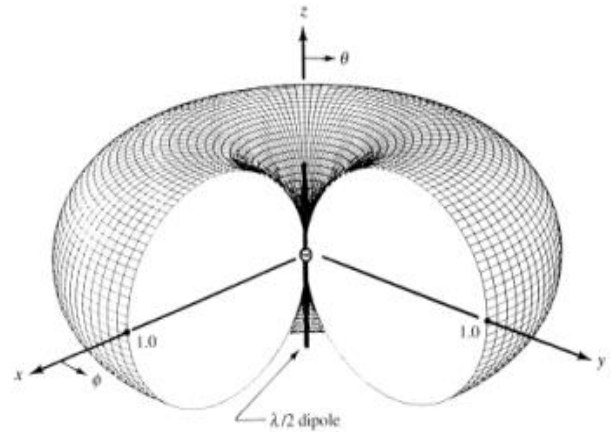


Figure II.13: Le diagramme 3D[28].

II.4. Les antennes micro-ruban

II.4.1. Rendement

Le rendement de l'antenne est définie comme le rapport entre la puissance rayonnée et la puissance fournie à l'antenne.[2] Donné par:

$$\eta = \frac{P_R}{P_i} \tag{II.6}$$

P_R : La puissance rayonnée (W/m²).

P_i : La puissance d'alimentation (W/m²).

La perte l'intérieur de l'antenne est décrite dans ce rapport[6].

II.4.2. Directivité

La directivité $D(\theta, \phi)$ d'une antenne est définie comme "le rapport de l'intensité de rayonnement dans une direction donnée de l'antenne à l'intensité de rayonnement moyenne dans toutes les directions"[18].

$$D(\theta, \phi) = \frac{P(\theta, \phi)}{\frac{P_R}{4\pi}} = 4\pi \cdot \frac{P(\theta, \phi)}{P_R} \tag{II.7}$$

$$\text{Avec: } \mathbf{P}(\boldsymbol{\theta}, \boldsymbol{\phi}) = \frac{P_A}{4\pi} \quad (\text{II.8})$$

$\mathbf{P}(\boldsymbol{\theta}, \boldsymbol{\phi})$: La densité de puissance moyenne rayonnée par l'antenne (W/m²)[6].

II.4.3. Gain

La puissance rayonnée par l'antenne varie avec la direction dans laquelle elle est dirigée[1]. Le gain unidirectionnel est défini comme le rapport de la densité de puissance rayonnée unidirectionnelle à la puissance d'alimentation P_A rayonnée par une antenne isotrope sans pertes, les deux antennes étant alimentées avec la même puissance et placées dans la même position[13]. La relation est donnée :

$$\mathbf{G} = 4\pi \cdot \frac{P(\theta_0, \phi_0)}{P_A} \quad (\text{II.9})$$

P_A : La puissance d'alimentation d'une antenne[1].

$$\text{Alors: } \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta}, \boldsymbol{\phi}) = \boldsymbol{\eta} \cdot \mathbf{D}(\boldsymbol{\theta}, \boldsymbol{\phi}) \quad (\text{II.10})$$

Lorsque la direction n'est pas précisée, le gain de puissance est généralement pris dans la direction du maximum de rayonnement[18].

II.4.4. Les antennes Patch

Une antenne contenant des éléments de rayonnants imprimés, souvent connue sous le nom d'antenne patch, est une ligne micro ruban de forme particulière. L'antenne se compose d'un plan de masse et d'un substrat diélectrique avec un ou plusieurs éléments métalliques en surface[32].

L'élément radial peut être rectangulaire, carré, circulaire ou bipolaire (**Figure II.14**). Ce sont les formes les plus courantes car elles offrent non seulement une grande facilité d'analyse et de fabrication, mais fournissent également un diagramme de rayonnement intéressant en raison du petit nombre de composants croisés. Les dipôles micro-ruban ont une large bande passante tout en prenant très peu de place, ce qui les rend idéaux pour la construction de réseaux d'antennes.

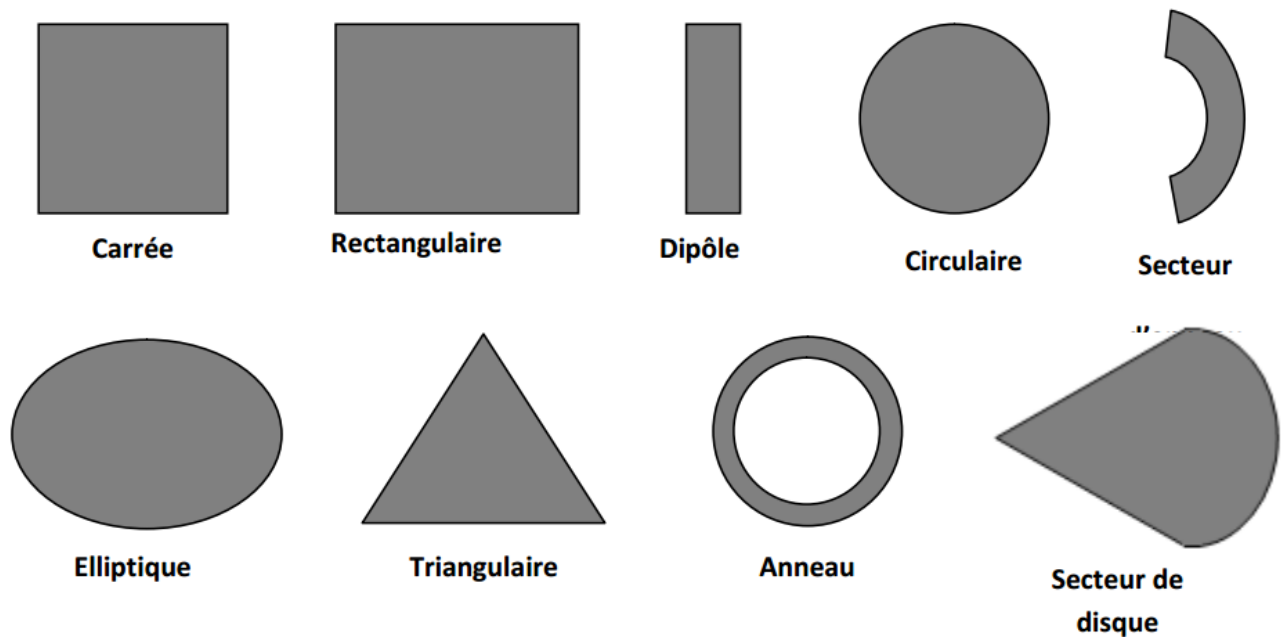


Figure II.14. Antennes Patch[30].

II.4.5. Conception d'antenne à fente micro-ruban

La méthode d'insertion des fentes, est la méthode la plus connue pour améliorer l'adaptation. Pour cela, on d'amener un pic de résonance supplémentaire dans l'antenne LB, peuvent être classifiées selon la localisation de la fente telle que l'élément rayonnant, le plan de masse, la ligne d'alimentation et la proximité de l'élément rayonnant[1].

Les antennes ULB ont une fente sur divers éléments rayonnant dans ce cas-ci, la longueur totale de la fente qui est environ $\lambda / 2$. Une antenne ULB ayant des fentes en L et en U sur le plan de masse. Dans ce cas-ci, les longueurs des fentes ont des longueurs $\lambda/2$ ou $\lambda / 4$. Les fentes peuvent également être insérées sur la ligne d'alimentation. Pour l'antenne ULB la fonction de bande rejetée est obtenue en insérant la fente sur la ligne d'alimentation CPW (Co-planar Wave guide). De même, il est possible d'insérer des fentes à proximité de l'élément rayonnant[1].

Une antenne à fente se compose d'une surface métallique, généralement une plaque plate, avec un trou ou une fente. L'alimentation est située au milieu de la fente qui rayonne de manière similaire à une antenne dipôle.

La forme et la taille de la fente déterminent les propriétés de rayonnement. Quant au dipôle, l'antenne à orifice peut être configurée en ajustant la longueur des orifices avec des diodes PIN, divers orifices, MEMS, etc[26].

II.4.6. Différentes techniques d'alimentation

L'alimentation de l'antenne est déterminée par la façon dont l'antenne est intégrée dans l'appareil. La technique d'alimentation constitue à elle-même tout un art et suppose une étude détaillée pour éviter d'éventuels désagréments qui peuvent survenir et altérer les performances de l'antenne . Une bonne alimentation doit prendre en considération quelques aspects pratiques (adaptation d'impédance , réduction des pertes d'insertion et des discontinuités responsables de rayonnement indésirable....).

Dans ce qui suit , les types d'alimentation les plus couramment utilisés seront exposés brièvement[29].

II.4.6.1. Alimentation par ligne micro-ruban

C'est la plus simple et la plus rudimentaire des techniques d'alimentation. La ligne micro-ruban et l'élément rayonnant sont imprimés sur la même face du substrat diélectrique .Elle a l'inconvénient de générer un rayonnement parasite pouvant altérer le diagramme de rayonnement propre de l'antenne [29].

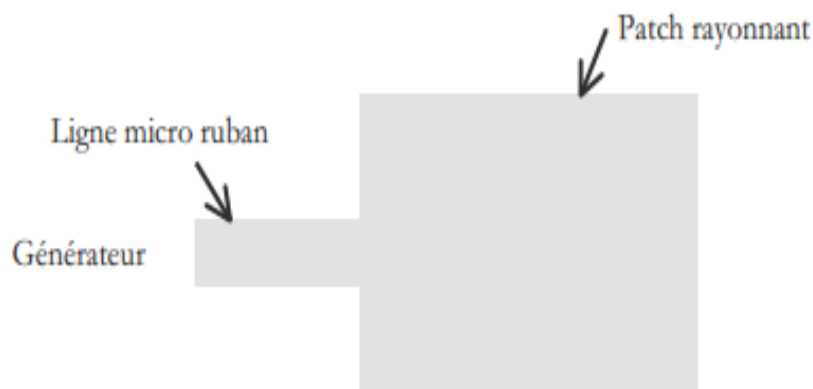


Figure II.15 : Alimentation par ligne micro ruban[13].

II.4.6.2. Alimentation coaxial

Un connecter standard de yupe SMA ,est soudé à l'antenne .L'âme centrale est reliée au patch en traversant le diélectrique, alors que le conducteur externe est soudé au plan de masse. Ce type d'alimentation est facile à mettre en œuvre . La position du point d'excitation peut être ajustée de façon à obtenir une bon adaptation entre l'antenne et la ligne d'alimentation. Toute fois, cette technique offre une bande passante étroite et elle est difficile à modéliser , particulièrement pour des épaisseurs de substrat supérieures à 0.02λ [29].

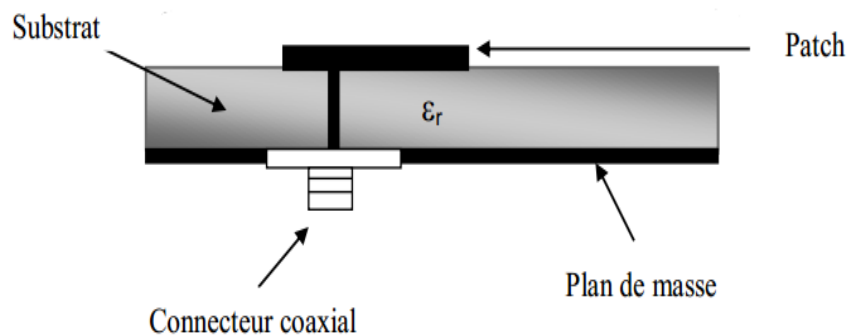


Figure II.16: Alimentation par câble coaxial[19].

II.4.6.3. Alimentation par le couplage par fente

Une ligne est disposée au-dessus du niveau de masse ,qui est entaillé avec une fente sous le patch , afin que l'énergie que la ligne arrive à soit communiquée à L'antenne[31].

L'antenne alimentée par fente (Figure II.17) se compose de deux substrats de permittivité diélectrique différente dont la face inférieure de la première substrat supporte une ligne de transmission et sur sa face supérieure un plan de masse avec une fente est posé. Au-dessus de ce dernier, un deuxième substrat est placé comprenant le patch sur sa face supérieure.

Cette technique permet d'alimenter le patch par couplage à travers la fente du plan de masse centrée sous ce patch. Cette alimentation souffre d'une bande passante très étroite et son avantage est la facilité de conception[25].

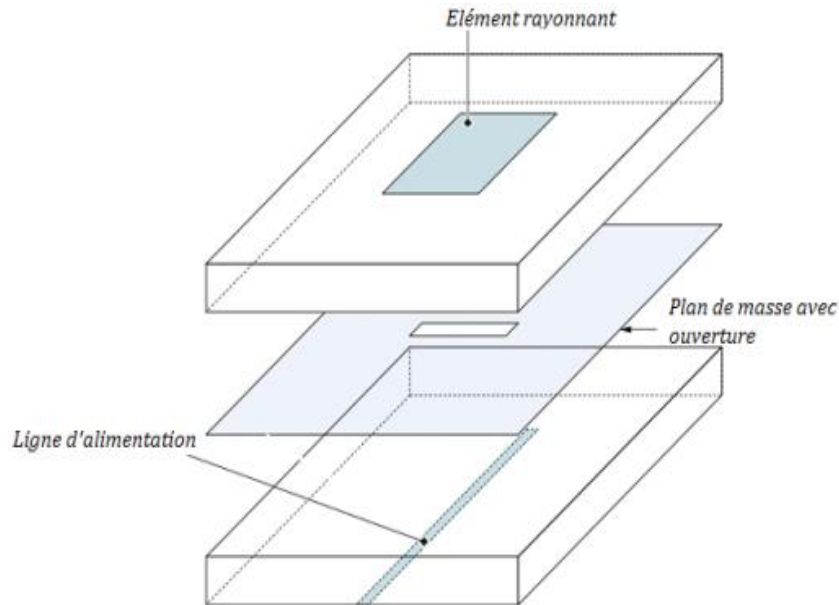


Figure II.17:Alimentation par fente[12].

II.4.7. Avantages et inconvénients des antennes micro-ruban

Les antennes micro-ruban deviennent de plus en plus nécessaires en raison de la large gamme de géométries qu'elles peuvent prendre et de leur capacité à s'adapter aux différentes conditions d'intégration [12].

Le tableau suivant donne un résumé des avantages et inconvénients des antennes micro rubans: [18] [27]

Avantages	Inconvénients
Faible poids, encombrement minimal.	Bande passante étroite
Un coût de fabrication faible.	Gain de puissance plus faible (-6 dB)
Elles supportent la polarisation linéaire et circulaire à la fois.	La perte ohmique
Le structure de l'alimentation peuvent être simultanément fabriquées avec la structure rayonnante.	Le rayonnement en arrière
Facile à intégrer dans les circuits hyperfréquences	Le rayonnement parasite

Tableau II.1 : Tableau résumant les avantages et les inconvénients des antennes microbandes.

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un bref historique sur les antennes imprimées et montré le rôle et l'évolution technologique des patches, ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients.

Nous avons également introduit différentes techniques d'alimentation. Ainsi que leurs caractéristiques générales.

Les antennes ont des propriétés et des caractéristiques, selon lesquelles elles sont valorisées.

Chapitre III: Simulations Et Résultat

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons vous montrer la conception de la structure d'antenne obtenue en présentant les résultats de simulation pour l'antenne à un seul patch radial de forme semi-circulaire, que nous avons alimentée via une ligne micro ruban.

Cette antenne a été conçue à l'aide du logiciel HFSS.

Nous donnerons un aperçu des logiciels de simulation utilisés dans notre travail, et nous terminons ce chapitre avec les résultats de certaines simulations d'antenne proposée.

III.2. Simulations et résultats de l'antenne proposée

Afin de gagner du temps et d'optimiser la structure pour les paramètres souhaités, l'étape de conception de l'antenne, à l'aide d'un logiciel approprié, est une étape essentielle. La conception nous permet également de calculer les coefficients diélectriques et de conductivité pour des matériaux peu coûteux qui ne sont pas idéaux, et de se faire une meilleure idée des futures antennes. Pour y parvenir, il faut choisir un outil de simulation électromagnétique adapté[2].

III.2.1. Géométrie de l'antenne de base

Les dimensions globales de l'antenne sont de $27 \times 26 \times 1.6 \text{ mm}^3$. La structure considérée consiste en un patch de forme semi-circulaire, illustré à la figure III.1, l'élément de rayonnement est alimenté par une ligne micro ruban avec une impédance caractéristique de 50Ω , l'antenne est conçue sur un substrat FR-4 avec une permittivité relative de $\epsilon_r = 4.4$, une perte tangente à $\tan(\delta) = 0.02$ et une épaisseur $h = 1.6 \text{ mm}$.

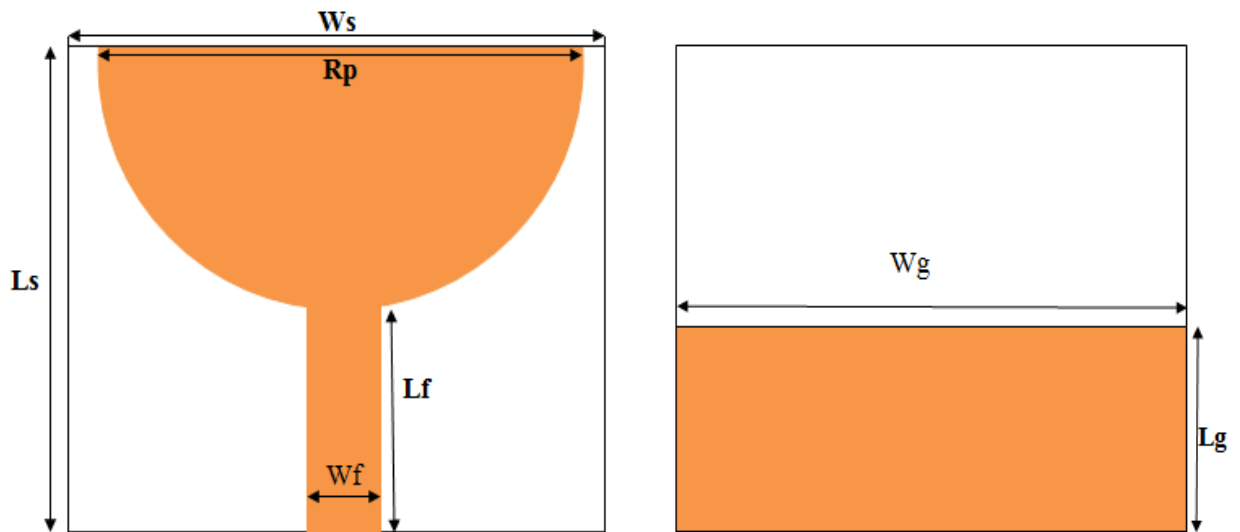


Figure III.1: L'antenne de base.

Les dimensions d'antenne étudié est résumée dans le tableau suivant :

Paramètre	Ls	Ws	h	Wf	Lf	Rp	Lg	Wg
Valeur(mm)	26	27	1.6	3	13	26	11.5	27

Tableau III.1: Dimensions du l'antenne de base.

III.2.1.1. Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire (TOS)

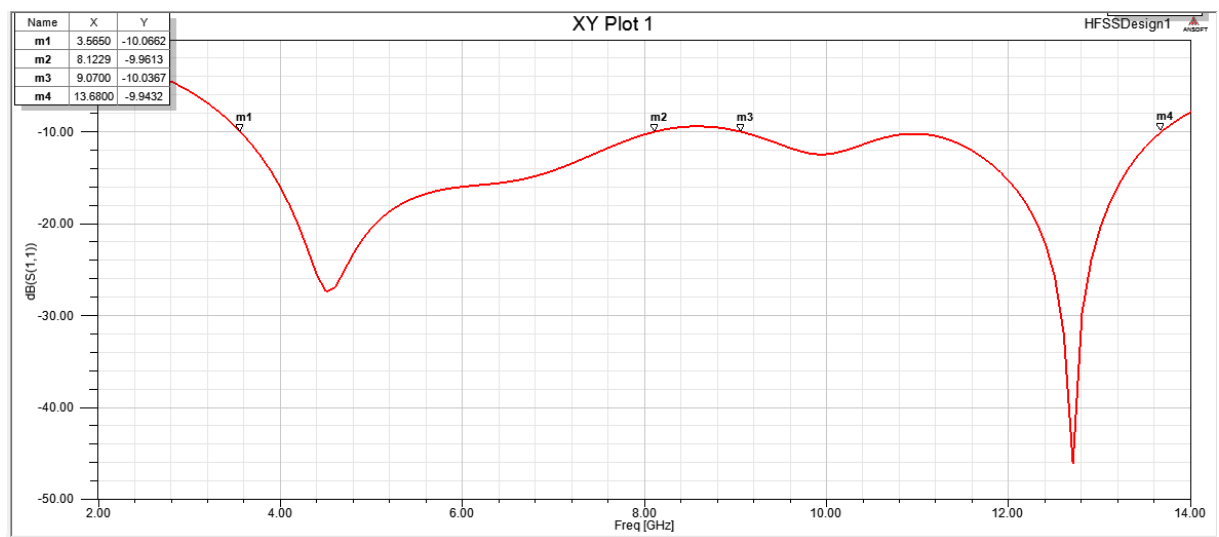


Figure III.2: L'amplitude S11 en (dB) en fonction de la fréquence en GHz.

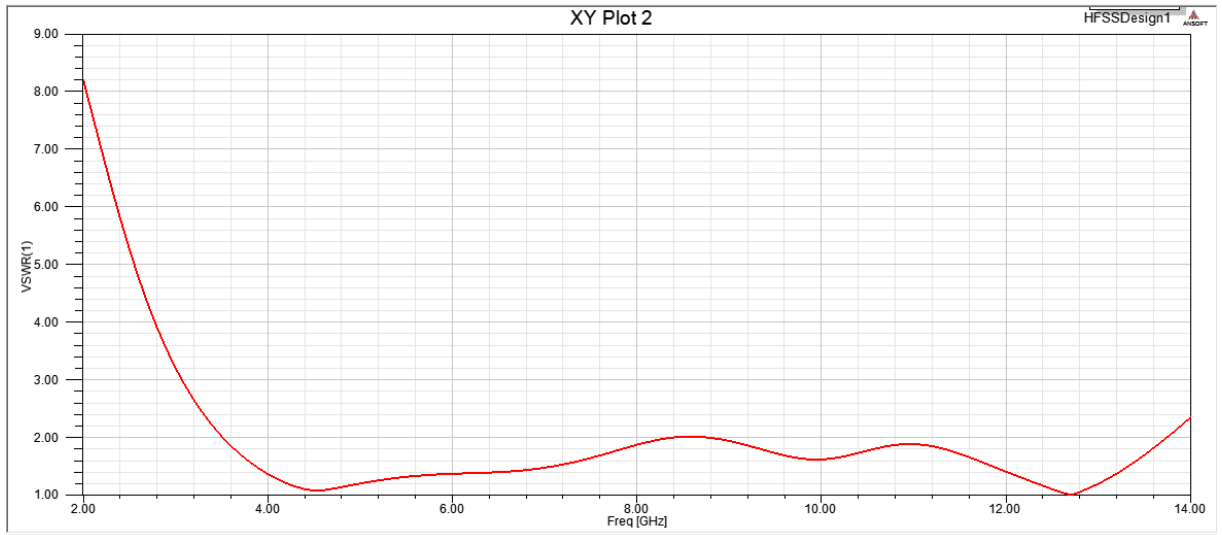


Figure III.3: Le TOS en fonction de la fréquence.

Les figures III.3 et III.4 représentent le coefficient de réflexion et le taux d'onde stationnaire en fonction de la fréquence pour l'antenne de base.

On remarque que le coefficient de réflexion minimal égal à -27.38 dB tandis que le reste de la plage de fréquence ne se conforme pas avec le masque de puissance et les réglés de la FCC et le taux d'onde stationnaire minimal égal à 1.3124 à la fréquence 4.5GHz.

Ces résultats montrent que l'antenne présente une mauvaise adaptation dans la bande [3.6, 8.1GHz] et dans la bande rejetée [8.1, 13.7GHz], avec un coefficient de réflexion inférieur à -10 dB .

Ainsi la bande passante relative de l'antenne est de 77.58%. Un coefficient de réflexion minimal de -27.38 dB est obtenu à la fréquence de 4.5 GHz.

La largeur de bande de l'antenne est obtenue à partir de la courbe comme suit:

$$\Delta f = f_2 - f_1 = 8.1 - 3.6 = 4.5 \text{ GHz.}$$

Par rapport à la fréquence centrale, La largeur de la bande passante relative est obtenue comme suit :

$$BP(\%) = \frac{\Delta f}{f_0} \cdot 100 = 77.58\%$$

Avec, $f_0 = (3.6+8.1)/2 = 5.8$ GHz.

III.2.1.2. Diagramme de rayonnement

La figure III.4 montre le diagramme de rayonnement d'antenne de base

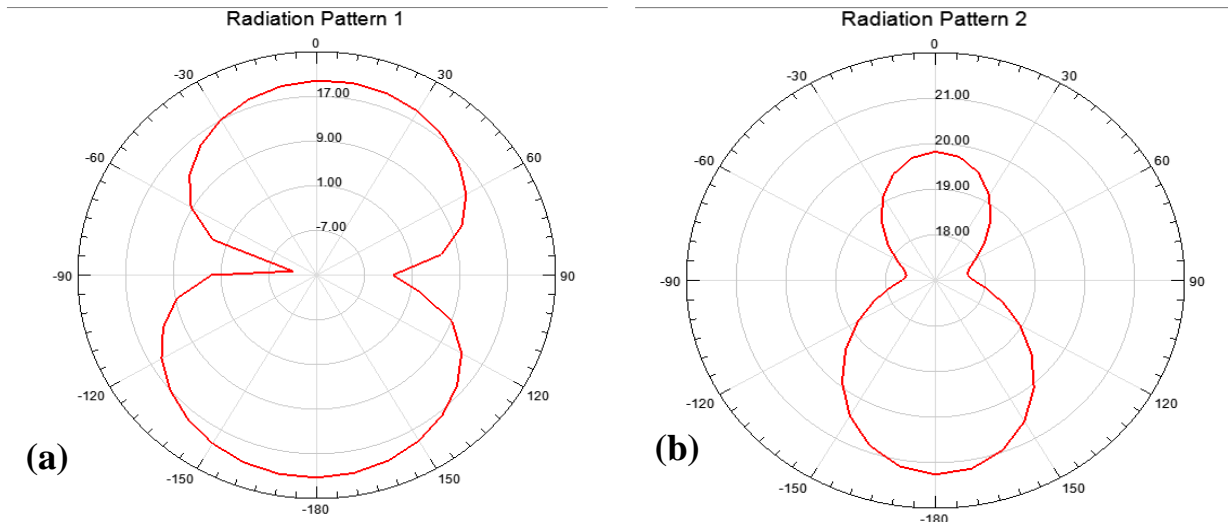


Figure III.4: Diagramme de rayonnement,(a) $\phi=0^{\circ}$,(b) $\phi=90^{\circ}$.

Les résultats de l'antenne de base sont résumés dans le tableau suivant :

Caractéristiques	Antenne ULBde base
Dimension (mm ³)	26x27x1.6
BP(%)	77.58%
Δf	4.6 GHz
VSWR(min) à 4.5 GHz	1.3124
Coefficient de réflexion (min) en dB	-27.38 dB

Tableau III.2: Les résultats l'antenne de base.

Comme conclusion on peut dire que cette antenne de base doit être optimisée afin de se confirmer avec les réglés de la FCC pour les antenne ULB.

III.2.2. Optimisation de l'antenne

III.2.2.1. Antenne proposé avec un changement dans le plan de masse

Étudier l'influence de la largeur du plan de masse sur les caractéristiques d'antenne, nous allons varier la largeur notée par ' L_g '. Les figures (III.5) ci-dessous représentent le coefficient S11 pour les différentes valeurs de la longueur de plan de masse ($L_g = 10\text{mm}$, $L_g = 10.5\text{mm}$, $L_g = 11\text{mm}$, $L_g = 11.5\text{mm}$) en fonction de la fréquence.



Figure III.5: Variation de la largeur L_g .

Les résultats de la simulation obtenus sont montrés dans la figure (III.5).

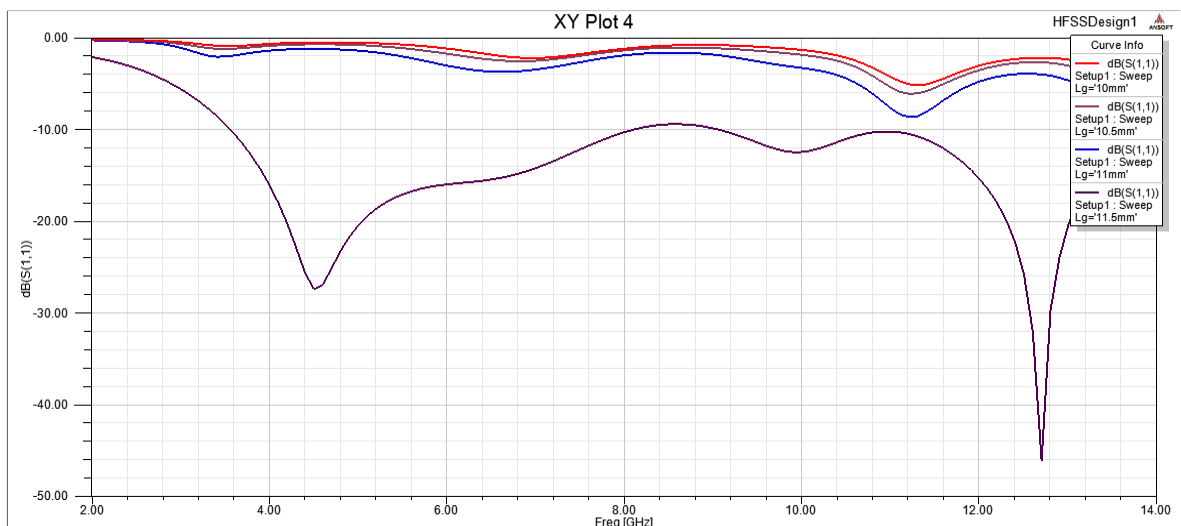


Figure III.6: Coefficient de réflexion avec variation de la longueur de plan de masse.

On remarque que le paramètre $L_g = 11.5\text{mm}$ a donné de bons résultats en termes du coefficient de réflexion et de la bande passante.

III.2.2.2. Le plan de masse avec ouverture carré

La figure III.7 représente le plan de masse avec une ouverture carrée de longueur et de largeur $W_{c1} = 5.6\text{mm}$, $L_{c1} = 4.2\text{mm}$.

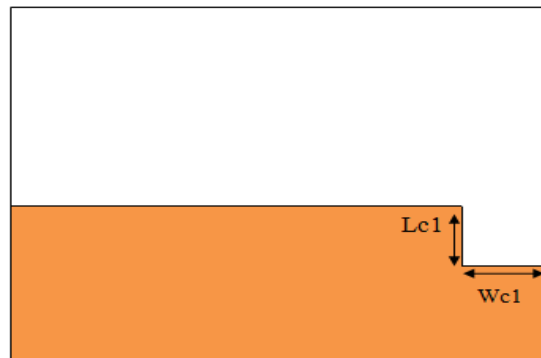


Figure III.7: Le plan de masse avec ouverture carré.

III.2.2.2.1. Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire (TOS)

Les résultats de simulation obtenus sont présentés dans les éléments suivants:

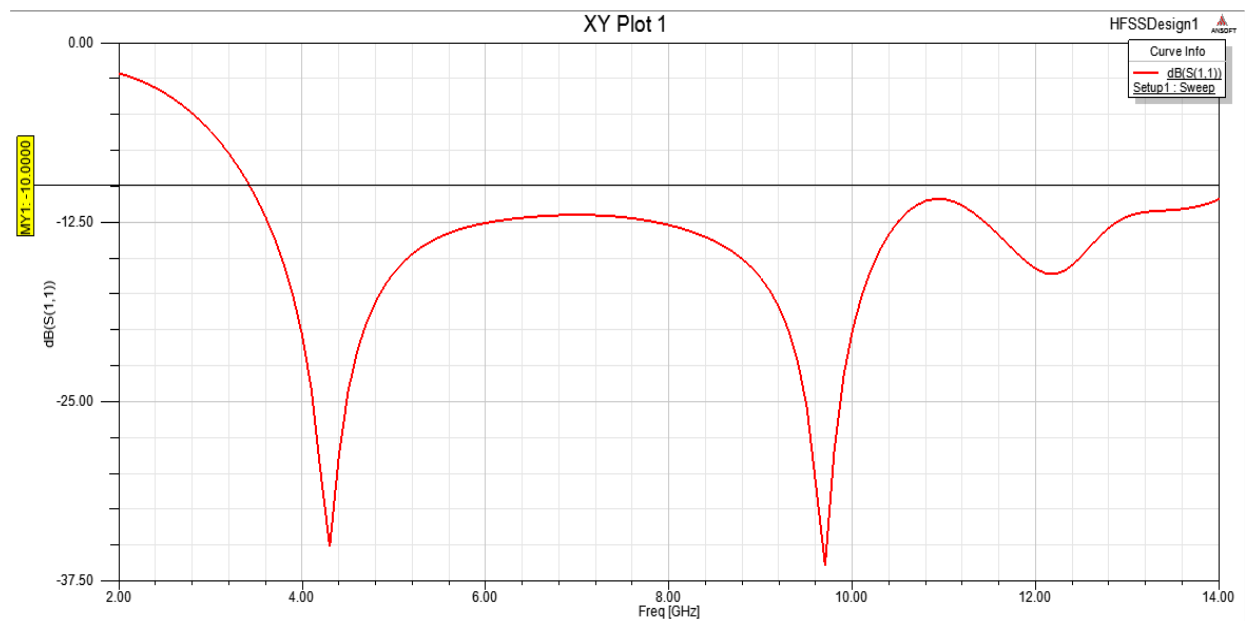


Figure III.8: Coefficient de réflexion S_{11} (dB).

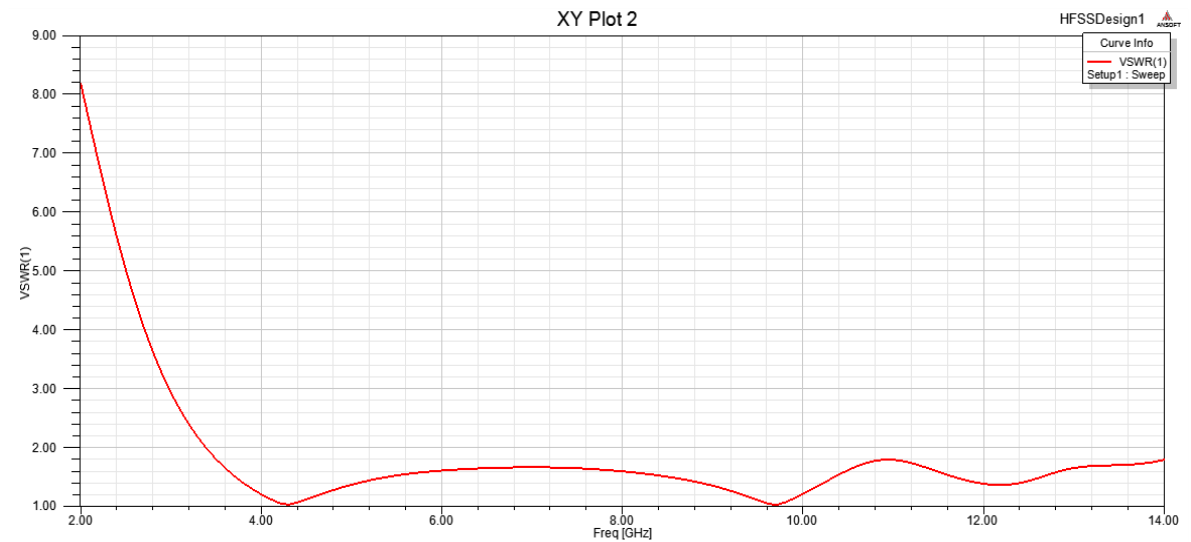


Figure III.9: Le TOS en fonction de la fréquence.

Malgré le bon résultat que nous avons atteint après ajustement au niveau du plan de masse, nous avons remarqué que le coefficient de réflexion minimum est à -36.39dB à une fréquence de 9.7GHz avec un coefficient de réflexion inférieur à -10dB, sauf si nous obtenons le champ requis.

III.2.2.2.2. Diagramme de rayonnement

La figure III.11, nous avons présenté les diagrammes de rayonnements simulés pour deux phase $\phi=0^\circ$ et $\phi=90^\circ$.

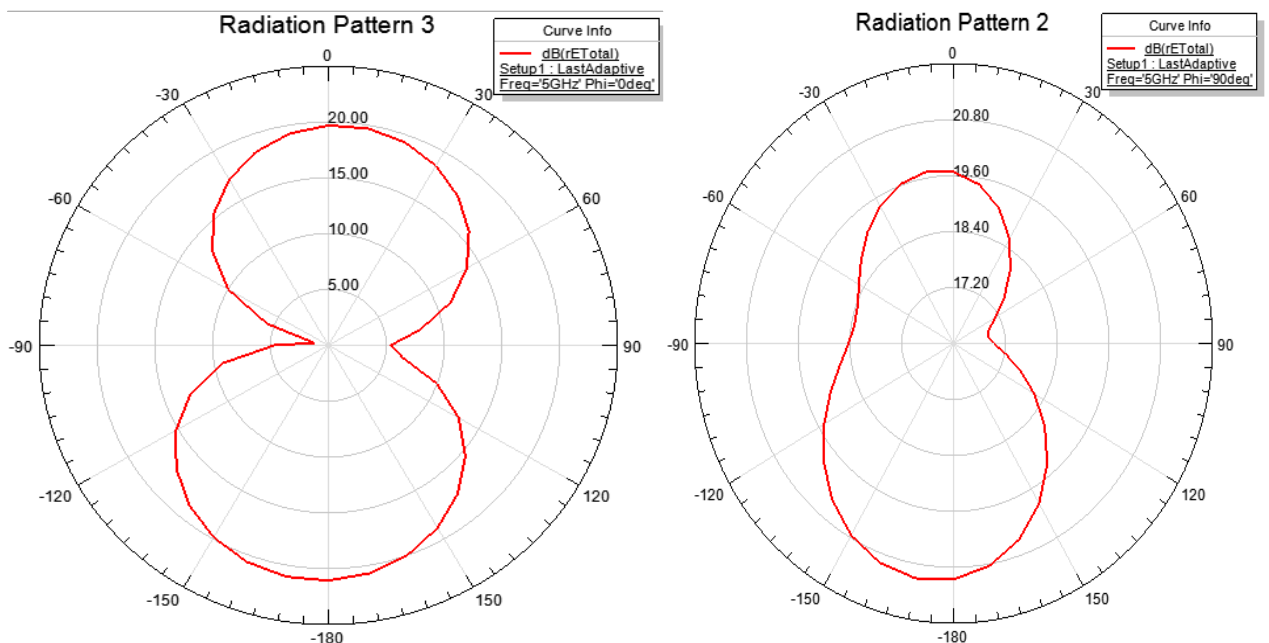


Figure III.10: Diagramme de rayonnement.

III.2.2.3. Mettre deux trous au niveau de l'antenne

Pour obtenir de résultats satisfaisants, nous avons placé deux trous au niveau de l'antenne en symétrie avec un micro ruban ($Lc2=2.5mm$, $Wc2=0.34mm$, $Lc3=2.5mm$, $Wc3=0.3mm$).

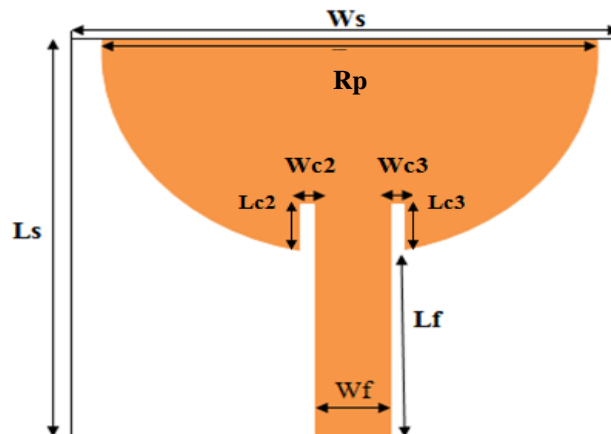


Figure III.11: Deux trous au niveau de l'antenne.

III.2.2.3.1. Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire (TOS)

Cette structure a donné les résultats suivants :

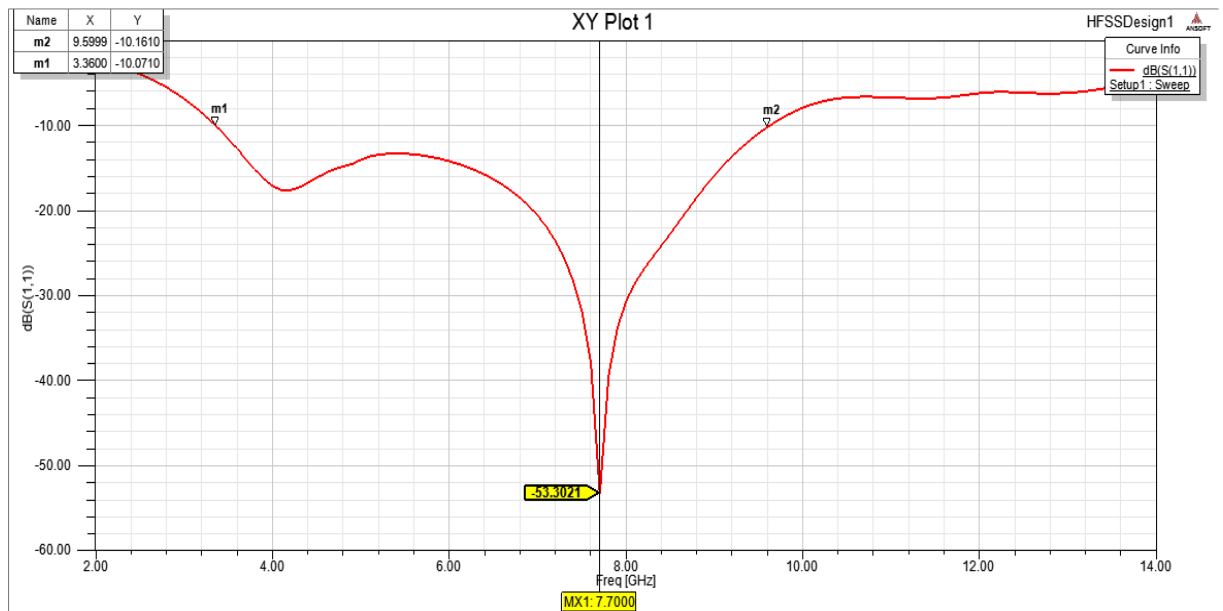


Figure III.12: Coefficient de réflexion S11(dB) de l'antenne de proposée.

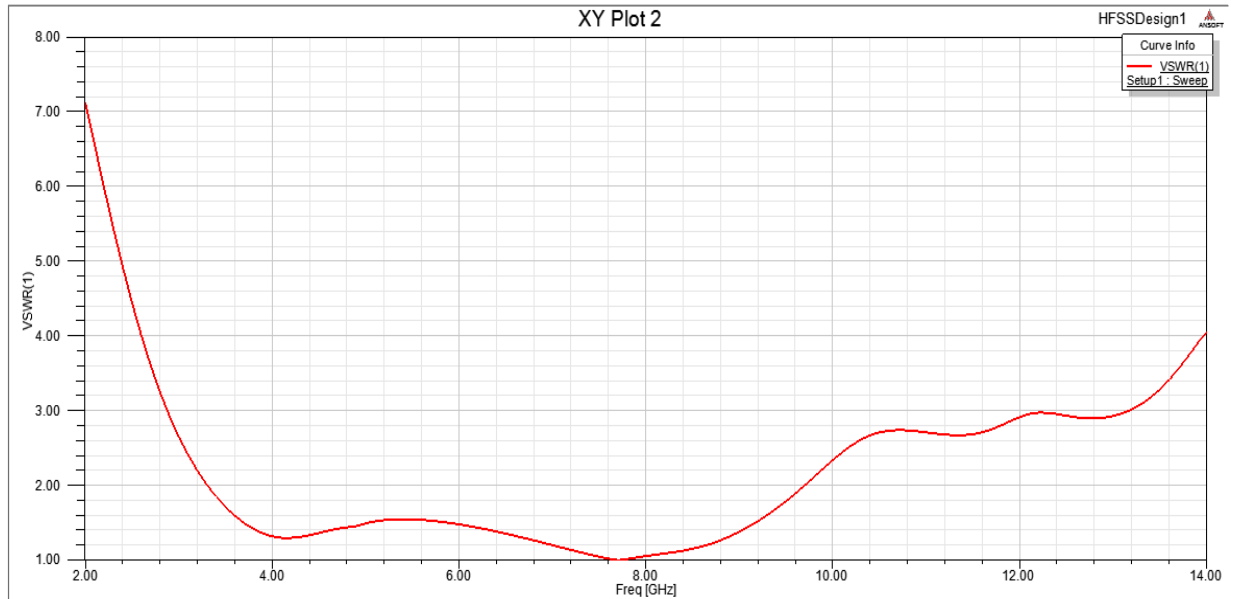


Figure III.13: Le TOS en fonction de la fréquence.

Les figures III.12 et III.13 représentent le coefficient de réflexion et Le Taux d'onde stationnaire.

On remarque que le coefficient de réflexion minimal égal à -53.30dB à la fréquence 7.7GHz .

III.3.2.4. Mettre une oreille des deux côtés

La figure ci-dessous montre la variance de deux variables "R1, R2" en prenant des valeurs égales de sorte que $R1=4.6\text{mm}$, $R2=4.6\text{mm}$.

Paramètre	Valeur(mm)	Paramètre	Valeur(mm)
Ls	26	Wg	27
Ws	27	Lc1	4.2
h	1.6	Wc1	5.6
Lf	13	Lc2	2.5
Wf	3	Wc2	0.34
Rp	26	Lc3	2.5
Lg	11.5	Wc3	0.3
R1	4.6	R2	4.6

Tableau III.3: Dimensions de l'antenne proposée.

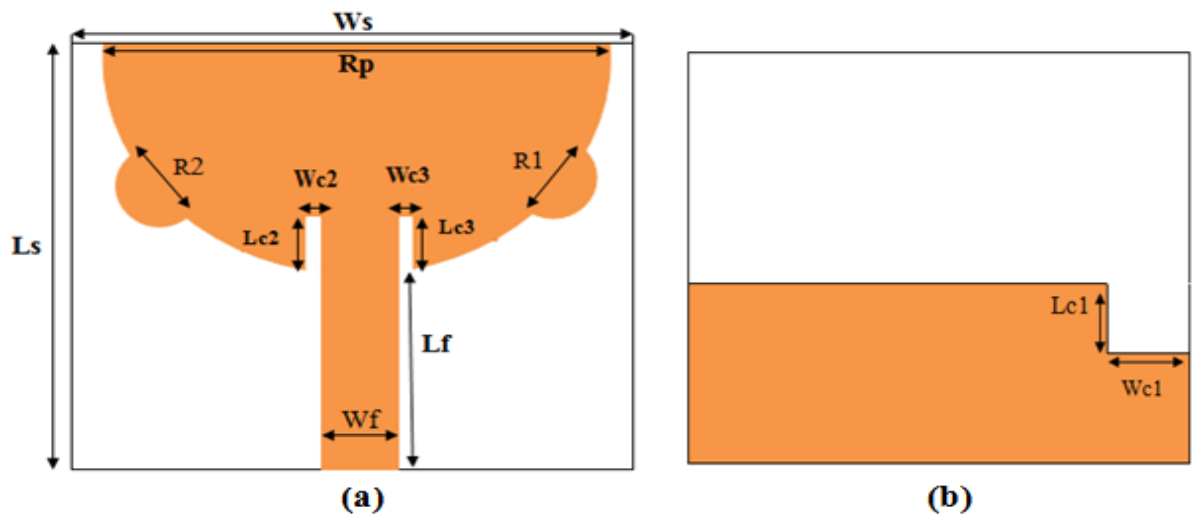


Figure III.14: Géométrie optimisée de l'antenne proposée,(a) face avant et (b) face arrière.

• Coefficient de réflexion

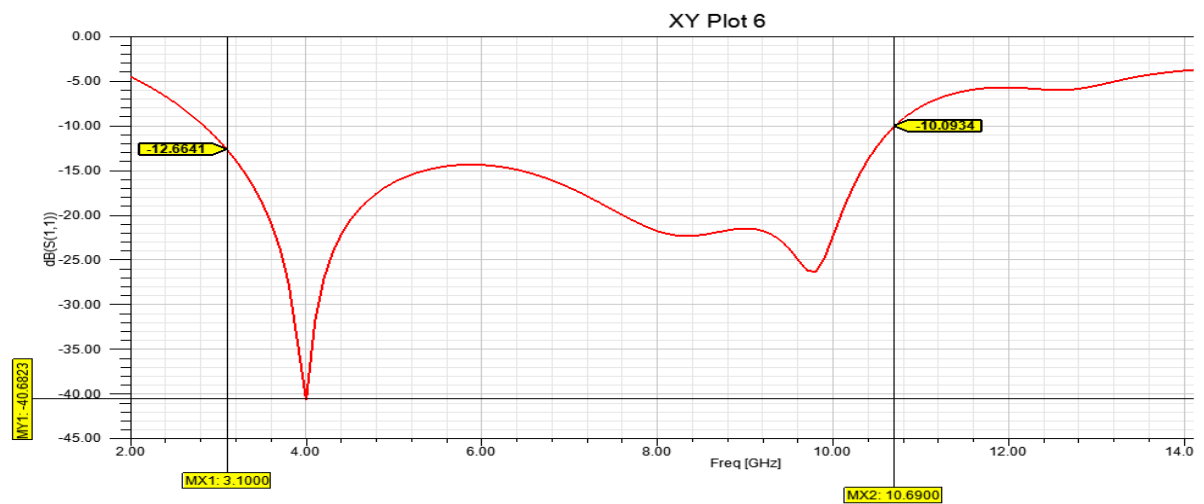


Figure III.15: Coefficient de réflexion S11(dB) en fonction de la fréquence en GHz.

• Le Taux d'onde stationnaire (VSWR)

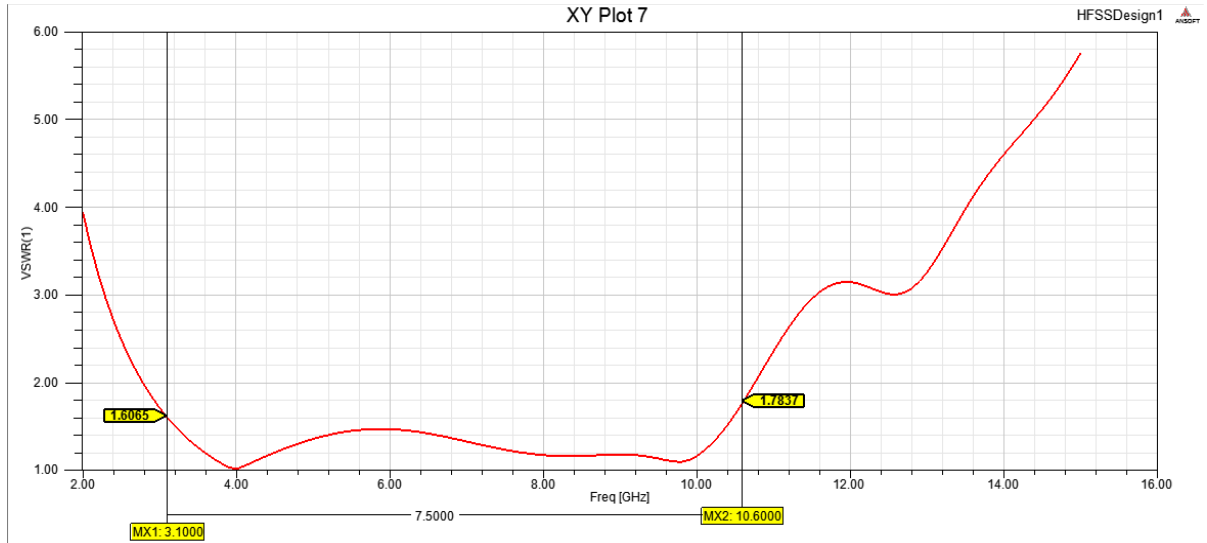


Figure III.16: Le TOS en fonction de la fréquence.

Après le dernier processus d'optimisation, nous avons obtenu un bon résultat dans le domaine étudié [3.1, 10.6GHz]. On remarque que le Coefficient de réflexion S11 minimum est de -40.68dB et le rapport d'onde stationnaire minimum est de 1.0188 à une fréquence de 4Ghz.

• Diagramme de rayonnement

La figure ci-dessous représente les diagrammes de rayonnement de l'antenne pour deux plans à la fréquence . Pour $\phi=0^\circ$ le lobe principale est à la direction $\theta=190$ et pour $\phi=90^\circ$ le lobe principale est à la direction $\theta=190$.

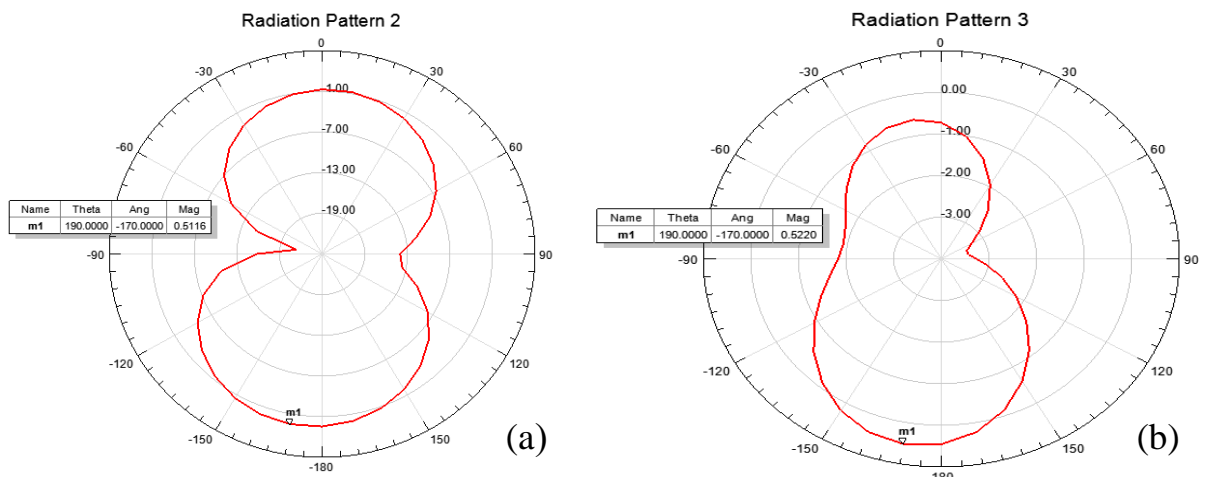


Figure III.17: Diagramme de rayonnement du gain (a) $\phi=0^\circ$ et (b) $\phi=90^\circ$.

•Diagramme de rayonnement 3D

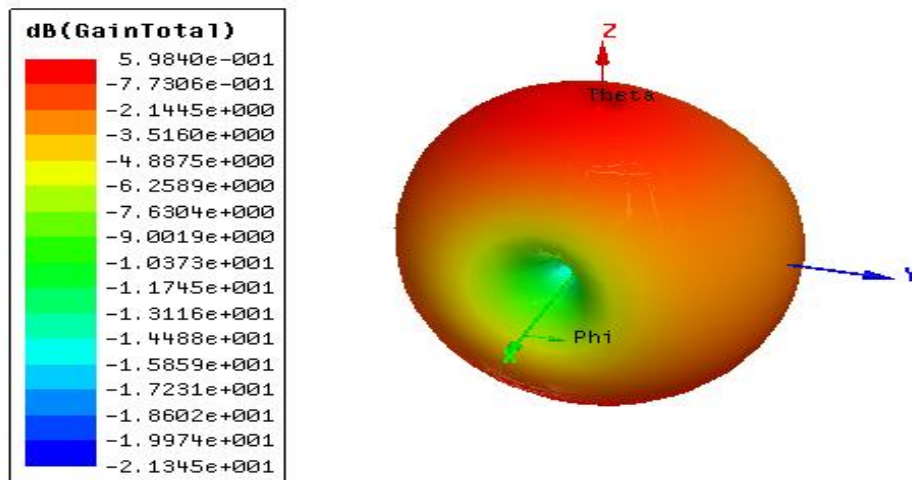


Figure III.18: Diagramme de rayonnement en 3D.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus après le processus de conception des antennes de l'ULB:

Caractéristiques	Antenne ULB proposée
Dimension (mm ³)	26x27x1.6
BP(%)	115.80%
Δf	7.84 GHz
VSWR(min) à 4 GHz	1.0188
Coefficient de réflexion (min) en dB	- 40.68 dB

Tableau III.4: Les résultats l'antenne proposées ULB.

III.3. Comparaison entre deux type de substrat

Fréquence de résonance (GHz)	Fr= 5				
Substrat	Type	Hauteur (mm)	Permittivité relative	Perméabilité relative	Tangente des pertes
I	FR4_expoy	H=1.6	$\epsilon_r= 4.4$	$\mu_r=1$	$\tan(\delta)=0.02$
II	Rogers RO3003(tm)	H=1.6	$\epsilon_r= 3$	$\mu_r=1$	$\tan(\delta)=0.0013$
La bande de fréquence	2 à 14 GHz				
Type d'excitation	Lumped Port				

Tableau III.5: Paramètres de conception de l'antenne proposées.

- Paramètre S

Les résultats de simulation obtenus entre deux type **FR4_expoy** et **Rogers RO3003(tm)**, dans la **figure III.19** et la **figure III.20**.

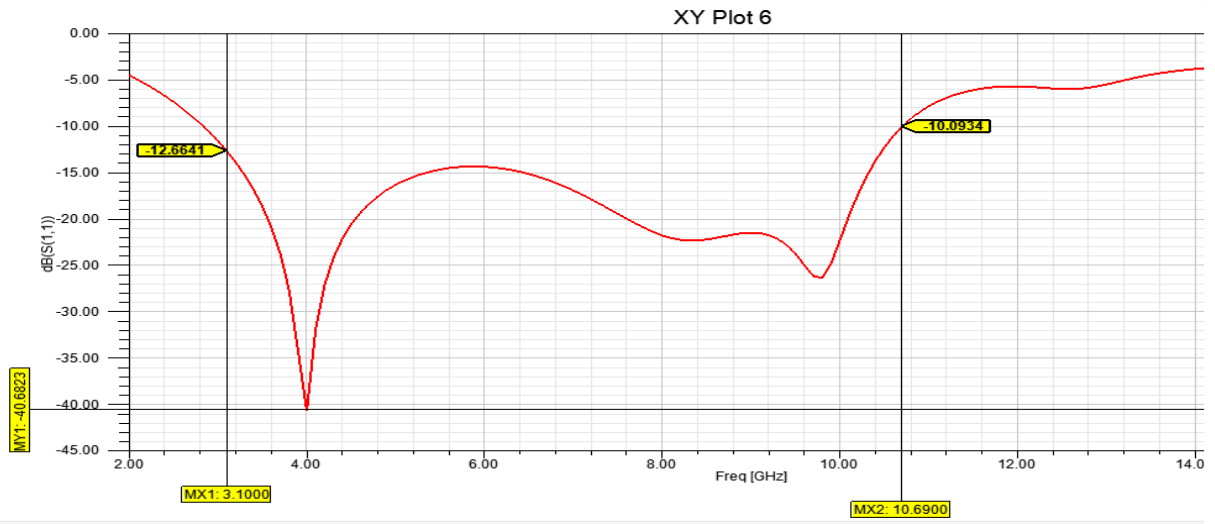


Figure III.19: Paramètre S substrat FR4_expoxy.

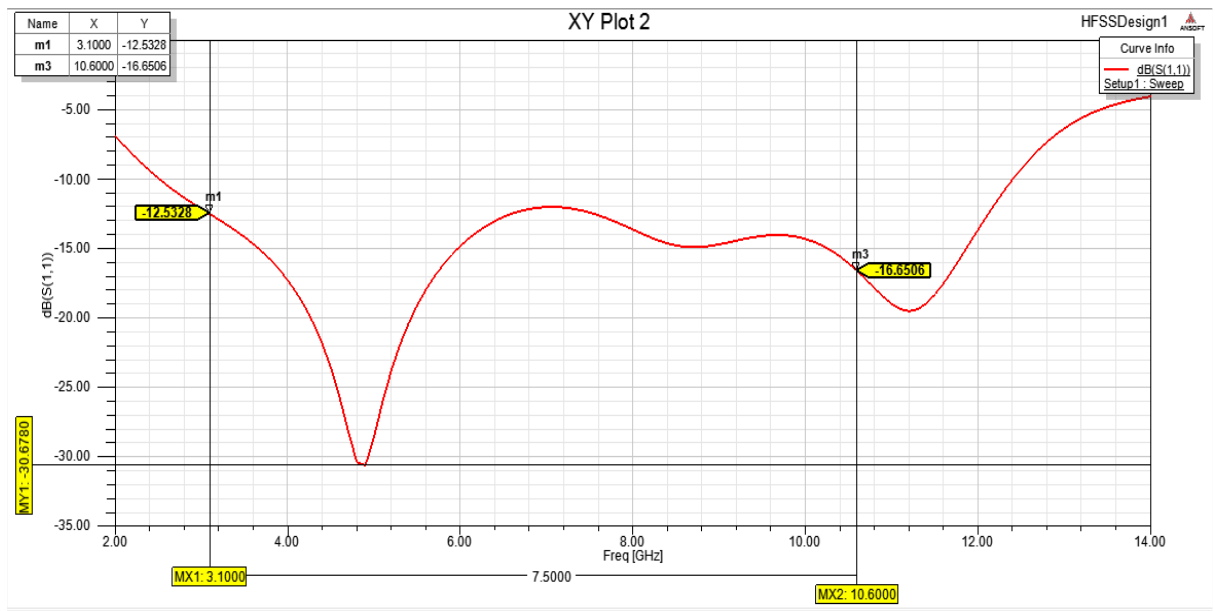


Figure III.20: Paramètre S substrat Rogers RO3003(tm).

On remarque sur la Figure (III.19) l'évolution du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence, on note que le coefficient S est de l'ordre de -40.68dB pour la fréquence de résonance de 4 GHz, et que cette dernière est loin de la fréquence proposée de l'ordre de 5 GHz, mais sur la Figure (III.20) le coefficient de réflexion minimum S11 de l'ordre de -30,67 dB pour la fréquence de résonance de 4,9 GHz, et cette dernière est très proche de la fréquence proposée, et de de cette comparaison on remarque que le type FR4_expoxy est idéal au regard de l'antenne proposée.

III.4. Comparaison entre notre antenne proposée avec réglementation d'ULB dans le monde

Faire une comparaison entre la figure (III.21) et figure (III.22):

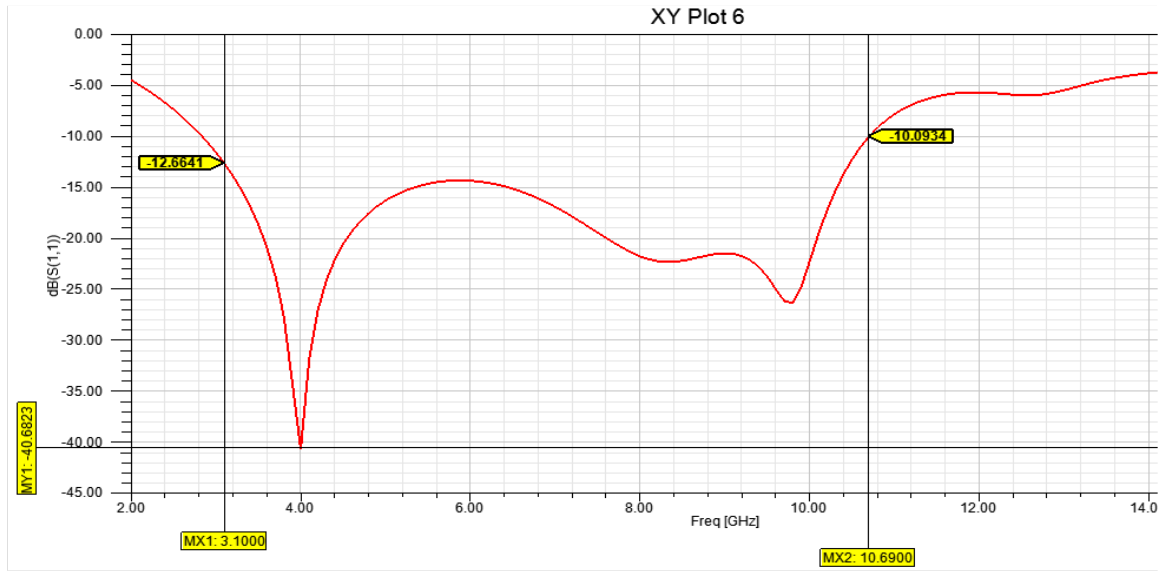


Figure III.21: Coefficient de réflexion dans antenne proposée.

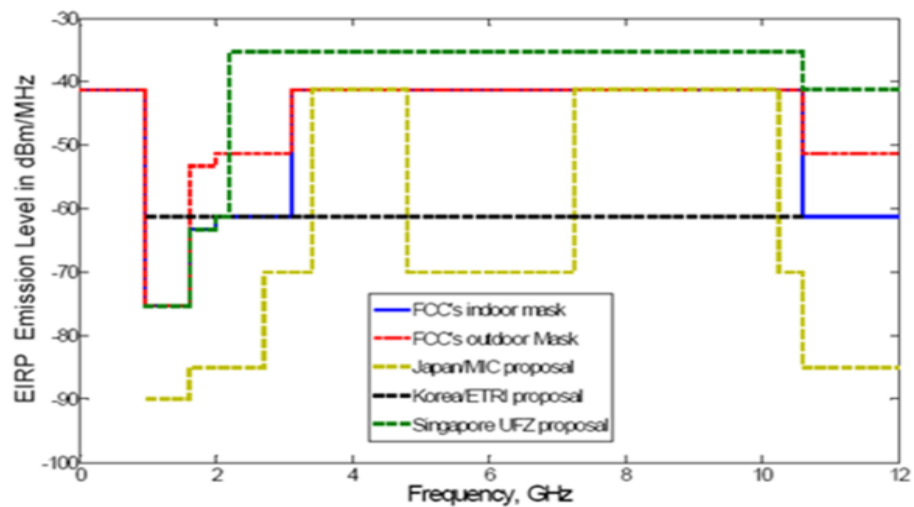


Figure III.22: Masques spectraux proposés en Asie. [1]

Après la comparaison avec les réglementations du monde entier, nous avons trouvé une coïncidence approximative entre la courbe obtenue dans notre simulation et le masque de Japon.

III.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons amélioré les performances de l'antenne de base semi-circulaire ultra large bande et on a présenté notre antenne proposée à l'aide de la simulation électromagnétique HFSS, puis nous avons présenté les résultats de la simulation suivis de commentaires et de discussions. Coefficient de réflexion et le rapport d'onde stationnaire en fonction de la fréquence sont considérés.

Nous avons également fait une étude entre deux types de substrat et comparé le résultat amélioré de l'antenne avec les réglementations d'ULB dans le monde.

Conclusion générale

Conclusion Générale

L'émergence des nouveaux outils de communication mobile (GSM, 3G) et des technologies sans fil (Wi-Fi, Bluetooth, WLAN) incitent les ingénieurs à concevoir des appareils miniatures à très haut débit, qui nécessitent des composants de technologie ultra large bande, et à répondre aux besoins du domaine du haut débit sans fil. communication, ces antennes dotées d'une caractéristique attractive doivent être très implémentées (bande passante très large, faible coût de fabrication et encombrement minimum).

En raison du besoin urgent d'antennes à très large bande passante dans les systèmes de communication mobile, l'objectif principal de ce travail était de simuler et d'améliorer l'antenne large bande proposée en s'adaptant à la bande passante [3.1GHz, 10.6GHz].

L'étape de conception de l'antenne à l'aide d'un logiciel approprié est une étape essentielle pour gagner du temps et optimiser la structure en fonction des informations souhaitées. Elle simule des structures complexes en trois dimensions, où elle nous montre notamment le calcul du coefficient de réflexion minimum et l'imagerie de le schéma de rayonnement tridimensionnel.

A partir de cette plateforme, nous sommes parvenus à des résultats après les avoir étudiés à travers trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous sommes arrivés à la conclusion que la technologie ULB a des vitesses élevées, c'est pourquoi il s'agit d'une bande très large avec une durée très courte des impulsions émises pour assurer une transmission forte, Malgré cette caractéristique mentionnée, l'inconvénient de cette technologie est que les fréquences utilisées sont déjà incluses Avant d'autres systèmes, ce qui renpossible la présence d'interférences.

Comme pour le deuxième chapitre de ce travail, nous nous sommes consacrés à expliquer l'antenne imprimée en évoquant brièvement les différentes techniques d'alimentation, et des caractéristiques générales liées à l'antenne

imprimée.

Dans le troisième chapitre, nous avons simulé et amélioré notre antenne pour la technologie ultra-large bande en utilisant le programme de simulation électromagnétique HFSS, ce qui a facilité cette étude et nous a fourni des résultats satisfaisants, Où nous avons alimenté cette antenne via une ligne micro ruban.

En conclusion de ce chapitre, nous avons comparé deux types de pilier FR4_expoy et Rogers RO3003(tm) pour montrer lequel des deux types est meilleur en terme de transmission, et donc il a été conclu que le type de pilier FR4_expoy était bon en terme de conformité avec le masque de puissance du Japon.

ANNEXE

A.1. Introduction

Dans cette annexe, nous allons présenter un aperçu du logiciel HFSS (High Frequency Structure Simulator) en introduisant le rôle de chaque fonction que nous utilisons généralement pour exécuter nos simulations. Portez une attention particulière aux étapes à suivre pour créer le projet, car l'ordre est important pour obtenir les résultats souhaités.

A.2. Le logiciel de simulation HFSS

A.2.1. Présentation du logiciel Ansoft HFSS

HFSS (High Frequency Structure Simulator) version 13.0 est un logiciel commercial qui calcule les champs électromagnétiques dans le domaine fréquentiel, et permet d'analyser le comportement électromagnétique d'une structure, pour analyser ce comportement en détails, le logiciel met à notre disposition des outils d'interprétation post traitement. Il effectue une modélisation électromagnétique par résolution des équations de Maxwell à l'aide de la méthode des éléments finis. Cette dernière est basée sur la description géométrique de la structure sous forme d'un maillage. Elle consiste à diviser l'espace en petits éléments homogènes mais de taille pratiquement très variable, ce qui constitue l'un des points forts de cette méthode.[33]

HFSS utilise la méthode des éléments finis (FEM). Ansoft HFSS peut être utilisé pour calculer des paramètres tels que les paramètres S, la fréquence de résonance, les champs électriques et magnétiques. Dans un champ proche comme dans un champ lointain.

Qu'est ce que nous donne HFSS ?

- Prototypes virtuel et rapide.
- Structures Arbitraire en 3D.

- Plusieurs ports / Modes multiples.
- Supporte tous les matériaux à micro-ondes.
- Calcul des paramètres S, Y, Z. [36]

A.2.2. Le processus du logiciel HFSS

L'organigramme suivant résume les étapes à suivre :

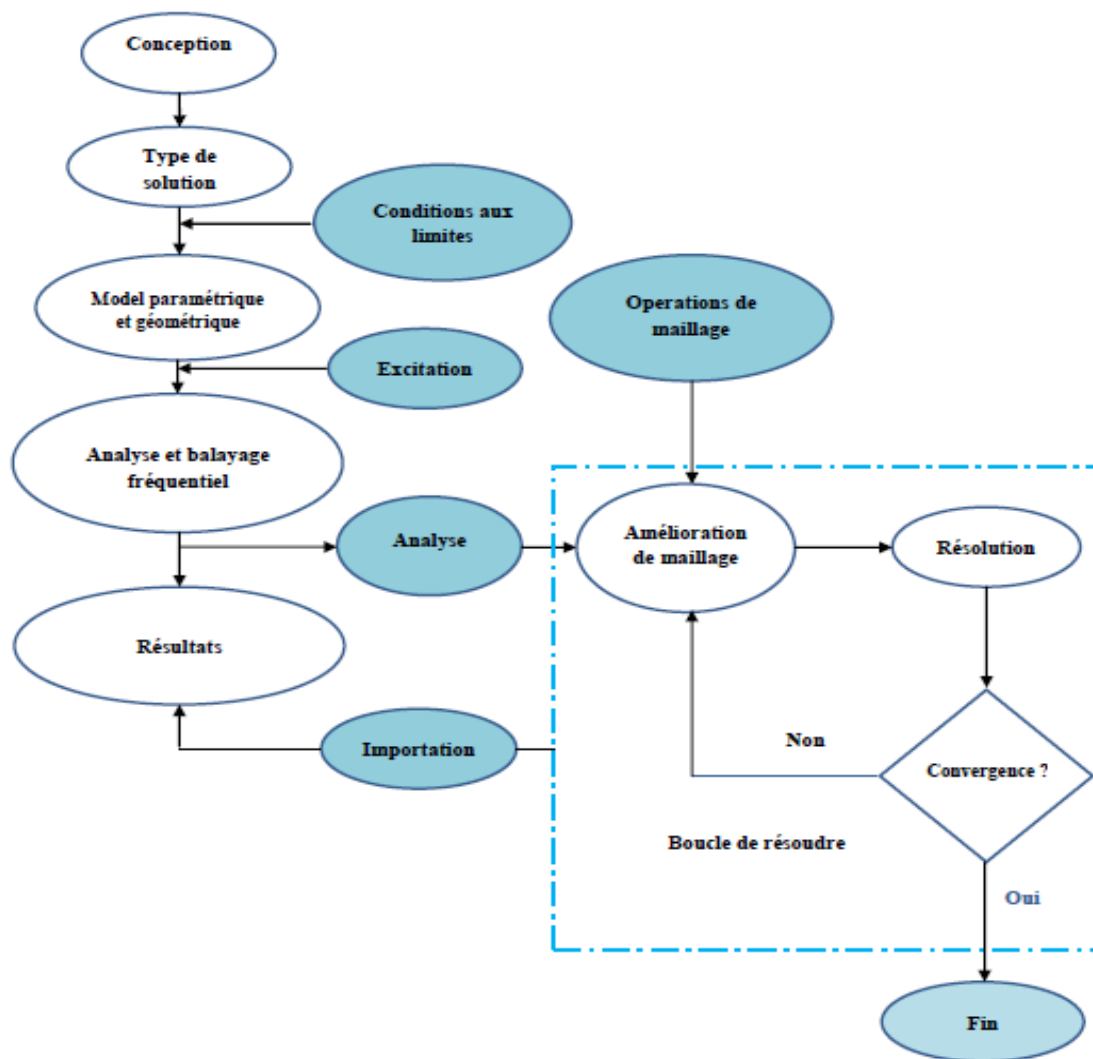


Figure A.1: Le Processus de HFSS. [34]

A.2.3. Un projet en HFSS

Cet exemple est prévu pour montrer comment créer, simuler, et analyser une antenne micro ruban en utilisant l'environnement de conception d'Ansoft HFSS. La fenêtre d'Ansoft HFSS a plusieurs panneaux facultatifs :

- **Le Project Manager** : Contient un arbre de conception qui énumère la structure du projet.
- **Le Message Manager** : Permet d'afficher toutes les erreurs avant de commencer la simulation.
- **La fenêtre de Properties** : Pour les affichages et permet de changer les paramètres des attributs du modèle.
- **La fenêtre de Progress** : Affiche les progressions de la solution.
- **La fenêtre de 3D Modeler** : Contient le modèle et son arbre pour la conception active. [35]

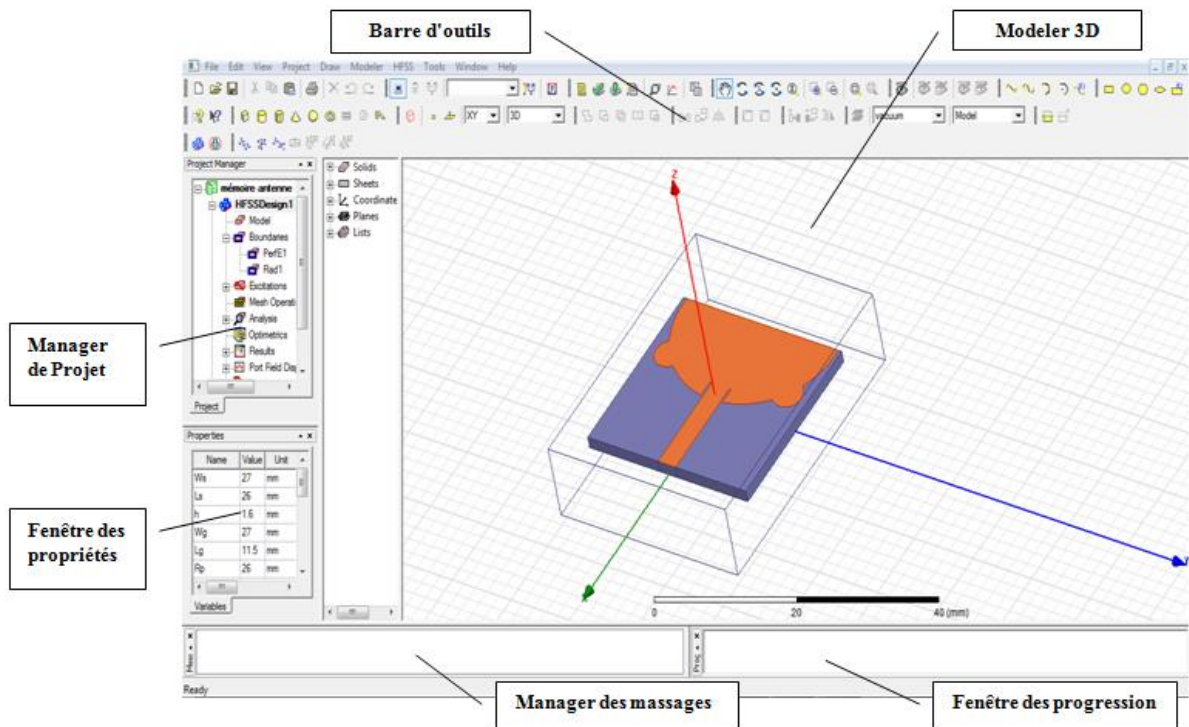



Figure A.2: La fenêtre principale du logiciel HFSS.

A.2.4. Comment commencer HFSS

HFSS devrait être installé sur l'ordinateur que vous travaillez dessus. Il devrait y avoir une icône de HFSS () sur l'ordinateur de bureau que vous pouvez double-cliquer dessus pour lancer HFSS.

A.2.4.1 Comment ouvrir un nouveau projet

Quand vous commencez HFSS v 13, un projet est énuméré dans l'arbre de projet dans la fenêtre de Project Manager et est appelé project1 par défaut. Des définitions de projet, telles que la tâche matérielle, des états de frontière, et des ports d'excitation sont stockées sous le nom de projet.

a. Sauvegarder le projet

Sur le menu fichier, cliquer Save As, employer le navigateur de dossier pour localiser le dossier dans lequel vous voulez sauvegarder le projet comme: **C:\Ansoft\HFSS13\Projects**, et double-cliquer le nom de dossier, puis cliquer **Save**.

b. Insérer une conception de HFSS

Sur le menu Project cliquer **Insert HFSS Design**. La nouvelle conception est énumérée dans l'arbre de projet, il est appelé Model par défaut. La fenêtre 3D Modeler apparaît à la droite du Project Manager.

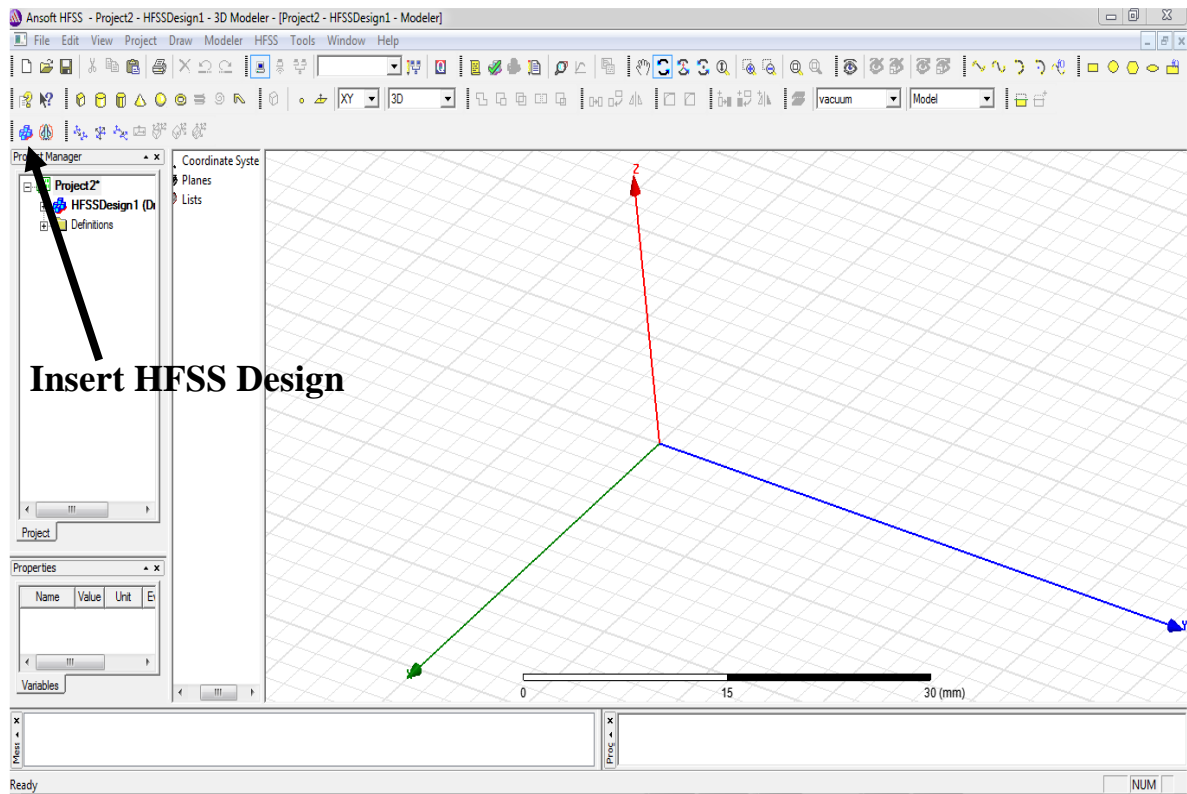


Figure A.3: Fenêtre de HFSS.

c. Choix du type de solution

Pour créer une géométrie ou un modèle, il est nécessaire d'insérer un nouveau projet qui apparaît automatiquement sur la fenêtre "**Project Manager**". Nous sélectionnons le type de solution à partir du menu HFSS, en cliquant sur le bouton "**Solution Type**", la boîte de dialogue du Type de Solution apparaît (Figure A.4).

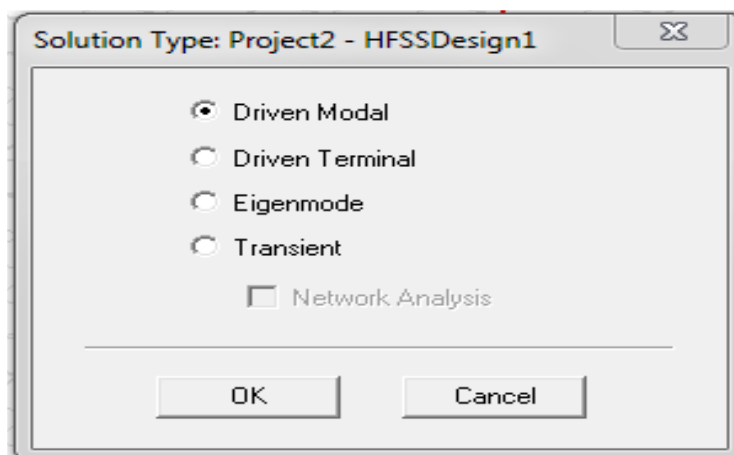



Figure A.4: Boîte de dialogue du Type de Solution.

d. Créer le substrat

Pour dessiner le substrat, cliquer  dans la barre d'outils. Dessiner alors une boîte .En utilisant les surfaces d'entrées du même rang, entrer la position et dimension de **Box** comme montré dans la figure suivante :

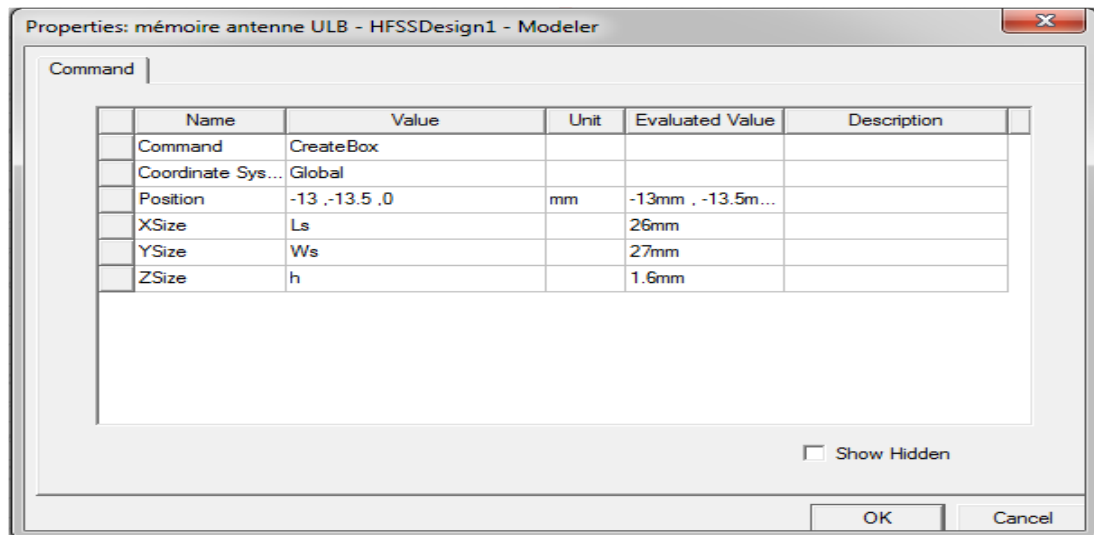


Figure A.5: La fenêtre de position et dimension.

Placer le nom et la choisir la matière de substrat :

- 1-Choisir la case Attribut à partir de la fenêtre de **Properties**.
- 2-Pour la Valeur du type Name : **substrat**.
- 3-Pour la Valeur du type Material : (**FR4_epoxy**).
- 4-Cliquer sur le Bouton **OK**

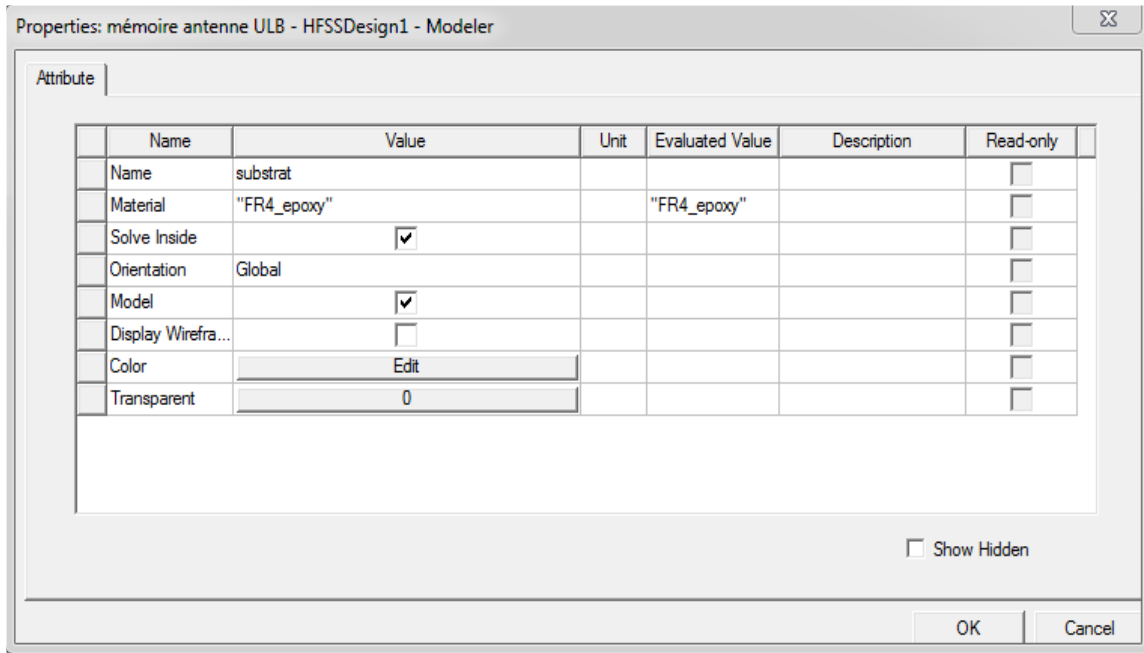



Figure A.6: La fenêtre de Propriétés.

e. Création mes oreilles des deux côtés

Pour dessiner mes oreilles des deux côtés, cliquer  dans la barre d'outils. Dessiner alors une circle .En utilisant les surfaces d'entrées du même rang, entrer la position et dimension de circle comme montré dans la figure suivante :

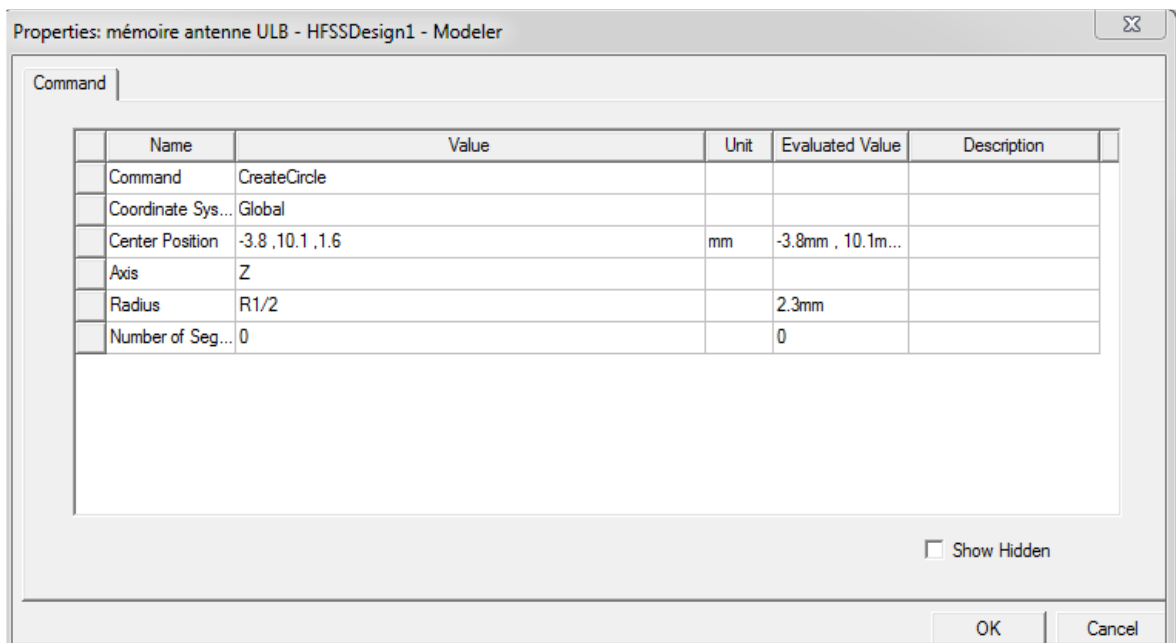


Figure A.7: La fenêtre de position et dimension de circle .

f. Excitation d'une structure

Après avoir dessinée une structure, pour que le logiciel soit capable de faire la simulation, il faut exciter la structure.

Après avoir dessinée une structure, pour que le logiciel soit capable de faire la simulation, il faut exciter la structure. Il existe différents types d'excitation. Les ports d'ondes ont pour rôle d'indiquer la zone où l'énergie rentre et sort du conducteur comme une alternative à l'utilisation de port d'onde (wave port) et vous pouvez appliquer ports localisés (Lumped port) à une structure, il applique une excitation interne utile au sein d'une structure.

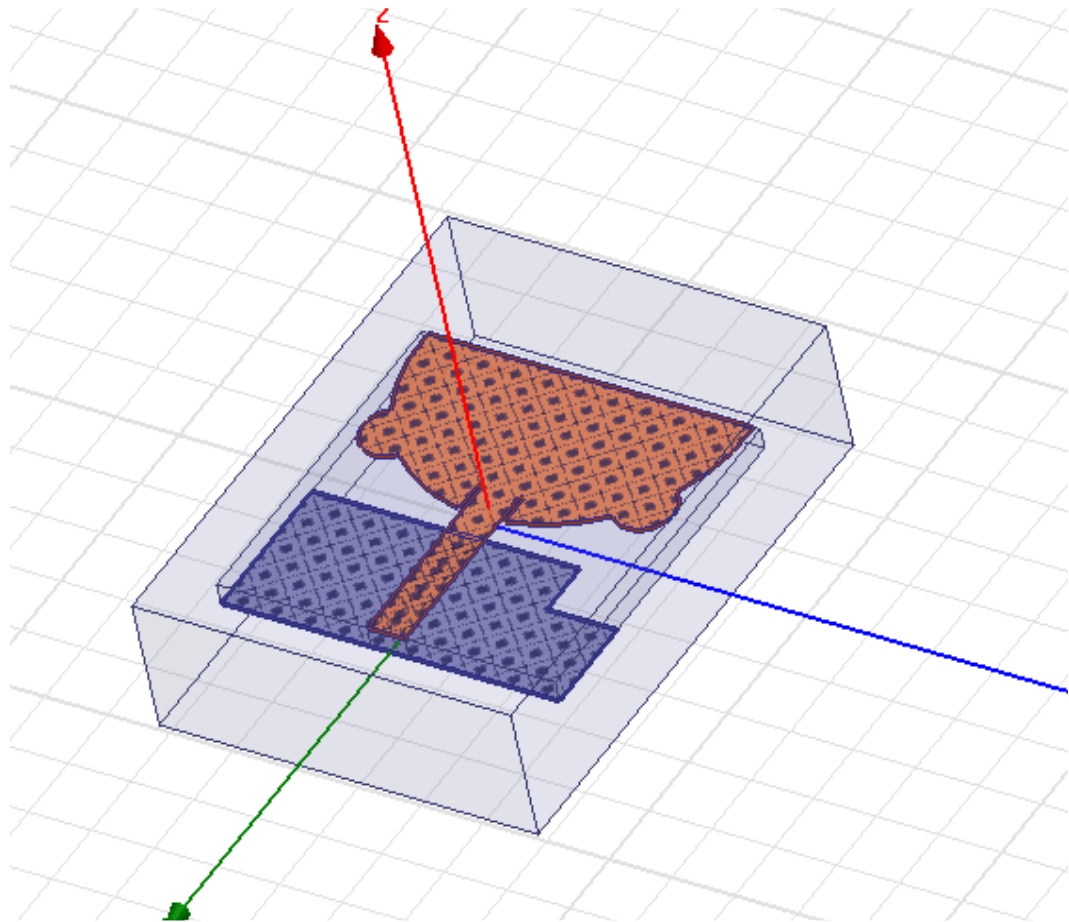


Figure A.8: Lumped port.

g.L'analyse

C'est la partie la plus intéressante après la création de structure, dans la quel on précise la plage de fréquence et le type de pas (Figure A.9).

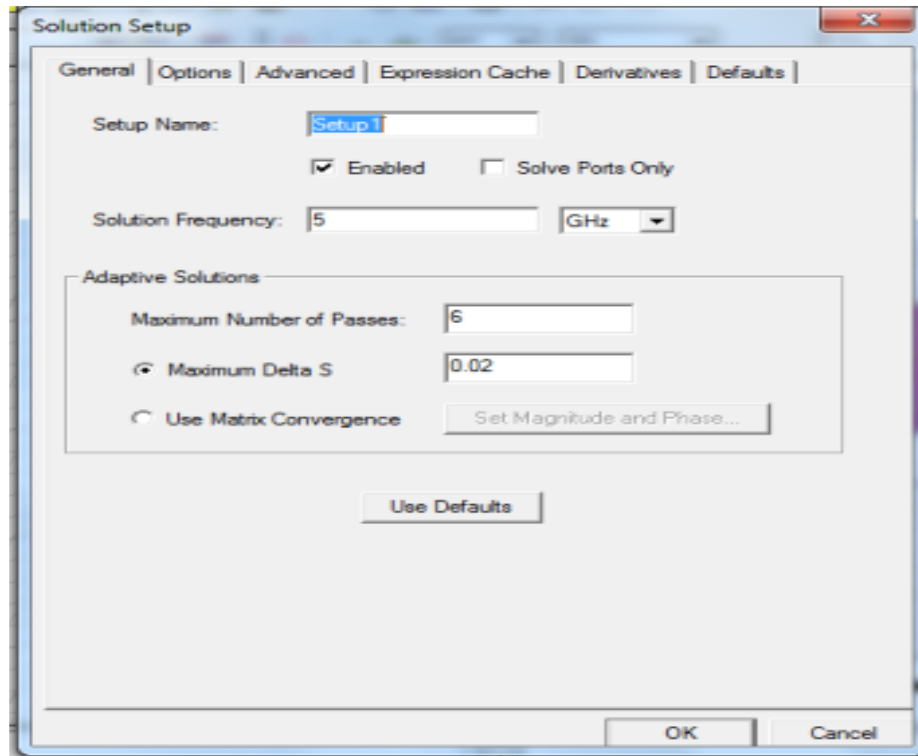


Figure A.9: Définition de solution d'analyse (fréquentielle).

h. Validation

Cette étape est responsable pour la détection des erreurs de conception et l'analyse et même chose pour l'excitation et les conditions aux limites.

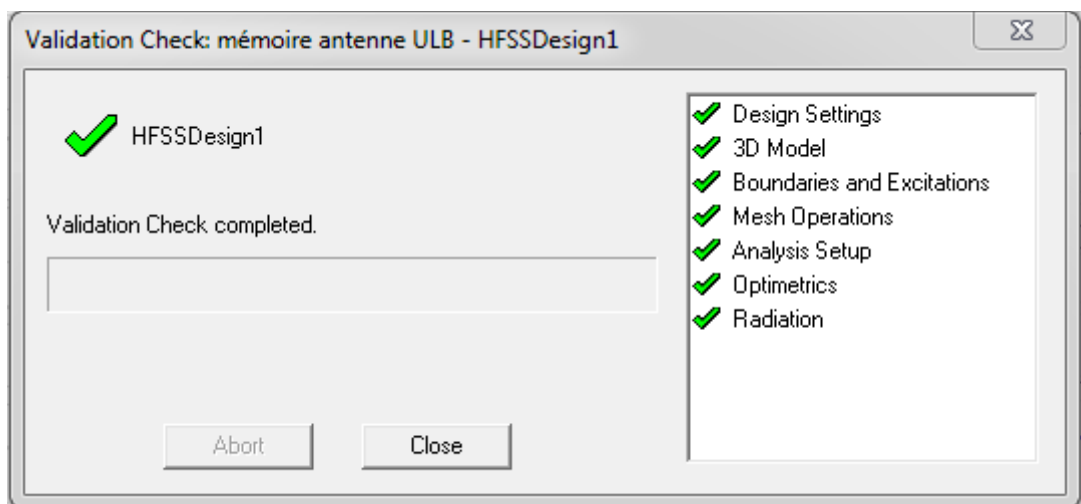
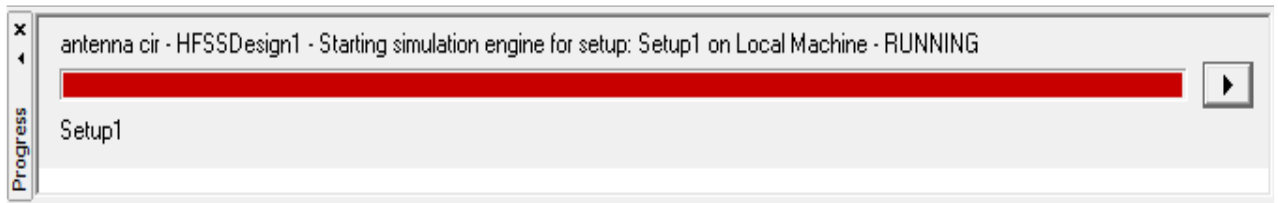


Figure A.10: le contrôle de validation.

- Pour commencer le processus de solution:
 - Choisir dans le menu **HFSS >Analyze All**.



i. Le résultant

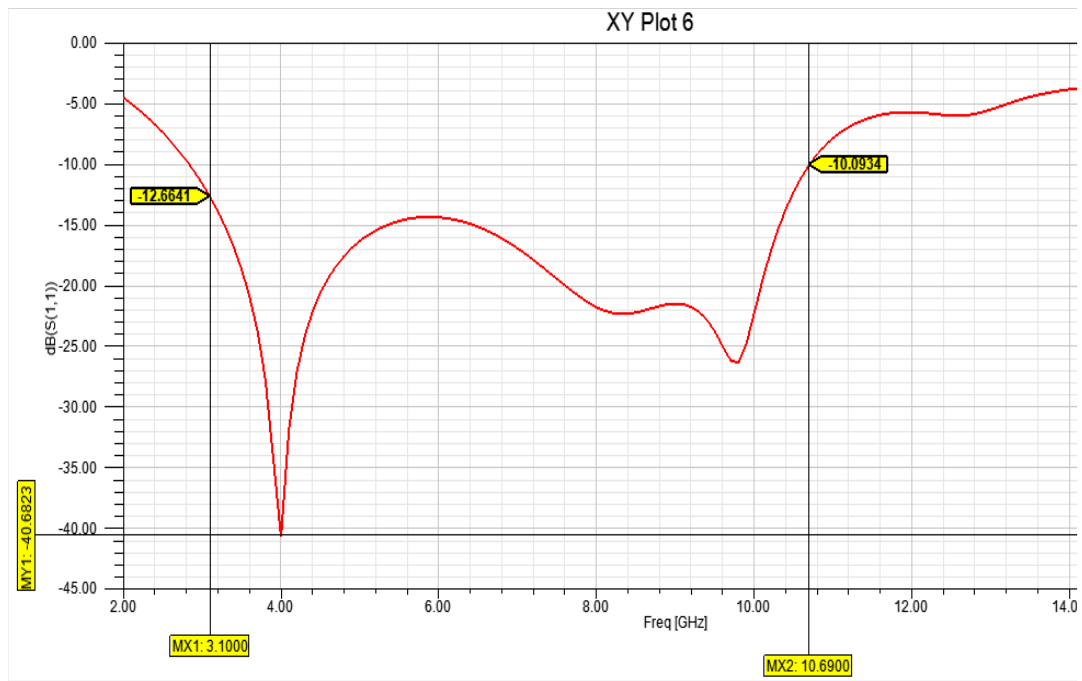


Figure A.11: Le résultant Dans antenne proposée.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **Souici.L, Nesri. B**,"Conception et simulation d'une antenne Ultra Large Bande ",Mémoire Master, Spécialité : Systèmes de Télécommunications, Université de Hamma Lakhdar El-Oued, Juin 2018.
- [2] **SOLTANE Samia**," Étude et caractérisation d'antennes imprimées pour système ultra large bande ", Mémoire de Magister, Université Mohamed Khider de Biskra, Le 17/11/2015.
- [3] **Laurence BABOUR**, " Etude et conception d'antennes ultra large bande miniaturisées en impulsionsnel ", Thèse de Doctorat spécialité optique et radiofréquences, Institut Polytechnique de Grenoble, 2009.
- [4]**MARIE DEVULDER**," Etude et faisabilité d'un système Ultra Large Bande (ULB) en gamme millimétrique en technologie Silicium avancée ", 11 décembre 2008.
- [5] **Asma Ouardas**," Contribution à l'étude des systèmes Ultra Large Bande TH-UWB coopératifs ", Thèse de Doctorat spécialité Télécommunications, L'université Djillali Liabes de Sidi- Bel-Abbes, Le 02/07/2018.
- [6] **AZZAZ RAHMANI Salima**," Analyse et conception des antennes imprimées multi- bandes en anneaux concentriques pour les réseaux de télécommunications ", Thèse de Doctorat, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, Juillet 2013.
- [7]**M. JEREMY VALLEAU** "MINIATURISATION D'ANTENNES TRES LARGE BANDE POUR APPLICATIONS SPATIALES",THÈSE DE DOCTORAT spécialité Electromagnétisme et Systèmes Haute Fréquence, L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE, le jeudi 1 décembre 2016.
- [8] **Matthieu gracon, gilles krebs**," les transmission a bande ultra large (UWB)".
- [9] **ZIANI KERARTI.D**," étude et conception d'antenne Ultra Large Bande ", Mémoire de Magister en télécommunication, université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, 2011.

- [10] **Abdelmounaim** ," Conception d'antennes ultra large bande (ULB) pour imagerie micro-onde ",mémoire de Master, université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen , 2013.
- [11] " Cours du Conservatoire National des Arts et Métiers ",Novembre 2006.
- [12] **LAMOURI.M,KHOUANI.M**, "Etude et conception des antennes micro ruban pour la technologie ULB", mémoire de Master, université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, le 23/09/2020.
- [13] **Un Livre**" les Antennes Théorie, conception et applications ",ISBN 978-2-10-054245-1.
- [14] **A. Boyer**," Cours_antennes_oct11_v4_5RT ", INSA Toulouse, octobre 2011.
- [15]**Zahir HAMOUDA**,"ANTENNE MICROONDES SOUPLES ULTRA LARGE BANDES A BASE DE MATERIAUX COMPOSITES",Thèse de Doctorat, Spécialité Aéronautique, UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA 1, le Mai 2016
- [16] **P. S. Nakar**, " Design of a Compact Micro strip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices", Florida State University, 2004.
- [17] **Debab Mohamed**, " Contribution à l'étude et à la conception d'antennes destinées aux télécommunications Multi-Bandes et Large Bande ",Thèse de doctorat en Sciences, le 17 juin 2020.
- [18] **CHETOUAH FAROUK**," Etude et modélisation des antennes miniatures basées sur des matériaux diélectriques ",THESE de DOCTORAT EN SCIENCES,UNIVERSITE FERHAT ABBAS SETIF-1,le 18/10/2018.
- [19] **Chouti Leila**, "Contribution A L'étude D'antennes Imprimées Rectangulaires. Double Bande Et Multi bandes Tenant Compte De L'effet De Couplage", Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, Janvier 2009.
- [20] **BARKAT OUARDA**," Etude et Synthèse des Caractéristiques de Réseaux d'antennes Imprimées Supraconductrices dans la Bande Millimétrique ", THESE

de doctorat en science, UNIVERSITE MENTOURI de CONSTANTINE, le 09 Décembre 2009.

[21] <https://fr.sawakinome.com/articles/technology/difference-between-omni-and-directional-antenna.html> , Dernière mise à jour le 07/04/2022 - 18:27.

[22] <https://www.netinbag.com/fr/technology/what-is-a-directional-antenna.html>, Dernière mise à jour le 07/04/2022 -18:27.

[23] https://www.cisco.com/c/fr_ca/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/82068-omni-vs-direct.html, Dernière mise à jour le 10/04/2022-11:50.

[24] <https://spiegato.com/fr/quest-ce-quune-antenne-monopolaire>, Dernière mise à jour le 10/04/2022-12:43.

[25] **S. E .Sandstrom**, " A Compact Micro strip Patch Antenna For LTE Application, Master Thesis, Submitted For Degree Of Master In Electrical Engineering Specialization In Signal Processing & Wave Propagation".

[26] **Trong Duc Nguyen**, " Conception d'antenne intelligente reconfigurable pour la radio cognitive ", Autre, Université de Grenoble, le 24/10/2012, Français.

[27] **Rabia Yahya**, " L'ETUDE ET LA REALISATION DES ANTENNES ULTRALARGE BANDE À DOUBLE POLARISATION ", Université du Québec INRS- ÉMT, le 2011.

[28] **ZITOUNI Ahmed**, "Polycopié de Cours Antennes ", Spécialité Systèmes des Télécommunications, UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI DE CHLEF, le Septembre 2018

[29] **Rabia AKSAS**, " Antennes Théories et application " ,Télécommunications, novembre 2013, Imprimé en France.

[30] **ROUBAH.A**, "ETUDE D'UNE ANTENNE MICRORUBAN DE FORME ARBITRAIRE PAR LA METHODE FDTD ", Mémoire de Magister en électronique, Université ferhat abbas setif, le 28/10/2009.

[31] **O.Picon, Coll**, " Les Antennes, théorie, conception et applications ", Dunod, Paris, 978-2-10-051989-7, 2009..

- [32] **MANSAR.S,ALAOUL.M,EL BAHRI.T** " Rapport Antennes PATCH " ,Ecole Nationale des Sciences Appliquée De Khouribga, Université Hassan 1, le 2014/2015.
- [33] Référentiels de prise en charge des cancers en région Centre, Cancers du sein, validation juillet 2011.
- [34]**M.CHAIB,** " Modélisation et caractérisation de fonctions électroniques générées par des dispositifs à méta matériaux ",Mémoire de Magistère en Systèmes des Réseaux de Télécommunication, Université ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN, 2012.
- [35] **Ronald Pethig.** Dielectric properties of biological materials: biophysical and medical applications. IEEE Transactions on Electrical Insulation, EI19 No.5 :453–472, 1984.
- [36] **OUALLI. Lamia,**" Simulations des antennes sous HFSS (High Frequency Structure Simulator)", mémoire de Master, UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI, TIZI-OUZOU,2013.