

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID- TLEMCEN

FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DU GENIE ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE  
LABORATOIRE DE TELECOMMUNICATIONS

**MEMOIRE**

Pour l'obtention du

**DIPLOME DE MASTER EN**  
RESEAUX ET SYSTEMES DE TELECOMMUNICATIONS

Présentée par

Mme MALFI Née HARIZ MANAL

**Thème**

**ANTENNES MINIATURES ULTRA LARGE  
BANDE POUR DES APPLICATIONS  
SANS FIL**

Soutenu en Juin 2013 devant le jury composé de :

**M<sup>r</sup>. N. BOUKLI HACENE**  
**M<sup>r</sup>. B. BENADDA**  
**M<sup>r</sup>. S.M. BAHRI**  
**M<sup>elle</sup>. Y.BELHADEF**

Prof, Université de Tlemcen  
MCA, Université de Tlemcen  
MCB, Université de Tlemcen  
MAB, Université de Tlemcen

Président  
Examineur  
Examineur  
Encadreur

*Année universitaire : 2012-2013*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux plus chères personnes à mon cœur, mes parents le symbole de tendresse et de sagesse qui ont été toujours présents dans mes mauvais et bons moments et qui n'ont pas cessé à me donner les conseils utiles durant toute ma vie.*

*A la source de mes efforts, ma vie et mon bonheur, pour son précieux soutien, pour sa patience, et pour son sourire réconfortant mon mari.*

*A mes partenaires de mon enfance et ma jeunesse Djalila, et à mes frères Miloud, Bilal, et Abdeljalil.*

*A ma belle mère, mon beau père, ma belle sœur et mes beaux frères*

*A ma grand mère, mes tantes, mes oncles.*

*Mes chères cousines, mes cousins*

*A mes amies Souad, Chahinez, et Hanane.*

**A TOUTE LA PROMOTION MASTER RST 2012-2013.**

# REMERCIEMENTS

*Avant tout, je remercie Allah le tout puissant, de m'avoir permis de mener à bien ce modeste travail.*

*Ce travail a été effectué au Laboratoire de Télécommunications du Département de Génie Électrique et Électronique de la Faculté de Technologie de L'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon promoteur M<sup>elle</sup> BELHADEF Yamina, Maître Assistant à l'Université de Tlemcen, de m'avoir encadré le long de ce travail tout en apportant les meilleures idées, son orientation, son suivi, ses conseils et ses remarques durant toute la période de la préparation de ce mémoire; je leur présente toutes mes reconnaissances et mes gratitudees.*

*J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur N. BOUKLI HACENE, Professeur à l'Université de Tlemcen, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Je suis très honorée que Monsieur B. BENADDA, Maître de Conférence classe A à l'Université de Tlemcen, a accepté de porter un regard critique sur ce travail, je le remercie vivement.*

*Je tiens à exprimer ma gratitude à Monsieur S.M. BAHRI, Maître de Conférence classe B à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de faire partie du jury.*

*Je remercie également toutes les personnes qu'ils m'ont apportés leurs aides et leurs soutiens que ce soit de prêt ou de loin.*

## Résumé

La technologie Ultra Large Bande exige des largeurs de bande de fonctionnement jusqu' à 100% plus grandes que la fréquence centrale de la bande passante. La transmission et la réception réussies d'une impulsion ultra large bande qui occupe le spectre entier de 3,1 à 10,6 GHz.

L'objectif de ce mémoire est initialement la conception des antennes monopoles planaires possédant une très large bande passante avec un profil physiquement compact et planaire s'approche du modèle de rayonnement omnidirectionnel.

Les antennes monopoles de formes de patchs triangulaire, elliptique et losange qui sont alimentées par un guide d'onde coplanaire ont été simulées à l'aide du logiciel CST Microwave Studio. Une étude de l'influence des différents éléments constituant l'antenne triangulaire est également faite. Les résultats de simulation obtenus sont présentés et discutés.

**Mots clés :** L'antenne ultra large bande, Antenne monopole triangulaire, Antenne monopole elliptique, Antenne monopole losange, CST Microwave Studio, Adaptation, Résultats Radioélectriques.

## ***Abstract***

Ultra Wideband technology requires operating bandwidths up to 100% greater than the center frequency of the bandwidth.

The successful transmission and reception of an ultra wideband impulse that occupies the entire spectrum from 3.1 to 10.6 GHz. The objective of this memory is initially the design of the planar monopole antennas having a very broad bandwidth with a physically compact profile and Planar approaches the omnidirectional radiation pattern.

The monopole antennas of triangular, elliptical and diamond patches forms which are fed by a coplanar waveguide were simulated using CST Microwave Studio software. The influence of the various elements constituting the triangular antenna is also made. The simulation results are presented and discussed.

**Key words:** Ultra wideband antenna, Triangular monopole antenna, elliptical monopole antenna, diamond monopole antenna, CST Microwave Studio, Adaptation, Radioelectric results.

## ملخص

تتطلب تكنولوجيا الاتصالات الواسعة النطاق، موجات التشغيل تصل إلى 100% أكبر من الارتداد المركزي للمجال الواسع.

الإرسال و الاستقبال الناجح عن نبض الاتصالات الواسعة النطاق يحتل طيف كامل من 3.1 إلى 10.6 جيجا هرتز

الهدف من هذه المذكرة هو في البداية تحميل هوائيات مسطحة من نوع Monopole تتميز بمجالات واسعة جدا و نماذج فزيائية ذات أحجام صغيرة و مسطحة تتميز بالنمط الإشعاعي المتعدد الاتجاهات

ثم محاكاة مختلف الهوائيات من نوع Monopole ذات الاشكال المثلثة البيضاوية وهوائيات الماس التي يغذيها الدليل الموجي متحد المستوى بحبكة CST Microwave Studio و لقد درسنا أيضا تأثير مختلف العناصر التي تشكل الهوائيات المثلثة و ثم أيضا عرض و مناقشة النتائج المتحصل عليها

### مفتاح الكلمات:

هوائيات واسعة النطاق، هوائيات Monopole مثلثة، هوائيات Monopole بيضاوية، هوائيات Monopole الماس، الضبط نتائج، CST Microwave Studio

# Tables des matières

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Tables des matières	
Tables des illustrations	
Introduction générale.....	13
Chapitre I : la technologie Ultra Large Bande	
I.1. Introduction.....	16
I.2. bref historique de la technologie ULB.....	16
I.3. Comparaison système ULB / système à bande étroite.....	17
I.4. Définition de l'ULB.....	18
I.5. Caractéristiques principale d'ULB .....	20
I.5.1. La capacité d'un canal de transmission.....	20
I.5.2. Les modulations .....	20
I.5.3 : faible densité spectrale de puissance.....	20
I.6. Les avantages de l'ULB .....	21
I.7. Les applications de l'ULB .....	22
I.7.1. Applications d'aide à la conduite.....	22
I.7.2. Application liée aux radars.....	23
I.7.3. Application de type « See Through Wall» .....	24
I.7.4. système de communication sans fil.....	25
I.8. Conclusion .....	25
Chapitre II : Antennes Ultra Large Bande	
II.1. Introduction .....	27

II.2. Antennes indépendantes de la fréquence.....	27
II.2.1. Les antennes spirales .....	27
II.2.1.1. Antenne à spirale logarithmique .....	28
II.2.1.2. Antenne spirale conique .....	30
II.2.1.3. Antenne à spirale d'Archimède .....	31
II.2.2. Les antennes log-periodique .....	32
II.2.2.1. L'antenne log-periodique circulaire.....	33
II.2.2.2. L'antenne log-périodique trapézoïdale .....	34
II.2.2.3. L'antenne dipôle log-périodique.....	35
II.3. Antenne directive .....	36
II.3.1. L'antenne cornet .....	36
II.3.2. Antenne à transition progressive (Vivaldi).....	37
II.4. Antennes omnidirectionnelles .....	38
II.4.1. Antenne biconique.....	38
II.4.2. Antenne discône .....	39
II.4.3. Dipôles/ monopoles planaire ultra large bande.....	40
II.4.3.1. Antenne papillon (Bow Tee) .....	40
II.4.3.2. Antenne circulaire planaire.....	41
II.5. Récapitulatif des caractéristiques des antennes.....	42
II.6. conclusion .....	44
Chapitre III : conception des antenne miniatures de type monopole planaire	
III.1. Introduction.....	46
III.2. Etude d'un monopole triangulaire alimenté par CPW .....	46
III.3. Etude paramétrique de l'antenne monopôle triangulaire .....	49
III.3.1. Largeur du plan de masse latérale L.....	49
III.3.2. épaisseur e de plan de masse latérale .....	50
III.3.3. Longueur de guide d'onde coplanaire l .....	50
III.3.4. Largeur de conducteur centrale W .....	51
III.3.5. Largeur G des fentes.....	52
III.4. Dimension d'un monopole triangle optimise.....	52
III.5. Etude d'un monopole triangulaire a ouverture .....	54
III.6. Etude d'un monopole triangulaire à fentes et plan de masse replié.....	56
III. 7. Etude d'un monopole elliptique alimentée par CPW.....	59
III.8. Etude d'un monopole losange alimenté par CPW .....	62



III.9. Conclusion .....	65
Conclusion générale .....	67
Bibliographie.....	69

# Table des illustrations

---

## Chapitre I

### Figure

Figure I. 1: Comparaison en temporel et fréquentiel d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.....	17
Figure I. 2 : Comparaison entre la DSP d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.....	18
Figure I.3: Masques spectraux définis par la FCC. ....	19
Figure I.4 : Différentes applications de l'ULB.....	22
Figure I.5 : Détection de véhicules à une intersection. ....	23

## Chapitre II

### Figure

Figure II.1 : Antenne spirale logarithmique .....	28
Figure II.2 : Antenne spirale conique .....	30
Figure II.3 : l'antenne spirale d'Archimède .....	32
Figure II.4 : Antenne log-périodique circulaire. ....	33
Figure II.5 : Antenne log-périodique trapézoïdale.....	34
Figure II.6 : Réalisation de l'antenne dipôle log-périodique .....	35
Figure II.7 : Antenne corne ULB. ....	36
Figure II.8 : Différent type d'antenne TSA. ....	37
Figure II.9: Antenne Vivaldi antipodale. ....	38
Figure II.10 : Antenne biconique finie .....	39
Figure II.11 : Antenne discône. ....	39
Figure II.12 : Antenne papillon .....	40
Figure II.13 : Quelques géométries d'antennes planaires. ....	41

### Tableaux

Tableau II.1: Récapitulatif des caractéristiques des antennesULB. ....	43
--	----

## Chapitre III

### Figure

Figure III.1: Antenne monopole triangulaire et sa structure dans le rédacteur de CST .....	47
Figure III.2. (a) : Coefficient de réflexion. ....	47
(b) : Lieux d'impédance d'entrée .....	47
Figure III. 2. (c) : Diagramme de rayonnement en 2D.....	48

# Table des illustrations

---

(d) : Diagramme de rayonnement en 3D. ....	48
Figure III. 3 : Influence de la largeur L du plan de masse latérale sur le coefficient de réflexion .....	49
Figure III. 4 : Influence de l'épaisseur « e » du plan de masse latérale sur le coefficient de réflexion.....	50
Figure III. 5 : Influence de la longueur l du guide d'onde coplanaire sur le coefficient de réflexion.....	51
Figure III. 6 : Influence de la largeur w de conducteur centrale sur le coefficient de réflexion .....	51
Figure III. 7 : Influence de la largeur G des fentes sur le coefficient de réflexion.....	52
Figure III.8. (a) : Coefficient de réflexion .....	53
(b) : Lieux d'impédance d'entrée. ....	53
Figure III.9: Antenne monopole triangulaire à ouverture et sa structure dans la rédaction de CST .....	54
Figure III.10. (a) : Coefficient de réflexion. ....	55
(b) : Lieux d'impédance d'entrée .....	55
Figure III.11: Géométrie de l'antenne monopole triangulaire à fentes et plans de masses repliés et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio .....	56
Figure III.12. (a) : Coefficient de réflexion .....	57
(b) : Lieux d'impédance d'entrée .....	57
Figure III.12. (c) : Diagramme de rayonnement en 2D .....	58
(d) : Diagramme de rayonnement en 3D .....	58
Figure III.13: Antenne monopole elliptique et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.....	59
Figure III.14: Antenne monopole elliptique et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.....	60
Figure III.15:(a) Coefficient de réflexion de l'antenne initiale et l'antenne modifiée.....	61
Figure III.15: (b) : Diagramme de rayonnement en 2D .....	61
(c) : Diagramme de rayonnement en 3D.....	62
Figure III.16: Antenne monopole losange et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.....	63
Figure III.17. (a) : Coefficient de réflexion .....	63
(b) : Lieux d'impédance d'entrée .....	64
Figure III.17: (c) : Diagramme de rayonnement en 2D .....	64
(d) : Diagramme de rayonnement en 3D .....	65
Tableaux	
Tableau III.1 : dimensions de l'antenne proposée.....	46
Tableau III.2 : dimensions de l'antenne optimise .....	52
Tableau III.3 : dimensions de l'antenne à ouverture triangulaire.....	54
Tableau III.4 : Dimensions de l'antenne monopole à fentes et plane de masse repliée .....	56
Tableau III.5 : Dimensions de l'antenne elliptique initiale.....	59
Tableau III.6 : Dimensions de l'antenne elliptique modifiée .....	60
Tableau III.7 : Dimensions de l'antenne losange initiale .....	62
Tableau III.8 : Dimensions de l'antenne monopole losange modifiée.....	63

## Table des illustrations

---

# Introduction générale

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes électromagnétiques (radio ou infrarouges) au lieu des câbles habituels. Ils permettent de relier très facilement des équipements distants de quelque mètre à plusieurs kilomètres. Il existe plusieurs technologies qui se distinguent par la fréquence d'émission, le débit et la portée des transmissions. Parmi ces technologies sans fil, une nouvelle technologie de radiocommunication à très large bande (Ultra Wide Band UWB) fait l'objet actuellement des travaux et des développements importants, et ceci depuis une dizaine d'années. Cette technologie utilise une largeur de bande passante très importante qui présente des avantages de transmission tels que le débit de transmission élevé et la faible densité spectrale de puissance.

La FCC a défini les règles d'utilisations du spectre de fréquence dans la bande entre 3.1 à 10.6 GHz qui a donné un souffle supplémentaire aux activités de recherches et de développement. Cette allocation offre en plus l'avantage de la flexibilité car la réglementation n'impose pas de technique particulière de transmission à la différence des standards existants actuellement.

L'ULB promet en effet d'atteindre des débits de plusieurs centaines de mégabits par seconde, tout en conservant une complexité et des coûts limités. Sa nature impulsionnelle et sa largeur de bande lui confèrent en outre une bonne résistance aux brouillages et aux trajets multiples, ce qui la rend très adaptée à une utilisation en intérieur. Réciproquement, sa faible densité spectrale de puissance lui permet de cohabiter en introduisant peu d'interférences aux systèmes environnants.

Le manuscrit retraçant les différents points énumérés précédemment est constitué de trois chapitres.

Le premier chapitre du mémoire est consacré à la présentation de la technologie ULB, on rappelle tout d'abord ses caractéristiques et les principales applications qui peuvent tirer d'avantages de ses performances.

Le deuxième chapitre propose un état de l'art des diverses structures d'antennes ULB existantes. Nous avons intéressé à trois catégories d'éléments rayonnants possédant des caractéristiques d'adaptation sur de très larges bandes de fréquences : les antennes indépendantes de la fréquence, les antennes directives et les antennes omnidirectionnelles.

Le troisième chapitre est consacré à la conception et à l'étude des structures d'antennes imprimées de type monopoles adaptées aux systèmes de communications ULB. Les structures ont été simulées à l'aide du logiciel CST Microwave Studio. La conception d'une antenne monopole planaire sous la forme d'un patch triangulaire est alors proposée. Différentes études seront menées sur l'alimentation, l'élément rayonnant et les plans de masses latéraux en vue d'adapter la structure à la bande de fréquence souhaitée. Les différentes étapes de l'amélioration de la largeur de bande passante de l'antenne proposée seront alors exposées. Ensuite, deux autres conceptions d'antennes de forme elliptique et losange seront également étudiées. Les résultats obtenus sont présentés et commentés.

## I.1. Introduction

La technologie ultra large bande (ULB) ou Ultra Wide Band (UWB), a atteint un degré de maturité qui permet de proposer des liens sans fil à haut ou bas débit [1].

L'ULB peut être exploitée à très faible densité de puissance pour la communication à des débits de données élevés sur de courtes distances. Les dispositifs ULB se basent sur la transmission et la réception d'ondes non sinusoïdales, généralement des impulsions de très courte durée, de sorte qu'elles occupent de très grandes largeurs de bande d'émission et qu'elles couvrent fondamentalement une très grande partie du spectre des fréquences. La forme d'ondes émises par les appareils utilisant l'ULB diffère d'une organisation à une autre, et elle est affectée par l'antenne qui les émet au même titre que les spectres de ces ondes.

## I.2. bref historique de la technologie ULB

pouvons raisonnablement associer l'origine de l'ULB à celle de la Télégraphie Sans Fil (TSF) au travers des travaux de Guglielmo Marconi qui, dès 1896, utilise une suite d'arcs électriques plus ou moins longs – similaire à des impulsions – comme base de modulation d'un message codé en Morse. Il réalise ainsi la première communication transatlantique en 1901 mais ce n'est qu'au début de la seconde moitié du 20<sup>ème</sup> siècle que sont initiées les recherches sur les techniques ULB. Ces activités regroupent une multitude de travaux portant sur des concepts radio similaires intitulés radio impulsionnelle, radio sans porteuse ou encore sur des notions se rattachant aux approches transitoires dans le domaine temporel. La majorité de ces travaux avaient pour but de décrire le comportement transitoire de certains réseaux micro-ondes à travers l'étude des caractéristiques de la réponse impulsionnelle au lieu d'étudier ces systèmes dans le domaine fréquentiel. C'est ce que firent les Russes en développant un radar en bande X (8-12GHz) basé sur des impulsions de 0.5 ns dès 1957 [2]. Il était cependant difficile pour l'époque d'observer des signaux d'une durée inférieure à la ns. Heureusement, à cette même période, Hewlett-Packard introduit l'oscilloscope à échantillonnage temporel qui, dès lors, facilite grandement la mesure de signaux ULB [3].

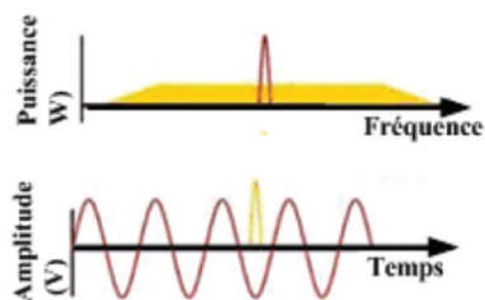
Mais Le terme ULB n'a été introduit que vers 1989 par le département de la défense des Etats-Unis. Le premier brevet sur l'application de l'ultra large bande aux télécommunications est dû à G. F. Ross en 1973 [4]. Jusqu'en 1994, de nombreux travaux ont été financés par le gouvernement américain mais sous le couvert de la confidentialité. Depuis lors, l'étude des

systèmes de transmission par impulsions tant dans le monde industriel qu'académique a fait l'objet de nombreuses publications [5][6]. Le premier article décrivant cette solution pour les télécommunications, connue sous le nom d'Impulse Radio (IR), est dû à P. Withington et L. Fullerton [7] en 1992. Cet article a été suivi par des travaux académiques démarrés par Scholtz [8] en 1993, et ce n'est qu'en 1997 que le terme ULB apparaît dans le titre d'un article consacré à l'IR [9]. Depuis lors, les deux appellations cohabitent suivant les auteurs.

En août 1998, la Federal Communications Commission (FCC) a fait paraître un avis d'information publique (Notice of Inquiry) [10] afin d'évaluer la possibilité de permettre l'utilisation de systèmes employant l'ULB. Suite à cette publication, une centaine de réponses et commentaires ont été faits par les divers organismes et partenaires industriels impliqués de près ou de loin dans l'utilisation de l'ULB. A la suite de ces commentaires, la Federal Communication Commissions (FCC) aux Etats-Unis a adopté en mai 2000 un avis de proposition de réglementation (Notice of Proposed Rule Making) dans laquelle, elle reconnaissait les avantages que pourraient apporter les systèmes utilisant l'ULB dans de nombreux domaines. La FCC a attribué finalement 7.5 GHz de spectre dans la bande [3.1-10.6 GHz] à l'ULB [11], et elle a autorisé son utilisation commerciale pour les applications civiles

### I.3. Comparaison système ULB / système à bande étroite :

Les caractéristiques de la technique ultra large bande (ULB) diffèrent largement de celles des techniques classiques. En effet, cette technique transmet et reçoit des formes d'ondes basées sur des impulsions de très courtes durées (1 ns) alors que les techniques conventionnelles envoient et reçoivent des formes d'ondes sinusoïdales étalées dans le temps ayant de ce fait une densité spectrale de puissance beaucoup plus étroite que celle des signaux ULB.



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



Depuis février 2002, la FCC a alloué le spectre de 3.1-10.6 GHz pour l'utilisation de l'ULB sans licence.

Le masque spectral de puissance de l'ULB représenté sur la figure I.2 est défini pour permettre une densité spectrale de puissance très faible (DSP maximale: -41.3 dBm/MHz) sur toute la bande de fréquences de l'ULB. Cette puissance très faible sur une très large bande passante permet à d'autres systèmes à bande étroite de coexister avec l'ultra large bande. Ces caractéristiques ont présenté une myriade d'occasions et de défis aux concepteurs dans une grande variété de domaines comprenant la conception de circuit et de système RF mais aussi la conception d'antenne [12].

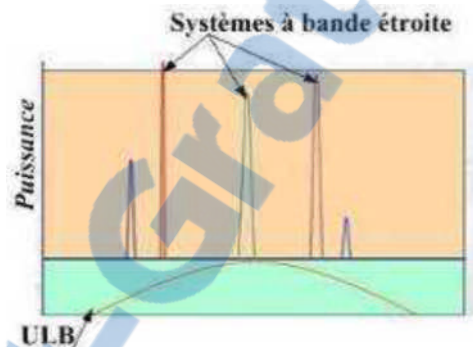


Figure I. 2 : Comparaison entre la DSP d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.

#### I.4. Définition de l'ULB

Le terme ultra large bande désigne les systèmes qui transmettent et reçoivent des ondes dont la largeur de bande relative  $LB_R$  (fractional band width) est supérieure ou égale à 0.25. La largeur de bande relative  $LB_R$  est définie de la façon suivante :

$$LB_R = \frac{f_H - f_L}{f_C}$$

Avec :  $f_C = \frac{f_H + f_L}{2}$

- $f_C$  représente la fréquence centrale de la transmission.
- $f_H$  représente la fréquence supérieure de la bande de fréquences.
- $f_L$  représente la fréquence inférieure de la bande de fréquences.

Suivant cette définition de Taylor, un signal ULB doit donc occuper une largeur de bande ( $f_H - f_L$ ) supérieure ou égale à 25% de sa fréquence centrale. On remarque alors, de manière anecdotique, que le "bon vieux" téléphone filaire qui occupe la bande 300-3400 Hz est ainsi un signal ULB !

Cette première définition a donc été modifiée et remplacée par une nouvelle proposée par la Fédéral Communication Commissions (FCC). Selon cette nouvelle définition, un signal Ultra Large Bande est un signal dont la bande passante a -10 dB excède à tout moment 500 MHz et 20 % de sa fréquence centrale.

Enfin la bande principale prévue pour l'ULB se situe entre 3.1 GHz et 10.6 GHz. Cette bande d'environ 7 GHz de large pourrait donc éventuellement être décomposée en 14 sous "canaux" de 500 MHz. Un système de communication utilisant la totalité de la bande, ou un ensemble des sous canaux de 500 MHz ou même un seul canal de 500 MHz sera donc considéré comme un système ULB, à condition qu'il respecte les contraintes réglementaires en vigueur dans la région du monde où il sera appelé à être mis en service.

La réglementation américaine des systèmes ULB a été définie en février 2002 par la FCC. La FCC a imposé une limite de densité spectrale de puissance qui ne dépasse pas -41,3 dBm/MHz pour un spectre de fréquences allant de 3.1 GHz à 10.6 GHz. La figure I.3 représente le spectre d'émission défini par cette réglementation [13].

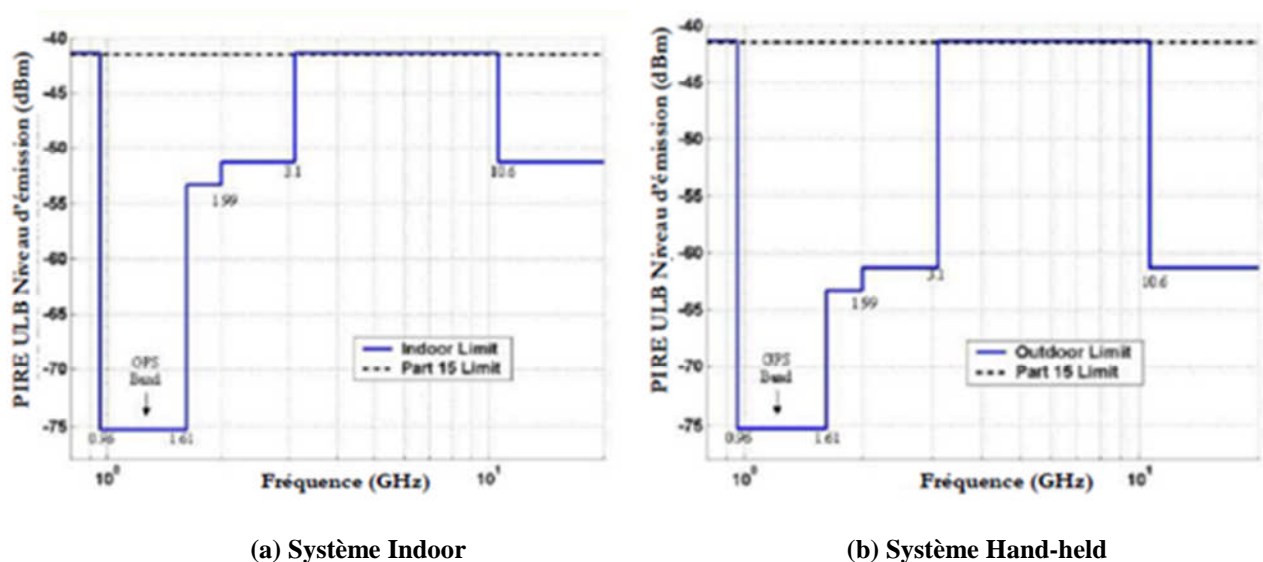


Figure I.3: Masques spectraux définis par la FCC.

## I.5. Caractéristiques principale d'ULB

### I.5.1. Capacité d'un canal de transmission

Le théorème de Shannon nous enseigne que la capacité d'un système est donnée par la formule suivante:

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

Avec :

- C : la capacité du canal.
- B : la bande passante du système de transmission.
- S/N : le rapport signal sur bruit.

Cette formule indique que la capacité de canal d'une liaison radio augment linéairement avec la fréquence et décroît de façon logarithmique lorsque le rapport signal sur bruit diminue, et implique que le débit d'information peut être augmenté plus rapidement en augmentant la bande passante qu'en améliorant le SNR.

### I.5.2. Modulations

Une grande variété de schémas de modulation peuvent être mise en œuvre dans un système ULB. La majorité de ces schémas sont basés sur une modulation de l'information soit en amplitude telle que la Pulse Amplitude Modulation (PAM) soit en position avec la Pulse Position Modulation (PPM). Ces modulations sont populaires de par leurs simplicités et leurs flexibilités envers les systèmes impulsionnels à faible rapport cyclique. Par ailleurs, il est possible de mélanger ces deux modulations afin de transmettre plusieurs bits d'information par impulsion comme dans le cas d'une modulation conjointe amplitude/position ou d'utiliser la différence d'information entre deux impulsions afin de mettre en œuvre des modulations différentielles [14].

### I.5.3. Faible densité spectrale de puissance

Une faible densité spectrale de puissance qui permet la coexistence de l'ULB et de services existants. En effet, la large bande de fréquence des signaux ULB recouvre de fréquence déjà allouées à d'autre système radio. L'autorité de régulation ont alors impose cette propriété aux signaux ULB afin de permettre la coexistence de l'ULB avec les services existants sans les perturber.

Comme conséquent pour cette faible densité spectrale de puissance, les signaux ULB sont plus difficiles à détecter et les communications ULB sont mieux sécurisées. D'autre part, cette propriété limite la portée des communications ULB à quelques dizaines de mètres. Les applications visées par l'ULB sont donc des applications à courte portée et à haut débit, comme les réseaux Ad Hoc par exemple [13].

## I.6. Avantages de l'ULB

Une question posée fréquemment concerne l'utilité de disposer de différents moyens Wireless pour des services qui sont généralement très proches. En particulier, pourquoi considérer l'ULB en plus des technologies déjà existantes ?

En fait, les interfaces radio actuelles possèdent des caractéristiques différentes en termes de débit, de couverture, d'efficacité d'accès, de qualité de service et de consommation d'énergie. Certaines de ces interfaces radio proposent une qualité de service renforcée pour les applications multimédia grâce, notamment, à une garantie de transmission dans une période de temps déterminée. D'autres technologies offrent des services spécifiques comme la mesure de distance dans les systèmes Ultra Large Bande [15].

Comparé à Bluetooth, WiFi, l'UWB apporte les avantages substantiels suivants :

- Scalabilité : Ce terme revêt la possibilité de mettre en œuvre différents compromis de débits et de portées sans avoir à changer la forme d'onde.
- Etalement et discrétion : L'ULB peut coexister avec d'autres moyens radio déployés dans une même zone sans leur porter préjudice, ni subir de perturbation.
- Ranging : Ce terme, relié aux technologies ULB impulsionnelles, est synonyme de mesure de distance entre deux radios en portée l'une de l'autre.
- Fonctions de localisation : A partir des mesures de distance fournies par une interface UWB, le TRM est capable de positionner un objet ou un individu, soit en relatif soit en absolu.

## I.7. Les applications de l'ULB

La FCC définit les grandes catégories d'applications principales pour l'ULB [13] :

- Bande de fréquences 24 GHz et 77 GHz : applications liées aux véhicules
- Bande de fréquence <1 GHz: radar GPR et radar "see through wall"
- Bande 1.99-10.6 GHz: Applications médicales (imagerie).
- Bande 3.1-10.6 GHz: Système de communications sans fil et applications liées à la localisation.

La figure I.4 représente les différentes applications de l'ULB.

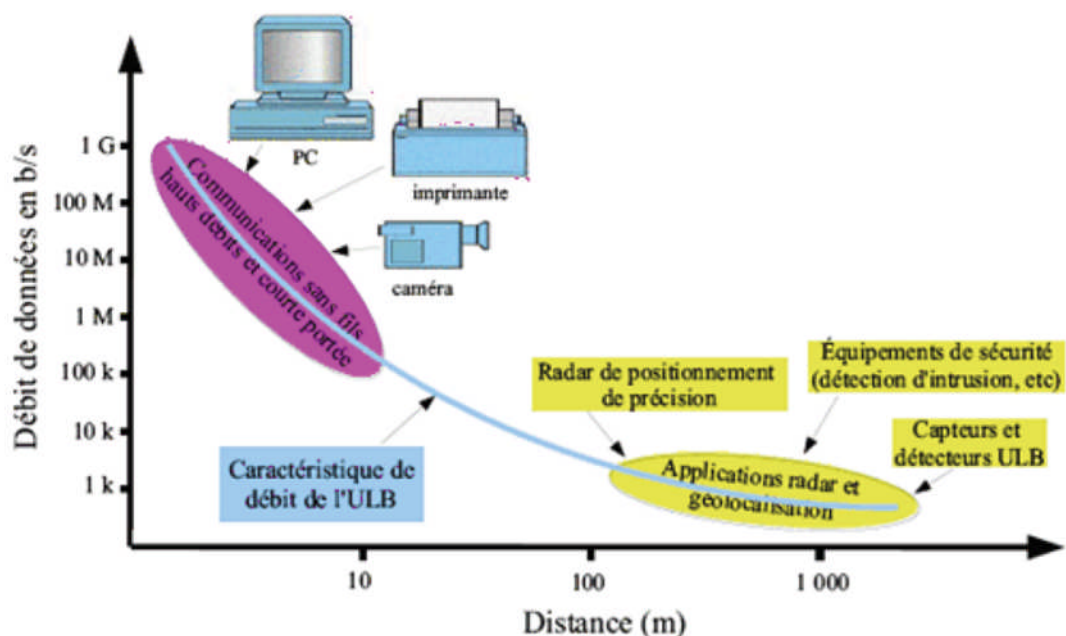


Figure I.4 : Différentes applications de l'ULB.

### I.7.1. Applications d'aide à la conduite

Une autre application de l'utilisation de l'ULB en bande basse concerne la détection des véhicules à l'aide d'un radar ULB ; placé à une intersection ou à un carrefour, il permet de réguler le trafic. Les méthodes traditionnelles utilisées pour repérer une voiture sont soit trop chères (radar à bande étroite) soit très sensibles aux conditions météorologiques (vidéo numérique). Le radar ULB quant à lui, est insensible aux particules liées à la météorologie (poussières, pluie, neige).

Ce type de capteur est utilisé par les systèmes automatiques gérant la circulation dans les carrefours [12].

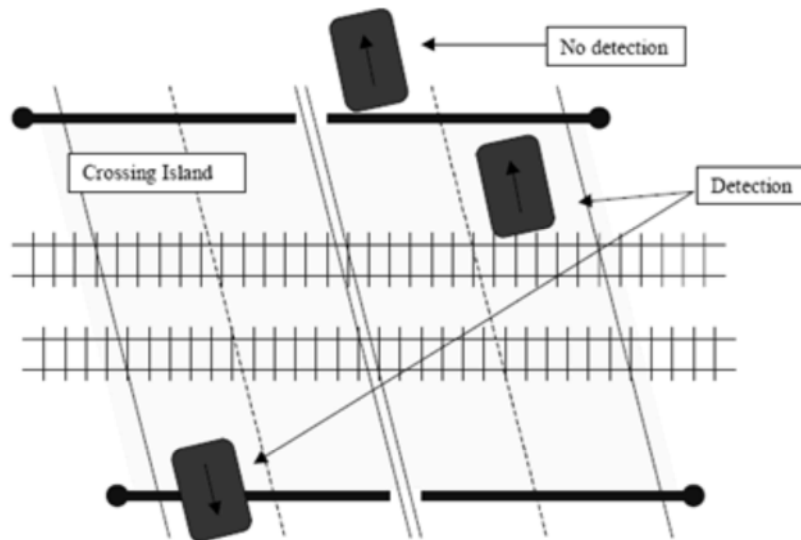


Figure I.5 : Détection de véhicules à une intersection.

### I.7.2. Application liée aux radars

Cette catégorie d'applications existe déjà depuis de nombreuses années, avec l'apparition des radars GPR dans les domaines tels que la détection de mines anti-personnelles ou la caractérisation des propriétés électriques du sol, mais les radars ULB permettent d'éliminer les inconvénients des anciens radars utilisés.

- ✓ Détections de mines anti-personnelles : l'avantage de l'ultra large bande qui permet d'avoir à la fois une très bonne résolution due à la très large bande utilisée et une profondeur de pénétration importante permettant de détecter des mines profondément enterrées
- ✓ Radars à pénétration du sol, Ils sont utilisés pour :
  - Le contrôle de la construction des bâtiments ou une détection des communications dans les-anciens bâtiments.
  - Une inspection des routes et autoroutes, ou des fondations des ponts
  - En archéologie pour la cartographie des sites enfouis, pour la surveillance et la détection de Pollution.

- La détection de matériaux non conducteurs tels que les céramiques, les composites, la brique, les plastiques ou encore les matériaux organiques comme le bois.

### **I.7.3. Application de type « See Through Wall» [12]**

Deux applications sont particulièrement importantes: applications médicales (imagerie, cardiologie) et détection de personnes dans un environnement complexe.

#### **I.7.3.1. Détection de personnes**

Ces capteurs peuvent être utilisés dans les systèmes de sécurité soit pour détecter une présence dans un périmètre donné soit pour détecter des personnes ensevelies sous la neige ou dans les décombres d'un bâtiment.

Comme applications commerciales, on peut citer le système ALVA (Appareil de Localisation des Victimes d'Avalanche) qui permet de localiser assez précisément une victime ensevelie sous de la neige sans faire appel à un système GPS. L'appareil fonctionne en bande UHF et permet d'assurer la présence d'un seul trajet direct, car la neige ayant une résistivité élevée, est en principe facilement traversée par les ondes électromagnétiques. Les erreurs sur les distances dues au canal de propagation sont faibles et l'erreur finale sur la position de la victime à secourir est restreinte.

#### **I.7.3.2. Application médicales**

- ✓ Les radars ULB sont utiles dans les hôpitaux et à domicile, où ils peuvent mesurer à distance les battements cardiaques et respiratoires et autres paramètres vitaux du patient.
- ✓ Une autre application importante du radar ULB dans le domaine médical concerne l'obstétrique : le radar ULB est utilisé par exemple pour contrôler l'évolution des grossesses.
- ✓ En imagerie médicale, le radar d'ULB permet de détecter, de façon non invasive, les mouvements, on peut ainsi voir des images du cœur, de la poitrine ou des poumons.
- ✓ La prévention d'apparition de cancer (poumon), la surveillance respiratoire ou encore la surveillance du syndrome de la mort subite du nourrisson.

#### **I.7.4. système de communication sans fil**

L'ULB peut surtout être utilisée dans les systèmes de communications sans fil à courte portée. On imagine actuellement son emploi dans deux grandes familles d'applications dites respectivement "haut" et "bas" débit. Dans le domaine du bas débit (inférieur ou égal à 1 Mbit/s), on imagine des réseaux de type réseaux de capteurs avec plusieurs applications possibles. En général, l'aspect localisation fait partie des services envisagés. D'un point de vue normatif on parle alors des travaux du groupe IEEE802.15.4a. L'autre domaine important est l'ULB haut débit. Il s'agit alors de mettre au point des systèmes de communication à courte distance (< 10m) mais avec des débits très importants (environ 400 Mbit/s). L'objectif est alors de remplacer tout un ensemble de dispositifs de communications de type "cordon vidéo" par exemple. Le groupe de normalisation correspondant était le groupe IEEE802.15.3a.

#### **I.8. Conclusion**

Ce chapitre fournit une bonne compréhension de la technologie de communication sans fil Ultra Large Bande. Cette technique de transmission radioélectrique qui consiste à utiliser des signaux s'étalant sur une large bande de fréquence typiquement de l'ordre de 500MHz à plusieurs GHz et la comparaison avec d'autres technologies sans fil. Nous venons de présenter par la suite les principales caractéristiques et les nombreux domaines d'application.



## II.1.Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des différents types d'antennes ULB existantes qui sont utilisées. Ces antennes ont été classées selon certaines propriétés: particularités géométriques ou spécificité du diagramme de rayonnement (antenne omnidirectionnel ou directive). Toutes ces antennes possèdent naturellement une bande passante assez élevée. Il existe plusieurs façons de réaliser une antenne ayant une bande passante très large. La première d'entre elles consiste à utiliser des géométries particulières. Ces antennes sont appelées antennes indépendantes de la fréquence : leur géométrie permet d'avoir une bande passante d'une décade.

Concernant les antennes omnidirectionnelles, il existe deux grandes catégories d'antennes présentant naturellement une bande passante élevée: les antennes biconiques et leurs dérivées et les antennes monopoles large bande. On étudiera les antennes directives (antennes à transition progressive et les cornets). Ces antennes se caractérisent par un passage progressif de l'impédance caractéristique de la ligne (ou du guide) à l'impédance d'onde de l'espace libre. On étudiera ces différents types d'antennes ULB du point de vue classique (adaptation et diagramme de rayonnement) mais surtout d'un point de vue impulsionnel.

## II.2.Antennes indépendantes de la fréquence

Les antennes indépendantes de la fréquence sont des antennes dont le diagramme de rayonnement, l'impédance d'entrée et la polarisation d'onde, elles ont été créées par Rumsey en 1957, ces propriétés sont déterminées par sa forme et ses dimensions rapportées à la longueur d'onde. Les performances restent inchangées sur une large bande de fréquences si les structures de ces antennes répondent à deux principes de bases.

### II.2.1. Les antennes spirales

Ces antennes ont été décrites par Dyson en 1959[12]. Il existe trois types de spirales spirale équiangulaire, spirale conique et la spirale d'Archimède.

### II.2.1.1. Antenne à spirale logarithmique

L'antenne spirale logarithmique ou équiangulaire est une structure définie uniquement par les angles. De plus, à chaque fréquence, seule une certaine région de l'antenne correspondant à une longueur d'onde participe au rayonnement, ce qui atténue fortement les courants au-delà de cette région, elle remplit donc bien les conditions de dessin d'une antenne indépendante de la fréquence [14].

L'équation en coordonnées polaires de la spirale logarithmique s'écrit :

$$P = P_0 e^{a\theta_0(1)}$$

Avec  $P_0$  : Le rayon vecteur à l'origine.

$a$  : Le coefficient réglant l'expansion de la spirale.

Cette équation met bien en avant l'homothétie qui existe à une rotation près : si une portion  $P_0$  rayonne à une fréquence  $f_0$ , alors pour une fréquence  $f_1 < f_0$ , il y aura une portion plus longue  $P_1$  de longueur homothétique  $f_0/f_1$  par rapport à  $P_0$ , cette portion  $P_1$  rayonne à  $f_1$  exactement comme rayonne à  $f_0$ , cette propriété est une caractéristique des antennes indépendantes de la fréquence.

Afin que l'antenne ait une impédance constante et indépendante de la fréquence, il faut également que la largeur de la partie rayonnante reste proportionnelle à la longueur des bras, et augmente donc au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'alimentation de l'antenne située au centre de la spirale. Dans ce but, le dessin des métallisations de l'antenne est formé par une bande limitée par deux spirales de même centre.

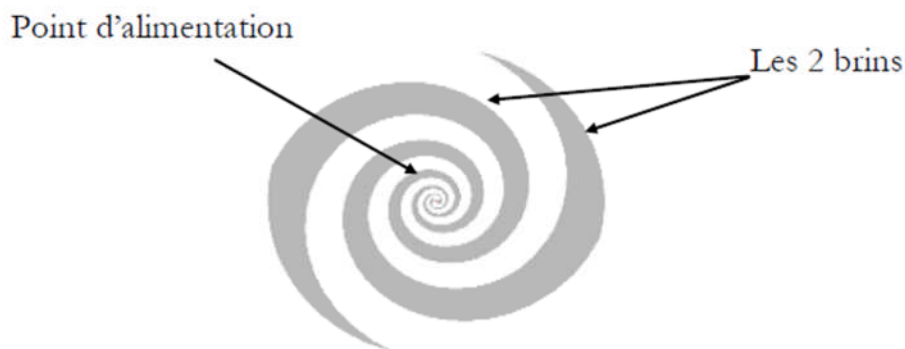


Figure II.1 : Antenne spirale logarithmique.

L'antenne spirale logarithmique est donc régie par 4 équations, deux pour chaque conducteur:

Les équations du premier conducteur :

$$P_1 = ke^{a\theta}, P_2 = ke^{a(\theta-\delta)} = KP_1(2)$$

$$\text{Ou } k = e^{-a\delta} = \frac{P_1}{P_2} < 1(3)$$

Les équations de second conducteur :

$$P_3 = ke^{a(\theta-\pi)}, P_4 = ke^{a(\theta-\pi-\delta)} = kP_3(4)$$

Du fait de la géométrie de la structure, la polarisation du signal rayonné est circulaire. Aux fréquences où la longueur des conducteurs est très petite par rapport à la longueur d'onde, la polarisation est linéaire. Si la fréquence augmente (longueur des brins augmente), la polarisation du champ devient elliptique puis circulaire.

Théoriquement, elle possède une bande passante infinie. Mais l'antenne spirale logarithmique couvre une bande passante de quelques octaves car ses dimensions géométriques sont finies. La limitation à haute fréquence est fixée par l'écartement des points d'alimentation des deux brins qui doit être faible comparée à la longueur d'onde la plus courte. Tandis que la limitation à basse fréquence est imputable à la longueur maximale des brins rayonnants. Leur taille est équivalente à une longueur d'onde de la fréquence la plus basse pouvant être rayonnée par l'antenne.

L'alimentation de l'antenne se fait par le centre de la structure, les deux bras excités en opposition de phase. Les doublets ainsi créés tout le long des deux spirales créent des champs maximaux dans les directions normales au plan de la spirale, ce qui implique un rayonnement bidirectionnel, mais assez peu directif avec des gains typiquement de 4 dB. A une fréquence, seule une partie de la spirale rayonne. La zone se trouvant plus au centre se comporte alors comme une ligne d'alimentation, tandis qu'au-delà les courants diminuent fortement du fait du rayonnement de l'antenne. Plus la fréquence à rayonner est basse, plus les parties de la

spirale participant au rayonnement sont alors éloignées du point d'alimentation et donc du centre de l'antenne [14].

### II.2.1.2. Antenne spirale conique

L'antenne spirale conique est une version à 3D de l'antenne spirale logarithmique. Le principe de fonctionnement équiangulaire est donc le même, et l'antenne est dimensionnée identiquement sur une très large bande de fréquence. Les spirales formant l'antenne sont imprimées sur un cône diélectrique qui sert également de support à la structure.

L'antenne spirale conique est régie par un ensemble d'équations suivantes:

$$r_1(\varphi) = r_1 e^{(a \sin \theta_0) \varphi} = r_1 e^{b \varphi} \quad (5)$$

$$r_2(\varphi) = r_2 e^{(a \sin \theta_0) \varphi} = r_1 e^{(a \sin \theta_0) (\varphi - \varphi_0)} = r_1 e^{b (\varphi - \varphi_0)} \quad (6)$$

Avec :  $\theta_0$  l'angle du demi-cône

De même que pour l'antenne spirale plane, la structure conique peut être constituée soit d'une seule spirale et donc nécessiter de l'utiliser conjointement avec un plan de masse (mais dans certains cas cette configuration diminue la bande passante).

La polarisation du champ est circulaire pour un demi-angle du cône inférieur à  $60^\circ$ . Si l'angle dépasse  $60^\circ$ , la polarisation devient elliptique.

Une représentation de l'antenne spirale conique est présentée sur la figure II.2

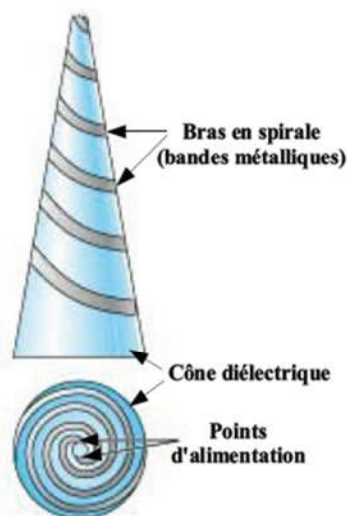


Figure II.2 : Antenne spirale conique.

Théoriquement, elle possède une bande passante infinie, mais en pratique, du fait de ses dimensions finies, elle couvre une bande passante de quelques octaves. La bande passante est uniquement limitée par les dimensions des rayons externes de la spirale. Contrairement à l'antenne précédente qui avait un rayonnement bidirectionnel, cette antenne a un rayonnement unidirectionnel, le maximum du champ étant orienté selon l'axe du cône.

A chaque fréquence, seule une partie des brins de l'antenne rayonne. La distance à l'alimentation de ces brins correspond à une longueur d'onde, ce qui signifie que le centre de phase de cette antenne n'est pas constant en fonction de la fréquence, et par conséquent, cette antenne, comme la précédente est dispersif, Mais comme l'antenne est à trois dimensions, le centre de phase va varier très fortement le long de l'axe du cône; par voie de conséquence, cette antenne sera plus dispersive que l'antenne logarithmique.

L'impédance d'entrée de l'antenne spirale conique est constante sur de très larges bandes passantes et présente une meilleure stabilité que la spirale plane.

### II.2.1.3. Antenne à spirale d'Archimède

L'antenne à spirale d'Archimède se présente sous la forme de deux spirales imbriquées autour d'un même centre d'expansion, imprimées sur un substrat plan servant de support à la structure. Le brin de la spirale est décrit par l'équation suivante :

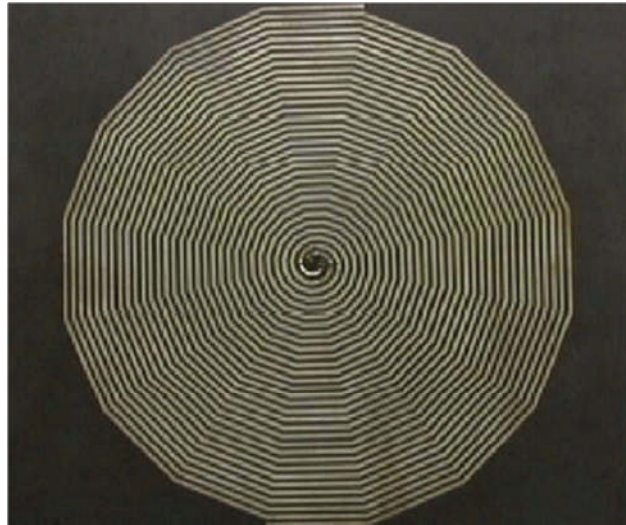
$$P(\theta) = P_0 + a\theta \quad (7)$$

Avec :

$P_0$  : est le rayon vecteur à l'origine.

$a$  : Une constante décrivant l'expansion de la spirale.

D'après cette équation on voit que ce type d'antenne n'est pas défini uniquement par des angles et s'éloigne donc légèrement du concept d'antennes indépendamment de la fréquence. Une représentation de l'antenne spirale d'Archimède est montrée sur la figure II.3



**Figure II.3** : l'antenne spirale d'Archimède.

Ce type d'antenne est plus utilisé que les antennes à spirale logarithmique, car l'étalement linéaire des bras de la spirale permet plus des tours par unité de surface que la géométrie logarithmique. Ses spécificités ressemblent beaucoup à celles des types d'antennes à spirales que l'on a vues précédemment. Sa bande passante est de plusieurs octaves et est limitée par les rayons externes de la spirale, sa polarisation est circulaire et son diagramme de rayonnement bidirectionnel.

Comme toutes les antennes spirales, cette antenne est dispersive: son centre de phase varie en fonction de la fréquence, de même que pour l'antenne spirale logarithmique, ce type de structure rayonnante peut être utilisée avec une cavité absorbant le rayonnement arrière afin d'obtenir un caractère unidirectionnel.

### **II.2.2. Les antennes log-périodique**

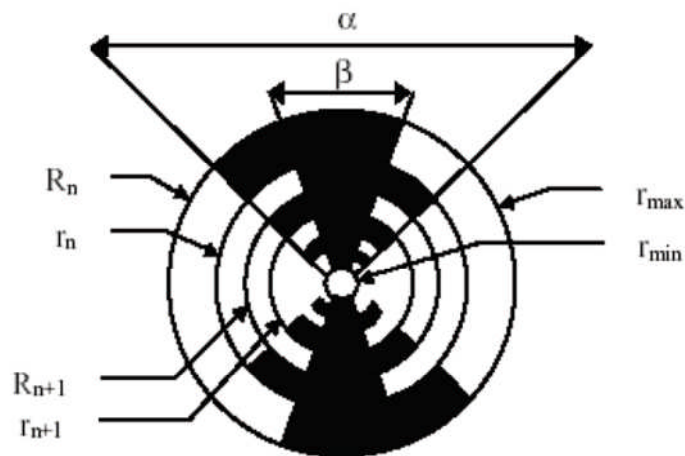
Les antennes log-périodiques introduites en 1956 par Duhamel et Isabel de l'université de l'Illinois s'appuient sur le concept d'antennes dimensionnées pour toutes les fréquences, mais apportent un caractère périodique plutôt que linéaire aux structures. En effet, les antennes indépendantes de la fréquence ont un phénomène de répétition dans leurs structures qui amène une répétition en fréquence de leurs caractéristiques, cependant cette évolution idéalement linéaire, peut également être périodique : l'antenne est alors constituée d'éléments rayonnants qui se déduisent les uns des autres en multipliant leurs dimensions par un facteur

$\tau=f_2/f_1$ . Ces éléments se répètent ainsi avec une période  $\ln(\tau)$  fonction du logarithme de la fréquence, d'où l'appellation d'antennes « log-périodique ».

Leur principe est donc analogue à celui des antennes indépendantes de la fréquence, à la différence qu'elles ne sont pas entièrement définissables uniquement par des angles et ne répondent donc pas exactement à leurs définitions. En général, seule l'enveloppe des structures log-périodiques est définissable par un angle constant, mais les formes à l'intérieur de cet espace peuvent varier (dipôles, trapèzes, arcs, cercles, etc..). bien que les performances de ce type d'antennes soient par définition périodiques en fréquence (impédance, rayonnement, etc..). les variations généralement observées sont relativement faibles, ce qui leur vaut d'être habituellement classées tout de même dans la catégorie des antennes indépendantes de la fréquence [14].

### II.2.2.1. L'antenne log-périodique circulaire

L'antenne log-périodique circulaire est présentée sur la figure II.4 :



**Figure II.4** : Antenne log-périodique circulaire.

Cette antenne est définie par les relations suivantes :

- Le rapport  $\tau = \frac{f_1}{f_2} = \frac{R_{n+1}}{R_n}$  définit la périodicité des caractéristiques de l'antenne.
- Le rapport  $\chi = \frac{r_n}{R_n}$  définit la largeur des dents.
- Les angles  $\alpha$  et  $\beta$  définissent la longueur des dents.

- Les rayons minimums et maximums  $r_{min}$  et  $r_{max}$  limitent les extrémités de la structure.

Cette antenne peut avoir une bande passante de plusieurs octaves. La fréquence basse d'adaptation est fixée par la dimension de la plus longue des dents ( $\lambda/4$  à cette fréquence) et la fréquence haute d'adaptation est reliée à la dent de plus petite dimension. La conséquence immédiate de ceci est que l'antenne est dispersive, comme pour les autres antennes indépendantes de la fréquence [16][14].

Le diagramme de rayonnement est bidirectionnel. Il est symétrique par rapport au plan de l'antenne avec des maximas suivant la normale à ce plan et des minimas dans ce plan. L'ouverture dépend fortement du rapport de périodicité. Le gain vaut typiquement 4 dB. La polarisation est linéaire avec des ouvertures identiques dans les plans E et H.

#### II.2.2.2. L'antenne log-périodique trapézoïdale

L'antenne log-périodique trapézoïdale est présentée sur la figure II.5 :



**Figure II.5 :** Antenne log-périodique trapézoïdale.

Cette antenne étant plus facile à construire que la précédente, est plus couramment utilisée que l'antenne de forme circulaire. Elle possède exactement les mêmes caractéristiques : diagramme de rayonnement bidirectionnel, bande passante de plusieurs octaves, antenne dispersive.



### II.2.2.3. L'antenne dipôle log-périodique

Un exemple de réalisation de l'antenne dipôle log-périodique est présenté sur la figure II.6 :



**Figure II.6 :** Réalisation de l'antenne dipôle log-périodique.

De la même façon que pour les autres antennes log périodique, le rapport de périodicité  $\tau$  est le rapport entre deux longueurs de dipôles consécutifs. Les dipôles sont connectés alternativement par une ligne de transmission centrale symétrique qui peut être croisée pour éviter le rayonnement arrière.

Les fréquences haute et basse d'adaptation sont déterminées par les longueurs des éléments du réseau les plus basses et les plus hautes respectivement. L'antenne est alimentée au sommet et l'on peut définir deux types de zones : la zone de transition et la zone active. La zone de transition est la zone où les champs se propagent le long de la ligne de transmission centrale depuis le sommet jusqu'aux dipôles de longueur  $l/4$ . La zone active est la zone où l'on a des forts courants : ce sont eux qui participent au rayonnement de l'antenne. La zone active ou encore le centre de phase s'éloigne du point d'alimentation de l'antenne à mesure que la fréquence diminue: le centre de phase varie fortement avec la fréquence.

Le rayonnement de l'antenne est unidirectionnel avec des maxima dans la direction suivant son sommet, la polarisation est linéaire et le gain maximal typique d'une antenne LPDA (log periodic dipole array) est de 5 à 11 dB.

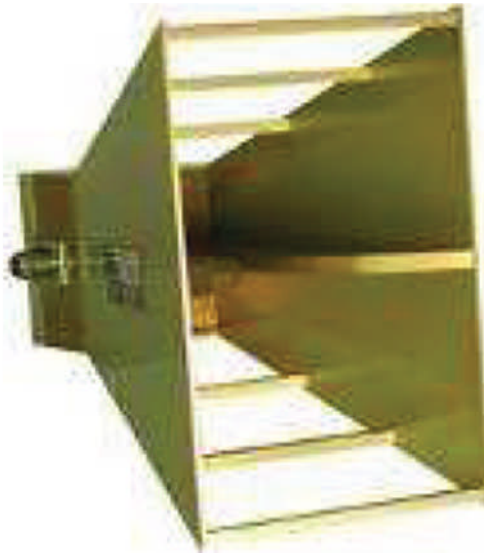
### II.3. Antenne directive

Les antennes ULB directives peuvent être décrites comme des systèmes de transition entre un guide d'onde et l'espace libre. On part d'une ligne de transmission dont l'un des paramètres est une impédance caractéristique constante quelque soit la fréquence, puis les lignes de transmission s'évasent pour amener graduellement la structure à l'impédance du vide. L'onde peut maintenant rayonner.

#### II.3.1. L'antenne cornet

Les cornets constituent une première catégorie d'antennes ultra large bande directives. Ces antennes sont couramment utilisées pour des mesures de diagramme de rayonnement ou encore dans le cadre d'applications GPR. Ces antennes sont constituées de guides d'onde rectangulaires ou circulaires (intrinsèquement large bande) et d'une transition (adaptateur d'impédance). La bande passante est relativement large (50-180%).

L'antenne cornet ULB présentée sur la figure II.7 :



**Figure II.7 :** Antenne cornet ULB.

Ce type d'antenne peut avoir un gain important (+17 dB) qui augmente avec la fréquence (antenne à ouverture constante) sur plusieurs octaves. Les cornets avec lèvres peuvent couvrir une bande de fréquence 1 à 18 GHz pour un  $ROS < 2$ . Les cornets présentent une grande pureté de polarisation et ils sont en principe des antennes peu dispersives, le centre de phase de ces antennes variant peu avec la fréquence.

### II.3.2. Antenne à transition progressive (Vivaldi)

Les antennes à fente à transition progressive (TSA : Tapered Slot Antenna) constituent une autre catégorie importante d'antennes ULB directives. Ce sont des antennes à deux dimensions présentant une transition à partir d'une ligne ou d'un guide d'onde imprimé. Elles ont été imaginées en 1974 par Lewis et Gibson. Elles sont généralement constituées par une ligne de fente s'élargissant suivant un profil donné jusqu'à la discontinuité finale. Le profil de ces ouvertures peut prendre différentes formes: profil linéaire (antennes LTSA), profil constant (antennes CWSA), profil linéaire par morceau (BLTSA) ou encore profil exponentiel (antenne Vivaldi).

Les différents profils d'antenne TSA présentée dans la figure II.8 :

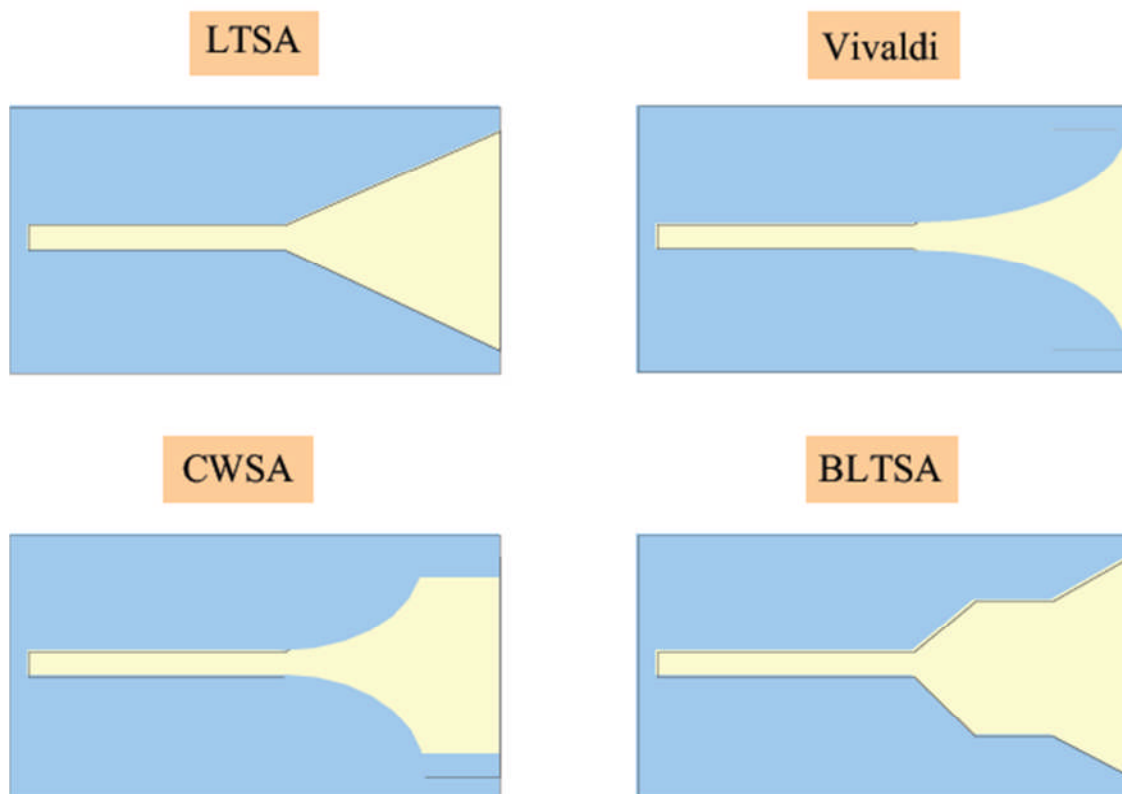


Figure II.8 : Différent type d'antenne TSA.

Les antennes TSA sont adaptées sur une très large bande passante de 125% à 170%. Leur diagramme de rayonnement est unidirectionnel dans le plan du substrat et présente un

faible niveau de polarisation croisée. Leur directivité augmente avec la fréquence et les gains atteints par ces antennes peuvent aller jusqu'à 10 dB selon le type de profil.

Il existe plusieurs types d'antennes Vivaldi : l'une d'entre elles est l'antenne Vivaldi antipodale dont une réalisation pratique étant montrée à la figure II.9. Cette antenne propose une transition à partir d'une ligne micro-ruban permettant d'avoir une alimentation non symétrique qui peut être connectée à un câble coaxial. L'antenne est alors imprimée sur les deux faces du substrat [22] [23].



**Figure II.9:** Antenne Vivaldi antipodale.

## II.4. Antennes omnidirectionnelles

Les antennes omnidirectionnelles sont des antennes dont le diagramme de rayonnement est omnidirectionnel et une très large bande passante. Ces antennes sont une évolution directe des monopoles et des dipôles de base (doublet d'Hertz). On peut distinguer deux catégories d'antennes large bandes omnidirectionnelles: les antennes biconiques et les antennes monopoles/ dipôles large bandes.

### II.4.1. Antenne biconique

Les antennes biconiques ont été imaginées en 1943 par Schel kunoff [17]. Le concept de l'antenne biconique est basé sur le fait qu'un dipôle construit à l'aide d'un fil épais offre une bande passante plus grande que celle construit avec un fil fin. Ce concept peut être étendu pour obtenir une bande passante encore plus importante en utilisant des conducteurs évasés. En pratique l'antenne biconique montrée sur la Figure II.10. L'antenne biconique peut être analysée comme si la ligne de transmission biconique de l'antenne était évasée jusqu'à l'infini. L'antenne biconique infinie agit comme un guide pour une onde sphérique.



**Figure II.10** : Antenne biconique finie.

L'antenne biconique finie possède une bande passante de plus 100 %, un diagramme de rayonnement omnidirectionnel perpendiculaire à l'axe des cônes et un nul électrique le long de l'axe des cônes. La polarisation est linéaire et un gain maximum typique pour ce type d'antenne est de 4 dB.

#### **II.4.2. Antenne discône**

L'antenne discône est une antenne biconique dont un des cônes est remplacé par un plan de masse de dimensions infini par rapport à la longueur d'onde la plus basse (figure II.11). Ce plan de masse est généralement de forme circulaire ce qui fait que la structure totale de l'antenne est constituée d'un disque et d'un cône.



**Figure II.11** : Antenne discône.

L'antenne est alimentée par un câble coaxial dont l'âme centrale est connectée directement au sommet du cône et dont la masse est reliée au plan de masse circulaire. Les paramètres gouvernant la structure sont la dimension du plan de masse et l'espacement entre le plan de masse et le cône. Le plan de masse agit principalement sur les diagrammes de rayonnements et sur l'adaptation en hautes fréquences. Si on règle correctement ces deux paramètres, l'antenne possède une bande passante de plus de 150 % (par exemple,  $ROS < 2$ , 3 à 14 GHz).

L'antenne à un diagramme de rayonnement omnidirectionnel dans le plan horizontal, et son gain est légèrement plus élevée que celui d'une antenne biconique finie du fait de l'utilisation d'un plan de masse fini.

### II.4.3. Dipôles/ monopoles planaire ultra large bande

Une autre catégorie d'antenne large bande est constituée par les monopoles planaires ou dipôles. De nombreuses études ont été menées sur ce type d'antenne et différentes formes, elles sont moins encombrées et limitées en bande passante [19] [12].

#### II.4.3.1. Antenne papillon (Bow Tee)

L'antenne papillon est une version planaire de l'antenne biconique (figure II.12). Il s'agit d'une structure symétrique. Les courants sont principalement concentrés aux bords de la structure. Ce qui permet d'utiliser des techniques de réalisation filaires lorsque l'application visée concerne des éléments exposés au vent [20].



Figure II.12 : Antenne papillon.

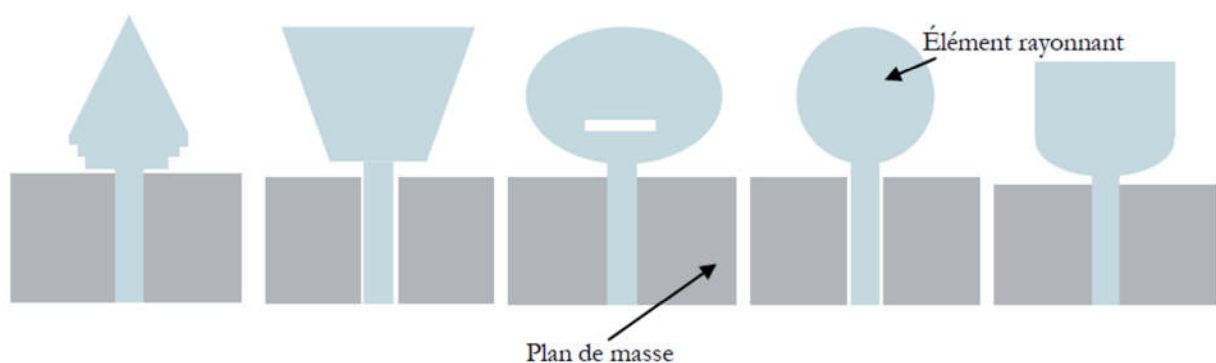
L'antenne papillon présente de moins bonnes performances en termes de bande passante que l'antenne biconique, celle-ci étant limitée par la troncature de l'antenne. Cependant, son impédance d'entrée varie plus avec la fréquence que celle de l'antenne biconique finie de même dimensions. Il en découle une moins bonne qualité d'adaptation ainsi qu'une bande passante plus faible, mais qui peut tout de même atteindre des valeurs supérieures à 100%.

Le diagramme de l'antenne présente un rayonnement de type dipôle, omnidirectionnel dans le plan perpendiculaire à celui de l'antenne. Les gains obtenus sont compris entre 0 et 3 dB.

#### II.4.3.2. Antenne circulaire planaire

Les antennes ULB planaires imprimées sur les diélectriques sont plus pratiques à mettre en œuvre que les antennes monopoles planaires. Elles possèdent les mêmes paramètres géométriques ainsi les différentes formes géométriques peuvent être trouvées dans les deux configurations.

Grâce à leurs encombrements, les antennes monopoles planaires peuvent être facilement intégrées dans des circuits RF ainsi que des dispositifs ULB. La figure II.13 montre des dessins typiques [20] [21].



**Figure II.13** : Quelques géométries d'antennes planaires.

Les éléments rayonnants planaires sont gravés sur un substrat diélectrique, le plan de masse peut être coplanaire (CPW) avec les éléments rayonnants ou dans le cadre du substrat diélectrique. Les éléments rayonnants peuvent être alimentés par une ligne micro ruban ou par un câble coaxial. Le plan de masse peut être modifié pour améliorer la bande passante

## II.5. Récapitulatif des caractéristiques des antennes

Afin de confronter ces besoins spécifiques aux capacités des antennes ULB présentées dans ce chapitre, leurs principales caractéristiques sont réunies dans un tableau (tableau II.1). Les performances des antennes sont regroupées en terme d'adaptation, d'encombrement, et de rayonnement suivant le cahier des charges spécifié. Cette mise en forme a pour but de synthétiser les données accumulées dans ce chapitre et de justifier le choix de la structure d'antenne qui sera retenue. De par son principe même, il implique une schématisation des caractéristiques et s'efforce à faire ressortir seulement le comportement global des antennes sans s'attacher aux détails particuliers [22].

Ainsi, concernant l'adaptation des antennes, les largeurs de bande affichées sont relatives et représentent des valeurs obtenues avec des antennes optimisées dans ce sens. De même l'impédance d'entrée des structures dépend soit du taux de périodicité pour les antennes log-périodiques soit de l'angle au sommet pour les antennes triangulaires ce qui rend délicat de donner une valeur précise. Dans ce cas, soit des fourchettes de valeurs, soit la valeur la plus proche de celle désirée (dans notre cas  $50 \Omega$ ) est donnée. Il faut noter également que dans le cas des antennes coniques, les impédances d'entrées fournies sont celles minimales obtenues par Brown et Woodward pour des valeurs de  $\alpha$  de  $90^\circ$ . Il ne s'agit donc certainement pas de réelle limite inférieure. Cette valeur pouvant encore être diminuée en augmentant  $\alpha$  d'avantage (cas \*).

Les dimensions des antennes sont exprimées en longueurs d'onde à la fréquence la plus basse d'adaptation. Pour les antennes indépendantes de la fréquence le taux d'expansion ou le rapport de périodicité influent sur les dimensions des structures. La taille indiquée alors est celle pour laquelle l'antenne est la plus petite.

De plus, pour toutes les antennes possédant un plan de masse, le fait que leur élément rayonnant soit de faible encombrement n'a pas été pris en compte en tant qu'avantage (cas \*\*). En effet, il est considéré que le plan de masse de dimensions généralement égales, voire la plus basse d'adaptation, empêche de qualifier la structure d'antenne comme étant électriquement petite.

Le tableau ci après est donc la représentation des performances globales atteignables par ces antennes afin de pouvoir mettre plus aisément en avant leurs avantages et inconvénients.



	ADAPTATION			DIMENSIONS		RAYONNEMENT		
	Bande passante	Impédance d'entrée	Ajustement	2D/3D	Taille	Diagramme	Polarisation	Dispersive
Spirale logarithmique	>150%	75 à 100	Symétriseur adaptateur d'impédance	2D	$2\lambda/\pi$	Bidirectionnel	Circulaire	Oui
Spirale conique	>150%	Variable	Aucun	3D	Variable	Unidirectionnel	Circulaire	oui
Spirale d'archimède	150%	120 à 200	Symétriseur adaptateur d'impédance	2D	$2\lambda/\pi$	Bidirectionnel	Circulaire	Oui
Log-périodique circulaire	150%	50 à 188	Symétriseur	2D	$\Lambda$	Bidirectionnel	Linéaire	Oui
Log-périodique trapézoïdale	150%	50 à 150	Symétriseur	2D	$\Lambda$	Bidirectionnel	Linéaire	Oui
Dipole log-périodique	130%	50 à 100	Aucun	2D 3D	variable	Unidirectionnel	Linéaire	Oui
TSA	125% à 170%	50	Aucun	2D	$> \lambda/2$	Unidirectionnel	Linéaire	Non
Biconique	120% à 150%	>100	Symétriseur adaptateur d'impédance	3D	$\lambda/2$	Omnidirectionnel	Linéaire	Non
Discone	150%	>80*	Aucun	3D	$\lambda/4^{**}$	Omnidirectionnel	Linéaire	Non
Papillon	>100%	>100*	Symétriseur adaptateur d'impédance	2D	$\lambda/2$	Omnidirectionnel	Linéaire	Non
Monopole circulaire (planaire)	>100%	>100*	Aucun	2D	$\lambda/4$	Omnidirectionnel	Linéaire	Non

Tableau II.1: Récapitulatif des caractéristiques des antennes ULB.

## II.6. conclusion

Nous nous sommes intéressées dans ce chapitre à la présentation générale de la catégorie de chaque famille d'antenne Ultra Large Bande qui possède des caractéristiques d'adaptation d'impédance sur très large bande de fréquence.

Pour les antennes indépendantes de la fréquence sont adaptées sur très larges bandes passantes, leurs diagrammes directifs et leurs polarisations circulaires.

Les monopoles planaires et les antennes à transition progressive ainsi que les antennes cornes sont également des structures couvrant largement la bande WPAN en terme de bande passante. Elles se montrent en plus polarisées linéairement et possèdent de bonnes qualités de rayonnement

### III.1. Introduction

Ce chapitre se propose de mettre en évidence les principales dimensions des antennes simulées ainsi que leurs résultats trouvés, les différentes conceptions sont effectuées pendant ce travail par le logiciel CST Microwave Studio. Nous avons présenté dans un premier temps, une nouvelle antenne constituée d'un patch triangulaire alimentée par un guide d'onde coplanaire et adaptée à  $50 \Omega$  sur une très large bande de fréquence. Des études paramétriques sont appliquées sur cette antenne pour améliorer la bande passante désirée. Ensuite, nous avons étudié l'influence de l'insertion des fentes dans l'élément rayonnant et le repliement des plans de masses latéraux afin de réduire l'encombrement de l'antenne. En suite, deux autres structures de patches elliptique et losange sont conçues et présentées pour donner un fonctionnement Ultra Large Bande.

### III.2. Etude d'un monopole triangulaire alimenté par CPW

La géométrie de l'antenne proposée se constituer d'un élément rayonnant triangulaire alimenté par un guide d'onde coplanaire. Cette antenne possède une taille de  $45 \times 91 \text{ mm}^2$  et conçue sur un substrat de type Epoxy et d'épaisseur  $0.75 \text{ mm}$ . Ses principales dimensions sont regroupées dans le tableau III.1[14], [25] :

Triangle	Guide d'onde coplanaire			Plans de masse	
h	G	l	W	L	e
15 mm	0.15mm	30 mm	1.34 mm	91 mm	10 mm

**Tableau III.1** : Dimensions de l'antenne proposée.

L'antenne monopole triangulaire et sa structure dans le rédacteur du logiciel CST (Computer Simulation Technology) Microwave Studio sont représentées dans la figure III.1.

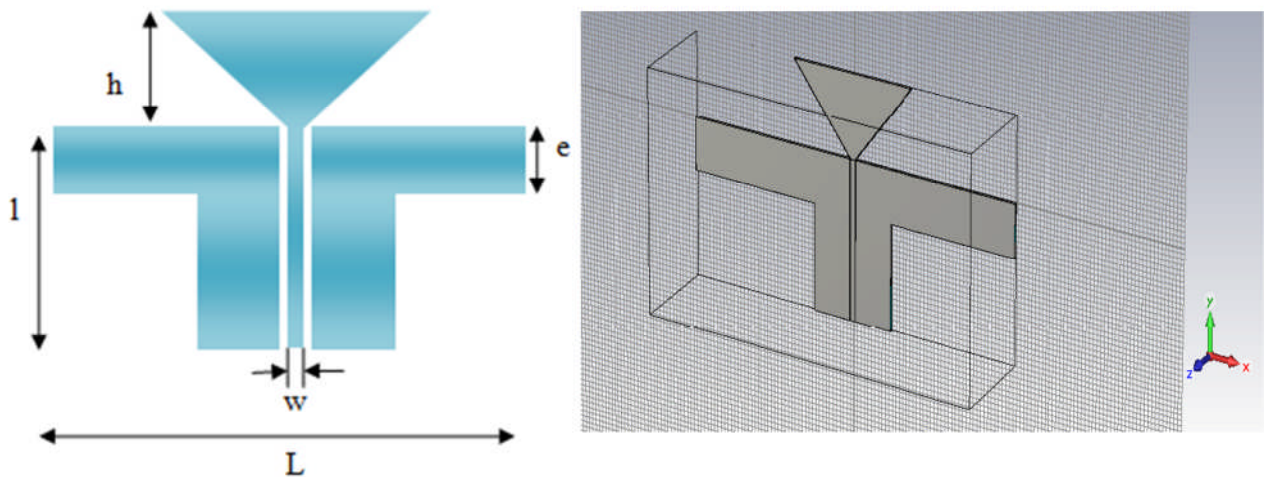


Figure III.1: Antenne monopole triangulaire et sa structure dans le rédacteur de CST.

Sur les figures III.2. ((a), (b)), on représente respectivement le coefficient de réflexion et les lieux d'impédance d'entrées.

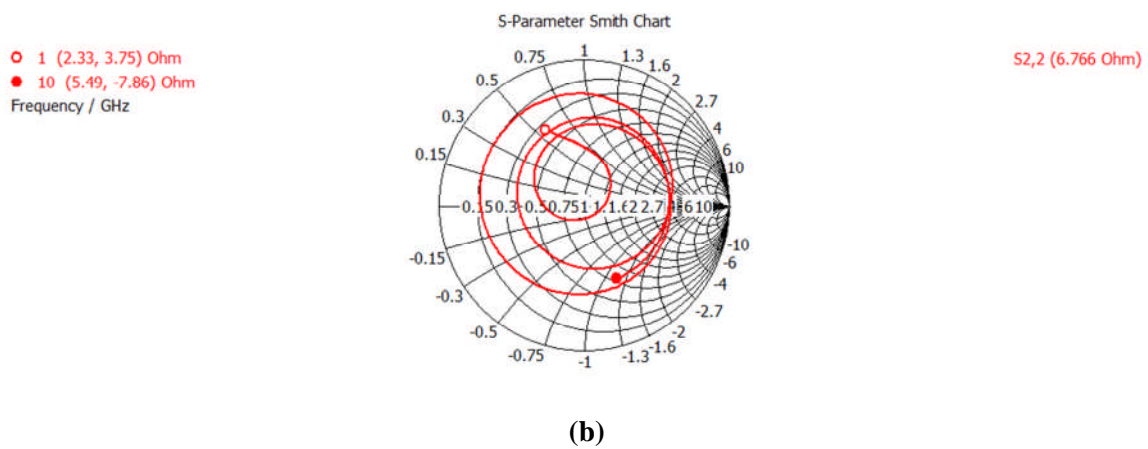
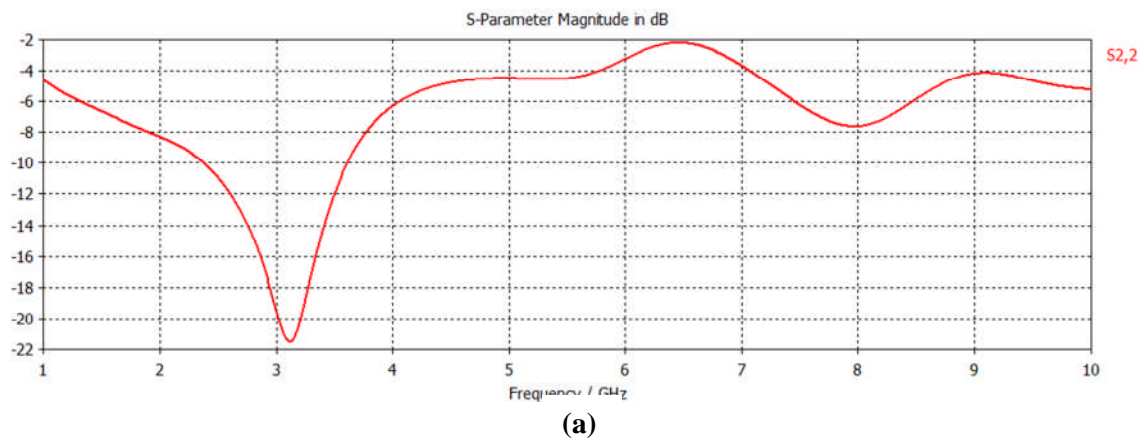
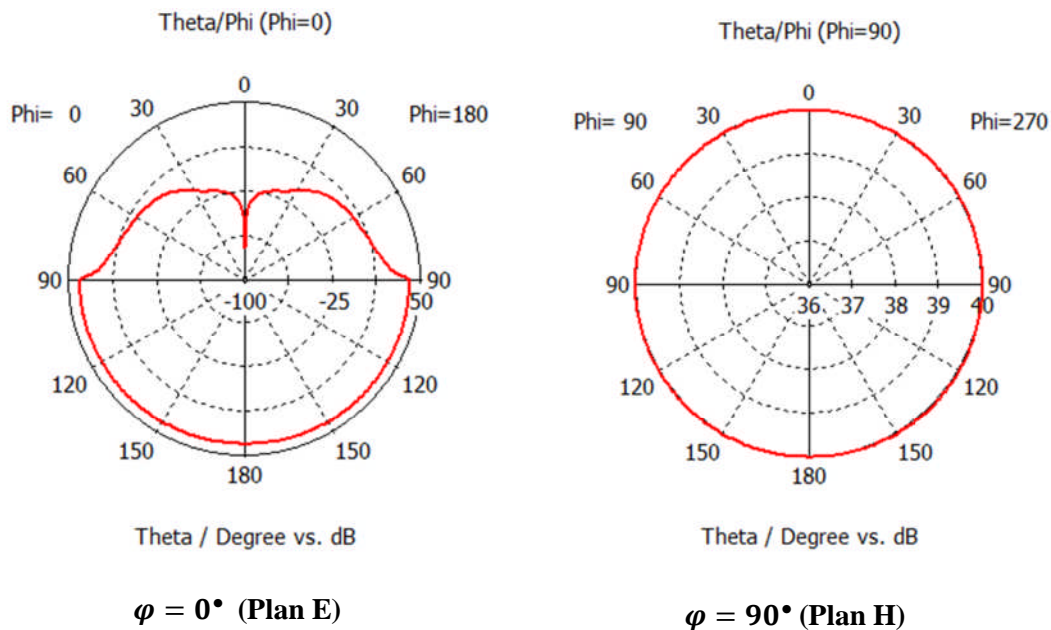


Figure III.2. (a) : Coefficient de réflexion.  
(b) : Lieux d'impédance d'entrée.

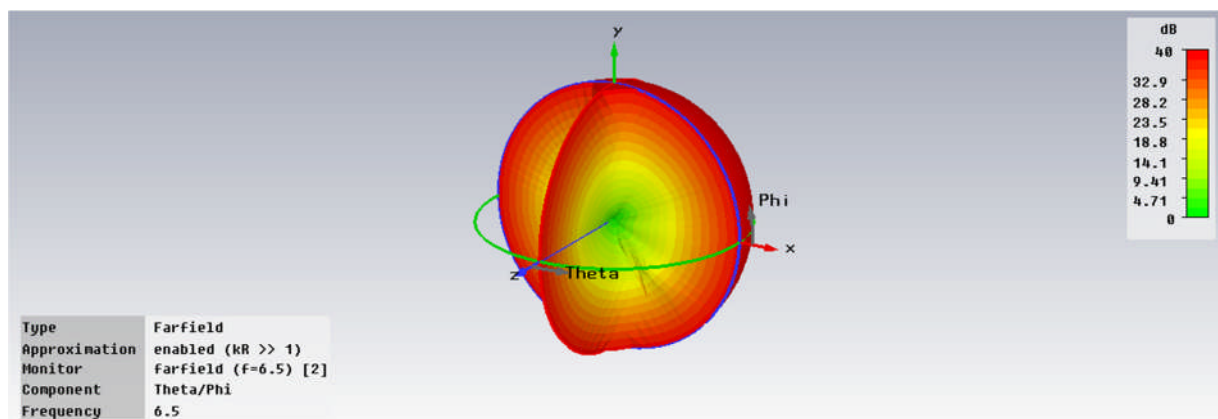
n

Les résultats de simulation présentent une bonne adaptation à la fréquence de résonance 3.12 GHz avec un pic de coefficient de réflexion inférieur à -20 dB. La largeur de bande de fréquence est de 2.3 GHz à 3.6 GHz. Cette largeur de bande passante (42.02%) n'est pas un facteur important car elle ne répond pas au cadre de notre limite Ultra Large Bande.

Les diagrammes de rayonnements polaires en 2D et 3D sont présentés dans les figures III.2. ((c) et (d)).



(a)



(b)

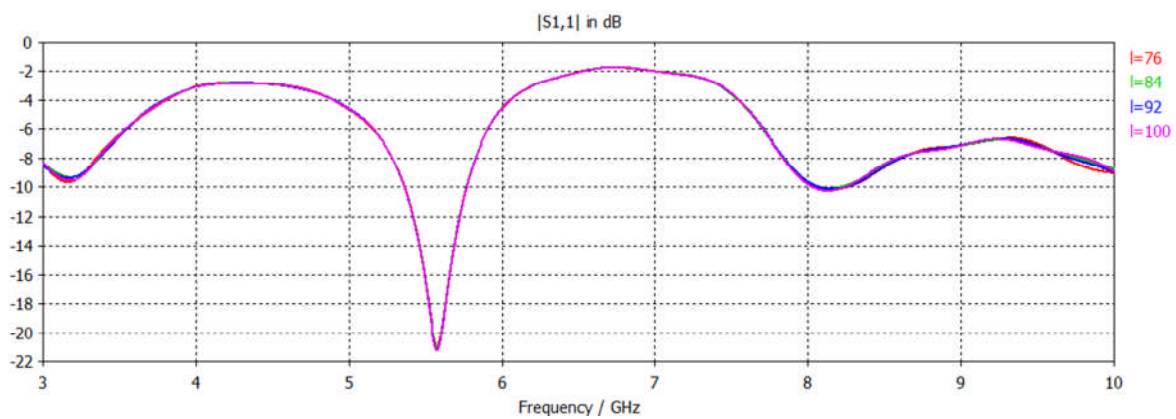
Figure III. 2. (c) : Diagramme de rayonnement en 2D.  
(d) : Diagramme de rayonnement en 3D.

### III.3. Etude paramétrique de l'antenne monopôle triangulaire

Quelques paramètres définissant la géométrie de l'antenne monopôle triangulaire sont variés, afin de constater leurs influences sur les performances de la structure, notamment en termes d'adaptation sur une large bande de fréquence.

#### III.3.1. Largeur du plan de masse latérale L

Une étude a été menée afin de connaître l'influence de la largeur du plan de masse latérale sur l'adaptation de l'antenne. Nous avons varié la largeur L de 76 à 100 mm. Sur la figure III.3, on représente les variations du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de la largeur « L ».

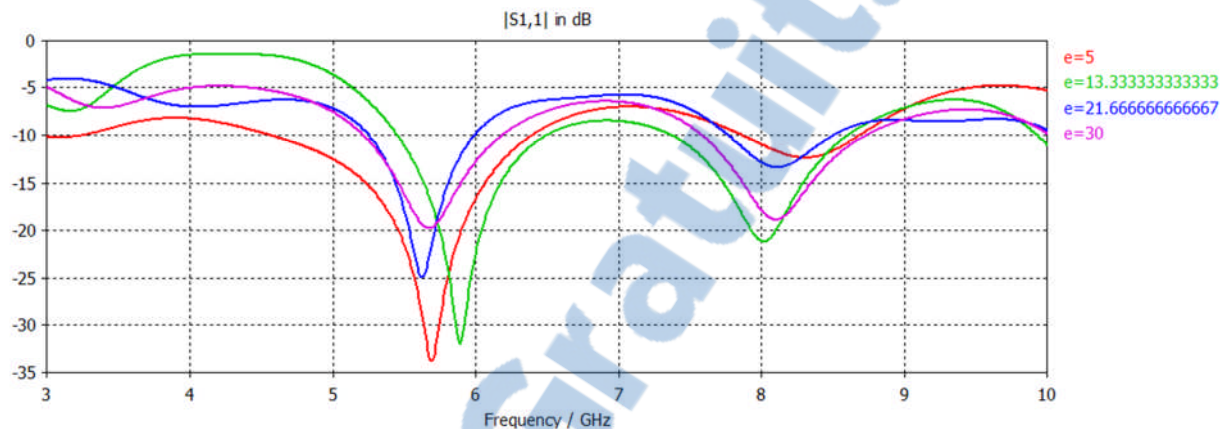


**Figure III. 3 :** Influence de la largeur L du plan de masse latérale sur le coefficient de réflexion.

D'après les graphes de la figure III.3, on remarque que la largeur L du plan de masse latérale n'influence pas sur l'adaptation de l'antenne.

### III.3.2. Epaisseur « e » du plan de masse latérale

L'effet de l'épaisseur « e » des plans de masses latéraux sur l'adaptation de l'antenne a également été étudié. Le travail se commence par une épaisseur « e » égale à « l », ce qui représente donc un guide d'onde coplanaire classique. Cette dimension a ensuite été diminuée jusqu'à une valeur égale à 5 mm. Sur la figure III.4, on représente les variations de coefficient de réflexion en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de l'épaisseur « e ».

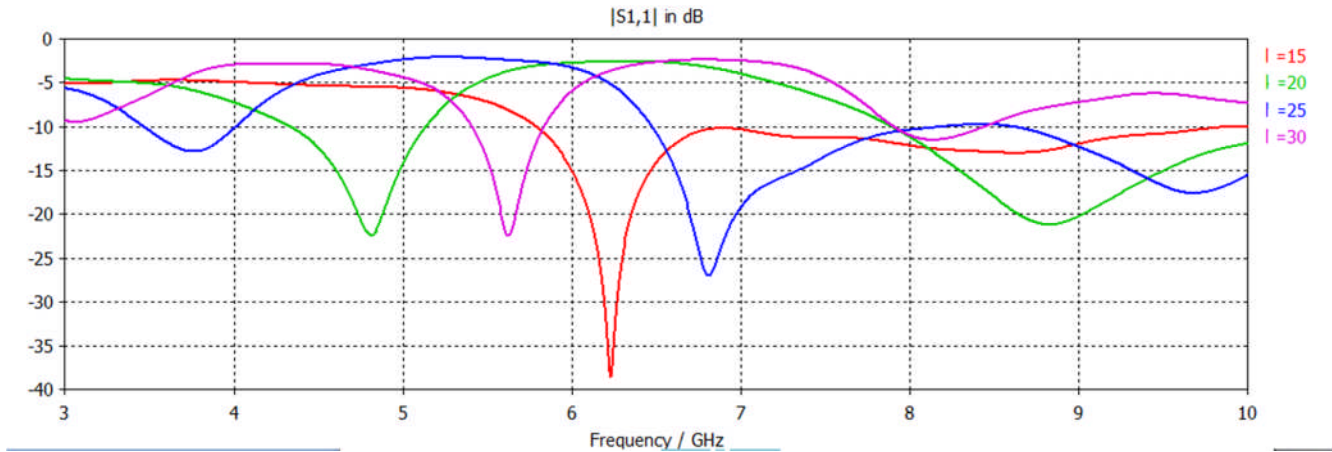


**Figure III. 4 :** Influence de l'épaisseur « e » du plan de masse latérale sur le coefficient de réflexion

On remarque d'après les différents graphes représentés à la figure III.4, que la diminution de l'épaisseur « e » engendre une augmentation légère de la bande passante.

### III.3.3. Longueur de guide d'onde coplanaire l

Le but étant d'obtenir une structure la moins encombrante possible. L'étude a donc été dirigée dans le sens d'une diminution de la longueur de la ligne d'alimentation. Sur la figure III.5, on représente les variations de coefficient de réflexion en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de la longueur « l » du guide d'onde coplanaire.

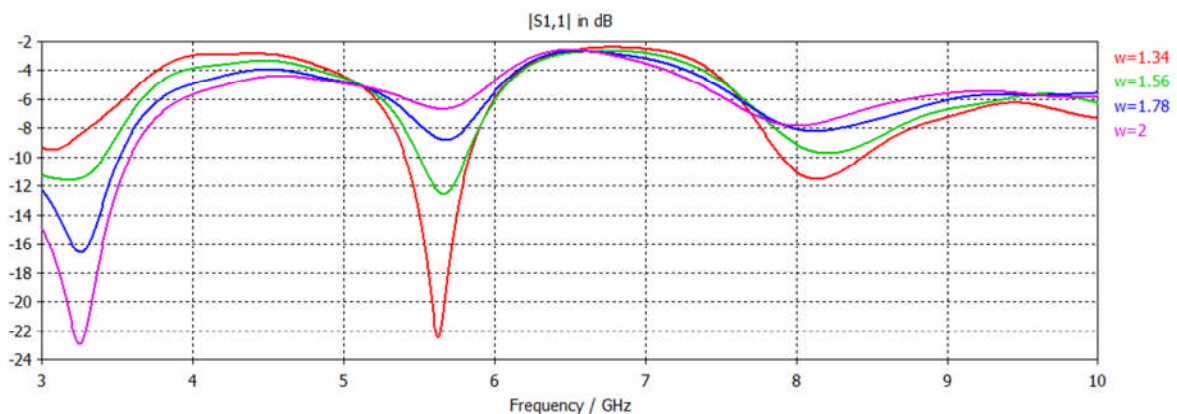


**Figure III. 5** :Influence de la longueur  $l$  du guide d'onde coplanaire sur le coefficient de réflexion

D'après ces résultats, on peut déduire que l'augmentation de la longueur  $l$  du guide d'onde coplanaire s'accompagne par une réduction de la largeur de bande passante de l'antenne.

### III.3.4. Largeur du conducteur centrale $W$

Nous avons modifié la largeur  $W$  du conducteur central du guide d'onde coplanaire de 1.34 à 2 mm. Sur la figure III.6, on représente les variations de coefficient de réflexion en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de la largeur «  $w$  » du conducteur centrale.



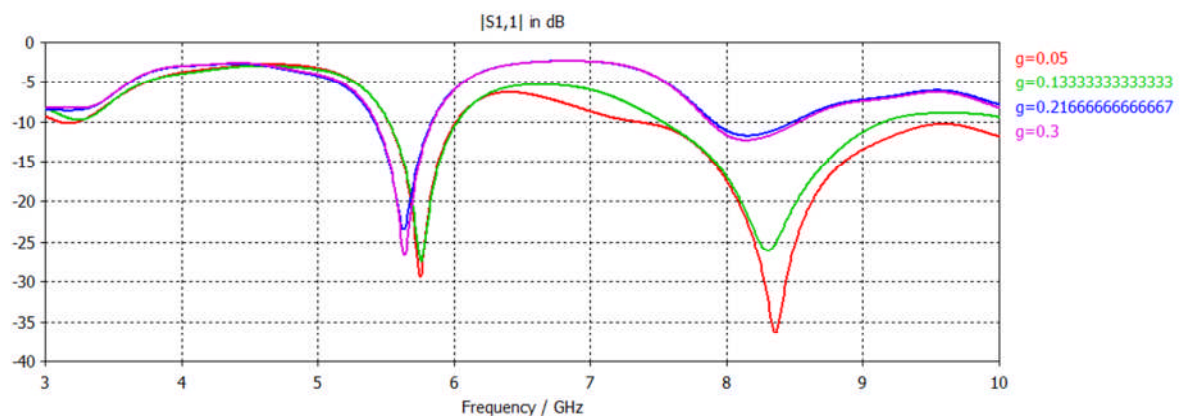
**Figure III. 6** : Influence de la largeur  $w$  de conducteur centrale sur le coefficient de réflexion.



D'après les graphes de la figure III.6, nous avons observé que la réduction de la largeur  $w$  du conducteur centrale génère une augmentation de la bande passante utilisée.

### III.3.5. Largeur $G$ des fentes

Dans ce paragraphe, nous avons étudié l'influence de la largeur  $G$  des fentes sur l'adaptation de l'antenne. Sur la figure III.7, on représente les variations de coefficient de réflexion en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de la largeur «  $G$  » des fentes.



**Figure III. 7** :Influence de la largeur  $G$  des fentes sur le coefficient de réflexion.

La variation de la largeur  $G$  de 0.05 à 0.3 mm augmente la valeur du coefficient de réflexion et la bande passante de l'antenne.

### III.4. Dimensions d'un monopole triangulaire optimisé

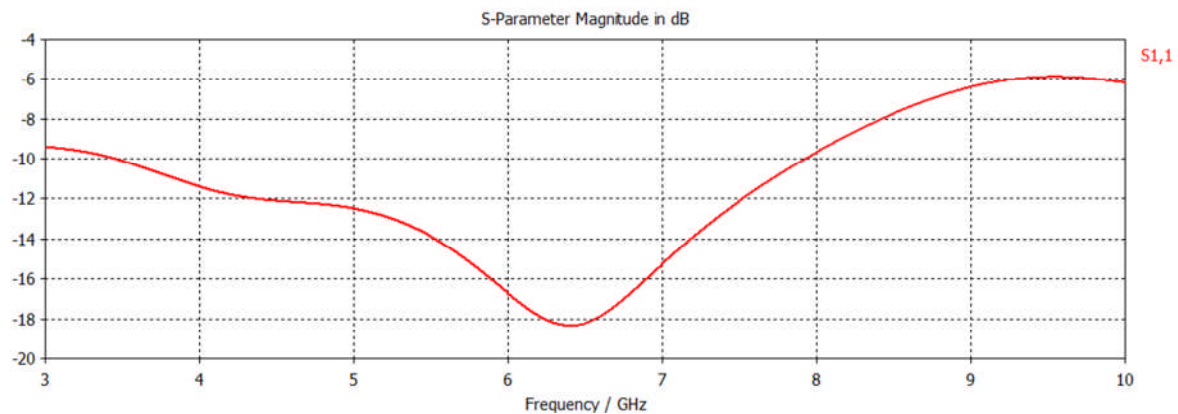
Les dimensions de l'antenne monopole finale optimisée sont rassemblées dans le tableau ci-dessous. La taille globale de l'antenne devient égale à  $30 \times 91 \text{ mm}^2$ , imprimée sur un substrat de permittivité effective égale à 4.5.

Triangle	Guide d'onde coplanaire			Plans de masse	
	H	G	l	W	L
15 mm	0.05mm	15 mm	1.34 mm	91 mm	5 mm

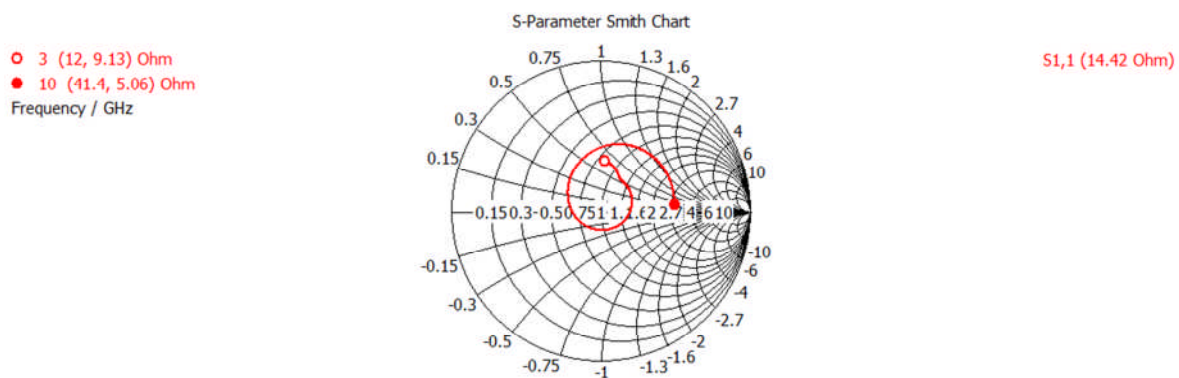
Tableau III.2 : Dimensions de l'antenne optimisée.



Sur les figures III.8.(a) et (b)), on représente respectivement le coefficient de réflexion et les lieux d'impédance d'entrée.



(a)



(b)

**Figure III.8.** (a) : Coefficient de réflexion.  
(b) : Lieux d'impédance d'entrée.

Les nouvelles dimensions de l'antenne monopole optimisée ramènent à un bon fonctionnement de l'antenne. La représentation de la puissance réfléchie sur la figure III.8.(a) présente un pic de -18 dB à 6.4 GHz, implique une bonne adaptation a été obtenue. La bande passante est très importante par rapport à l'antenne initiale qui est auteur de 76.31 %.

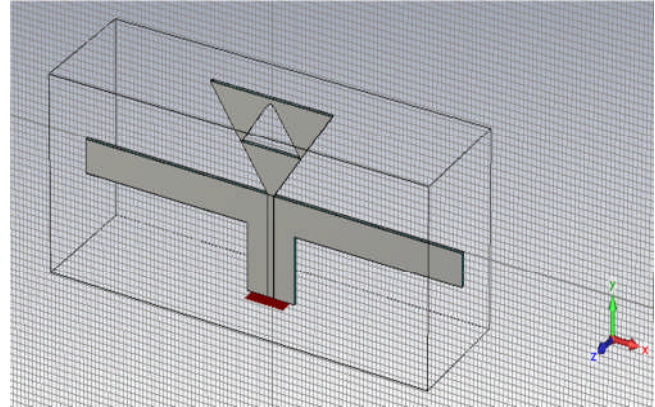
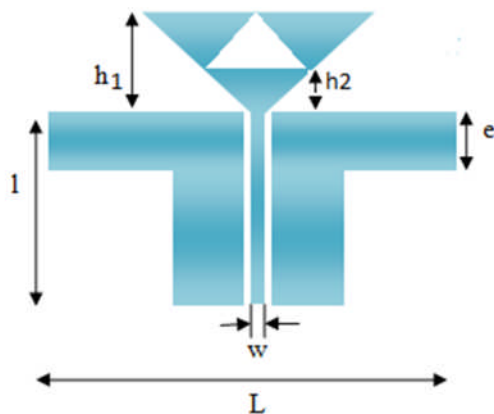
### III.5. Etude d'un monopole triangulaire à ouverture

L'ajout d'une ouverture triangulaire inversée qui est dérivée de la technologie fractale a été inséré dans le patch triangulaire. Le but de cette étude est d'obtenir une bonne adaptation de l'antenne. Les principales dimensions de la structure à ouverture triangulaire sont regroupées dans le tableau III.3.

Triangle		Guide d'onde coplanaire		Plans de masse	
h2	h1	l	W	L	e
6.5 mm	14 mm	15 mm	1.34 mm	91 mm	5 mm

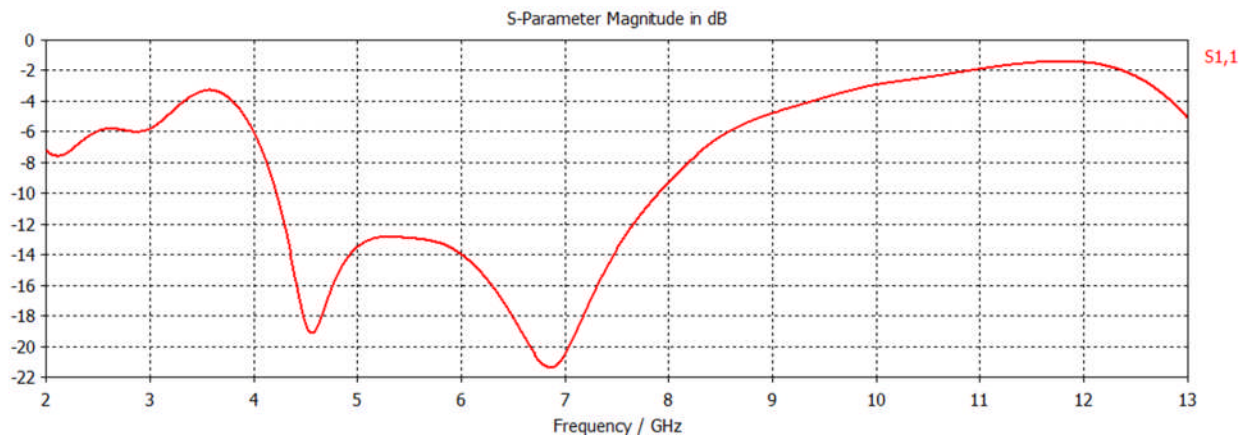
**Tableau III.3 :** Dimensions de l'antenne à ouverture triangulaire.

La géométrie de l'antenne monopole triangulaire à ouverture et sa structure dans le réducteur de CS T Microwave Studio sont présentées sur la figure III.9.

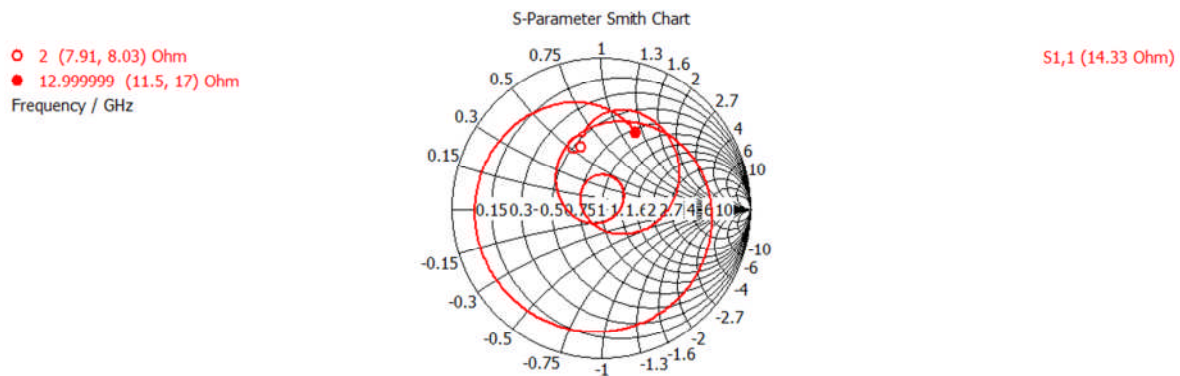


**Figure III.9:** Antenne monopole triangulaire à ouverture et sa structure dans la rédaction de CST Microwave Studio.

Sur les figures III.10 ((a) et (b)), on représente le coefficient de réflexion et les lieux d'impédance d'entrée.



(a)



(b)

**Figure III.10.** (a) : Coefficient de réflexion.  
(b) : Lieux d'impédance d'entrée.

La largeur de la bande passante est entre l'intervalle de 4.2 GHz à 7.97 GHz. Donc l'insertion de l'ouverture triangulaire n'est pas obtenue un fonctionnement totalement ultra large bande. Pour cette raison, nous avons proposé une nouvelle géométrie d'antenne basée sur la structure précédent dont la quelle une deuxième fente rectangulaire a été inséré proche de l'ouverture triangulaire et un repliement des deux bras de l'antenne ont été appliqués sur la structure modifiée selon la figure III.11.

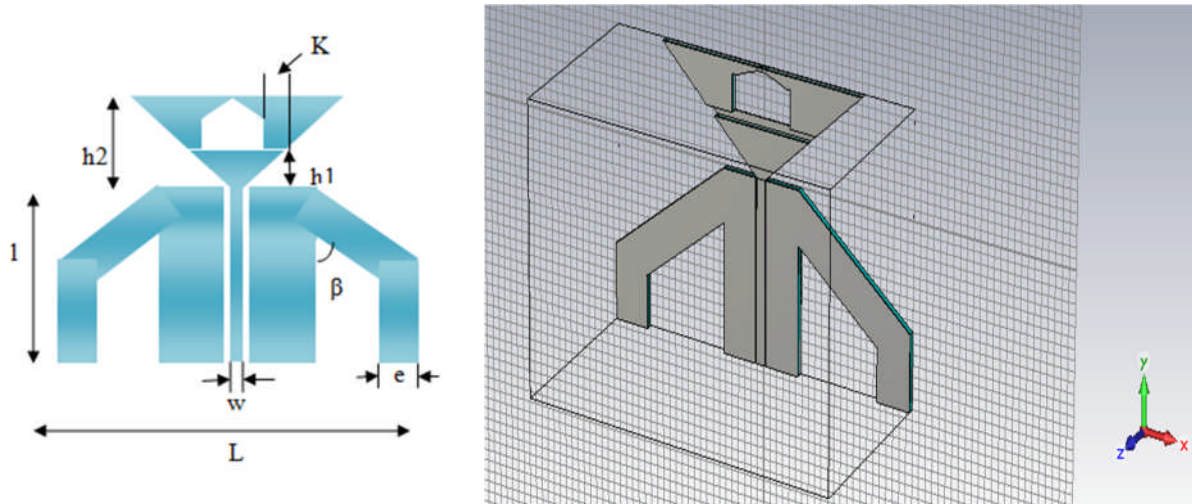
### III.6. Etude d'un monopole triangulaire à fentes et plans de masses repliés

L'insertion des fentes sur le patch triangulaire de l'antenne précédent et le repliement de ses plans de masses latéraux a permis tout d'abord de diminuer son encombrement et également d'améliorer son adaptation. La taille de l'antenne finale est de  $33 \times 46 \text{ mm}^2$ . Les dimensions de cette antenne sont regroupées dans le tableau III.4

Triangle			Guide d'onde coplanaire		Plans de masse	
k	h1	h2	l	W	B	e
4 mm	4.5 mm	10 mm	17 mm	1.3 mm	$30^\circ$	5 mm

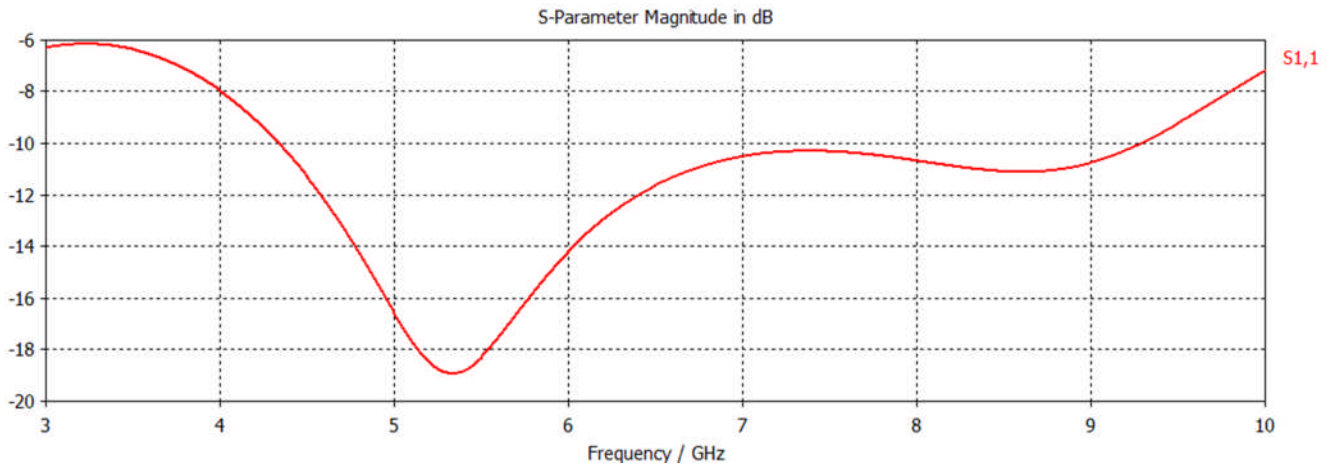
**Tableau III.4 :** Dimensions de l'antenne monopole à fentes et plans de masses repliés.

La structure de l'antenne monopole triangulaire à fentes et plans de masses repliés est représentée dans la figure III.11.

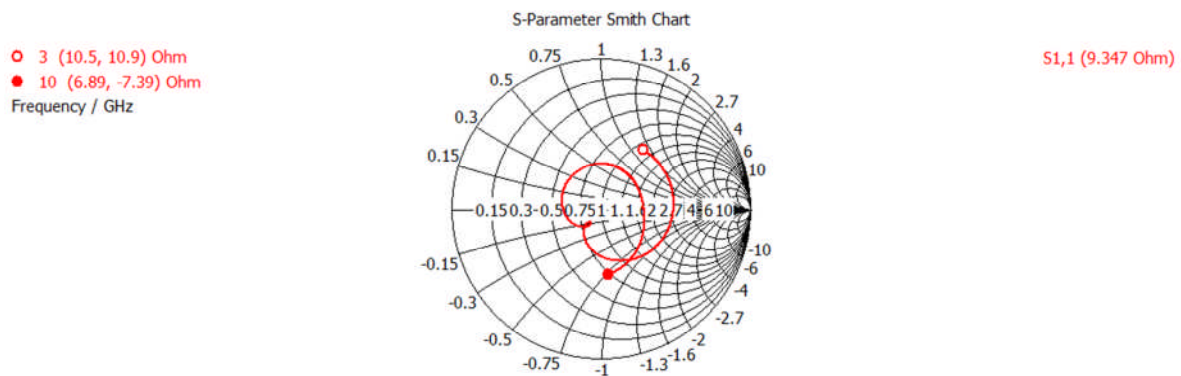


**Figure III.11:** Géométrie de l'antenne monopole triangulaire à fentes et plans de masses repliés et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.

Sur les figures III.12. ((a), (b)), on présente le coefficient de réflexion et lieux d'impédance d'entrée.



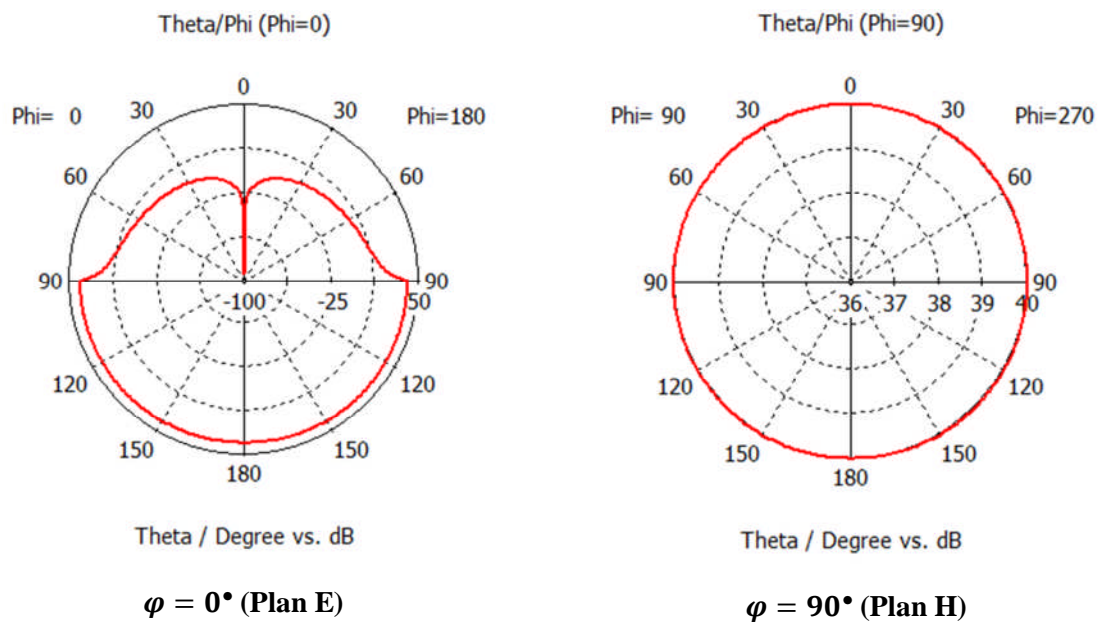
(a)



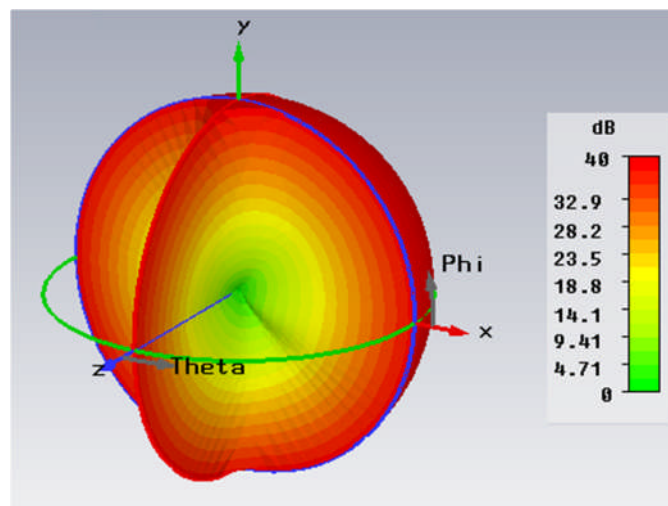
**Figure III.12.** (a) : Coefficient de réflexion.  
(b) : Lieux d'impédance d'entrée.

La conception de cette antenne par CST Microwave Studio présente une parfaite adaptation avec une très large bande passante de 4.27 GHz à 9.37 GHz. Ceci montre que cette structure trouve son application dans les technologies ULB. De même, nous avons tracé les lieux d'impédance d'entrée sur l'abaque de Smith qui sont présentés dans la figure III.12.(b).

Les diagrammes de rayonnements polaires en 2D pour les plans E, H et en 3D sont présentés par les figures III.12 ((c) et (d)) respectivement.



(c)



(d)

**Figure III.12.** (c) : Diagramme de rayonnement en 2D.  
 (d) : Diagramme de rayonnement en 3D.

Sur la figure III.12.(c), les diagrammes de rayonnements en 2D sont quasi-omnidirectionnel dans le plan E et omnidirectionnel dans le plan H. Ceux-ci sont vérifiés dans le diagramme de rayonnement en 3D présenté par la figure III.12.(d).

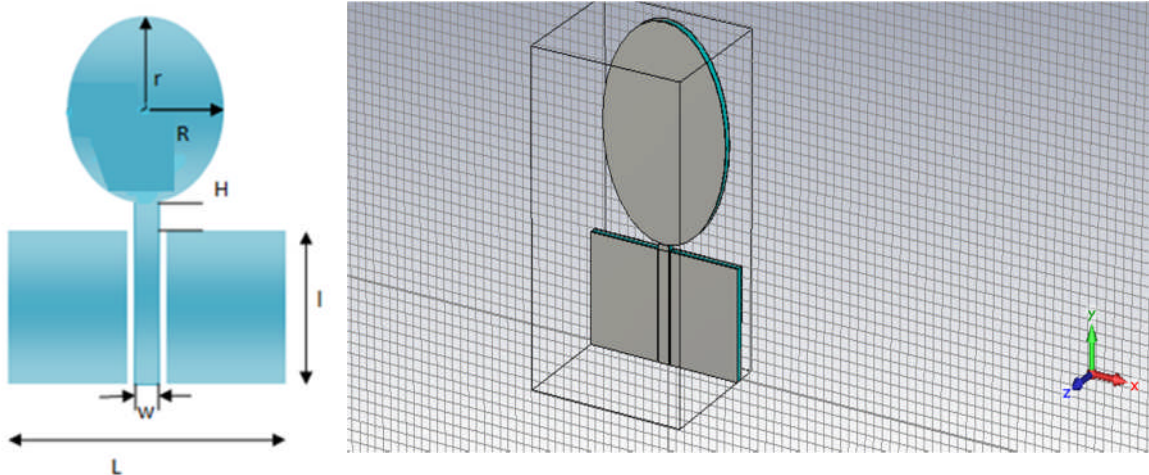
### III. 7. Etude d'un monopole elliptique alimenté par CPW

Une autre structure d'antenne a également fait l'objet de notre étude, elle est constituée d'un disque rayonnant alimenté par un guide d'onde coplanaire. Cette antenne est conçue sur le même substrat de type Epoxy que pour le monopole triangulaire et avec une épaisseur de 1.3 mm. Ses principales dimensions sont rassemblées sur le tableau III.5[14].

Ellipse			Guide d'onde coplanaire		
r	R	h	L	L	W
9.75mm	7.5mm	0.5mm	10 mm	18 mm	1.3 mm

**Tableau III.5** : Dimensions de l'antenne elliptique.

La structure de l'antenne monopole elliptique initiale et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio sont représentées par la figure III.13.



**Figure III.13**: Antenne monopole elliptique et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.

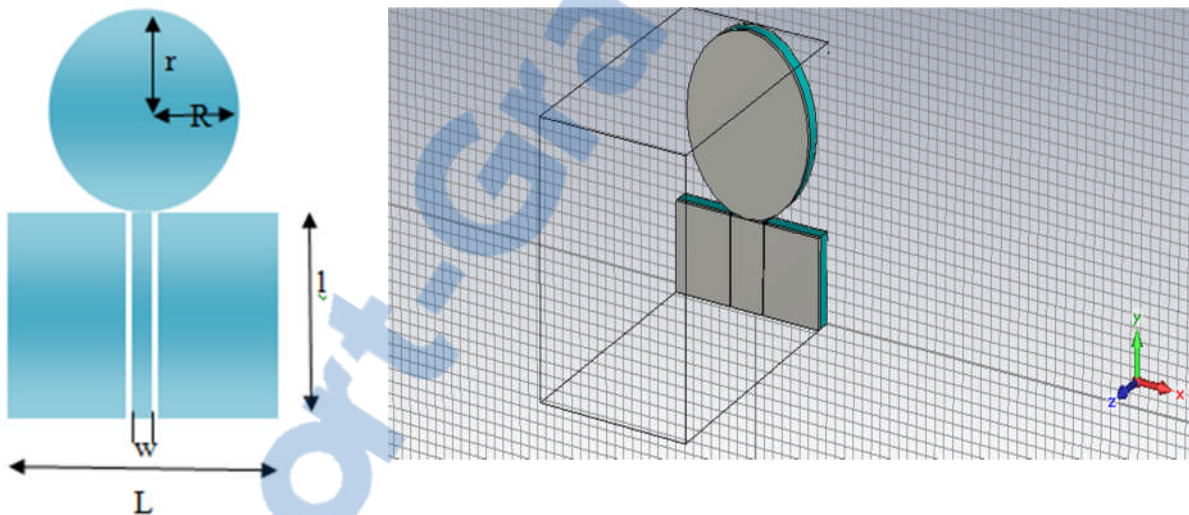
L'antenne initiale présente une bande passante étroite, on cherche alors à améliorer la bande de fonctionnement de cette antenne par la modification de certains paramètres qui donne une nouvelle géométrie d'antenne. Les dimensions de l'antenne modifiée sont regroupées dans le tableau III.6.



Ellipse			Guide d'onde coplanaire		
r	R	h	l	L	W
6.8 mm	7.1 mm	0 mm	7 mm	16 mm	3.6 mm

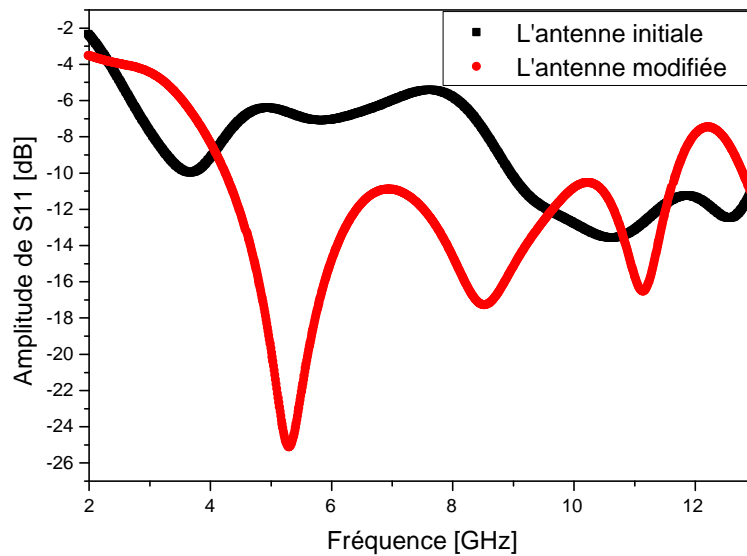
**Tableau III.6** : Dimensions de l'antenne elliptique modifiée.

La structure de l'antenne monopole elliptique modifiée et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio sont représentées par la figure III.14.



**Figure III.14**: Antenne monopole elliptique et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.

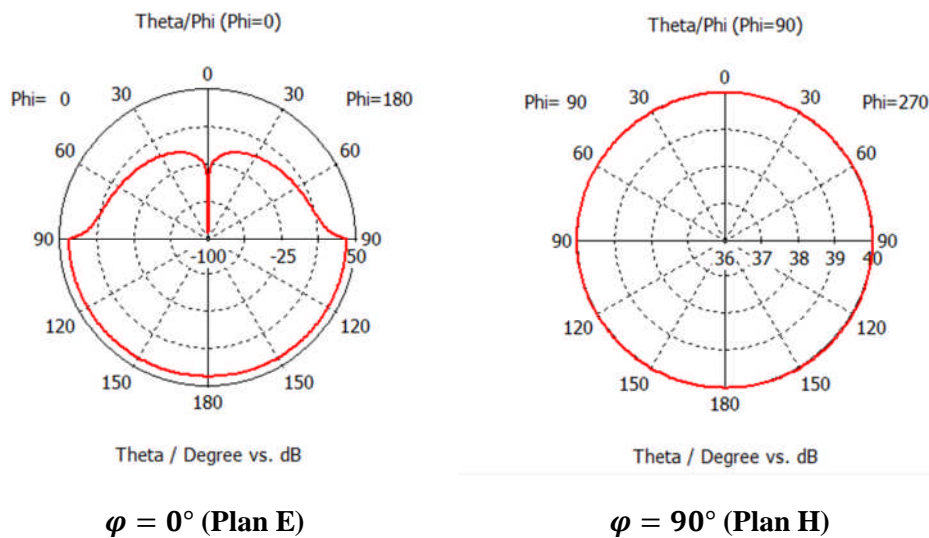
Sur la figure III.15.(a), on représente le coefficient de réflexion pour l'antenne initiale et l'antenne modifiée.



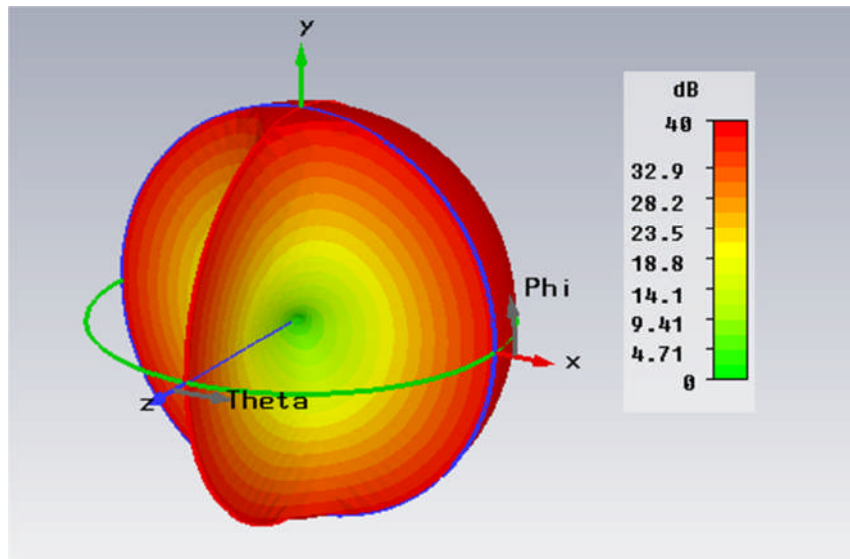
**Figure III.15: (a)** Coefficient de réflexion de l’antenne initiale et l’antenne modifiée.

Le coefficient de réflexion de l’antenne initiale montre que le fonctionnement de l’antenne n’est pas entièrement ULB. Pour cette raison, nous avons varié certaines dimensions dont les principales sont données par le tableau III.6. La conception de la structure modifiée engendre une amélioration de l’adaptation avec une très large bande passante de 4.2 GHz à 11.73 GHz.

Les diagrammes de rayonnements polaires en 2D et 3D de l’antenne modifiée sont présentés par les figures III.15. ((b) et (c)) respectivement.



**(b)**



(c)

**Figure III.15:** (b) : Diagramme de rayonnement en 2D.

(c) : Diagramme de rayonnement en 3D.

Pour les plans E et H, les diagrammes de rayonnements présentes un comportement quasi omnidirectionnel pour  $\varphi = 0^\circ$  et absolument omnidirectionnel pour  $\varphi = 90^\circ$ . La figure III.5.(c), montre le diagramme de rayonnement en 3D de l'antenne finale.

### III.8. Etude d'un monopole losange alimenté par CPW

L'élément de base de l'antenne est une bande conductrice de forme d'un losange, déposé sur un substrat diélectrique de constante diélectrique  $\epsilon_r = 4.4$  et d'épaisseur  $h=1.6\text{mm}$ , et alimenté par un guide d'onde coplanaire. Nous avons basé premièrement sur les dimensions présentées par le tableau III.7 [26]. Après les modifications effectuées sur l'antenne initiale selon les dimensions données par le tableau III.8, nous avons obtenu une antenne ultra large bande de 1.01 GHz à 10.75 GHz représentée par la figure III.16.

losange		Guide d'onde coplanaire			Plans de masse	
d	h	l	w	g	E1	E2
28 mm	12 mm	20.5mm	3.2mm	0.25mm	7.5 mm	5.75 mm

**Tableau III.7:** Dimensions de l'antenne monopole losange initiale.

losange		Guide d'onde coplanaire			Plans de masse		
d	h	l	w	G	E1	E2	E2
28 mm	13 mm	29.8mm	2 mm	0.33mm	3.1mm	5 mm	6 mm

Tableau III.8 : Dimensions de l'antenne monopole losange modifiée.

La structure de l'antenne monopole losange modifiée et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio sont représentées par la figure III.16.

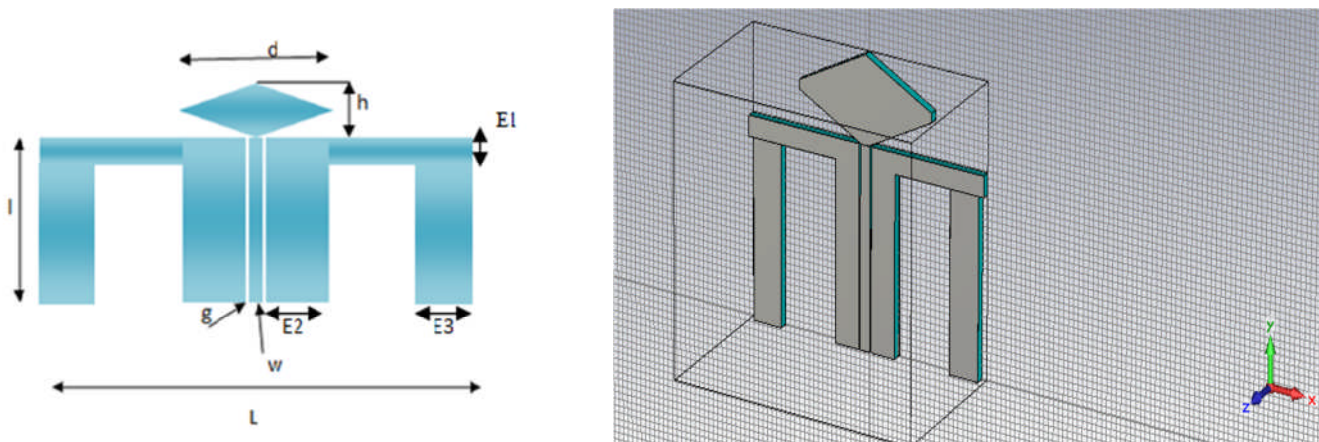
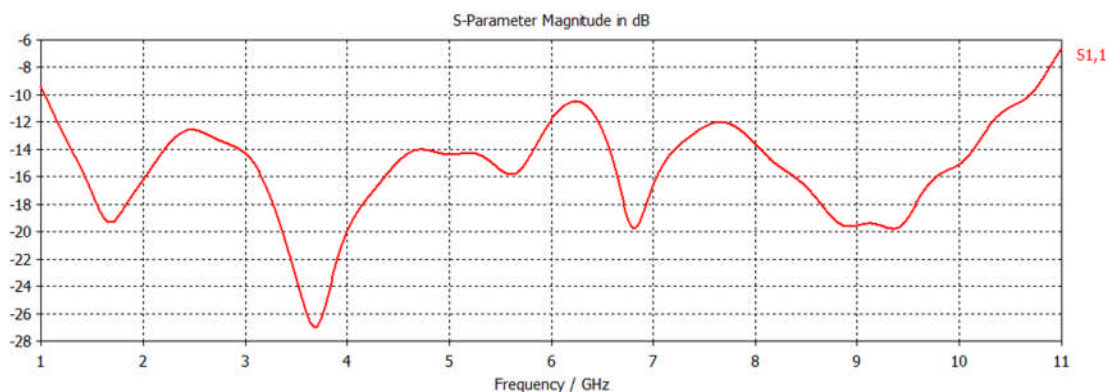
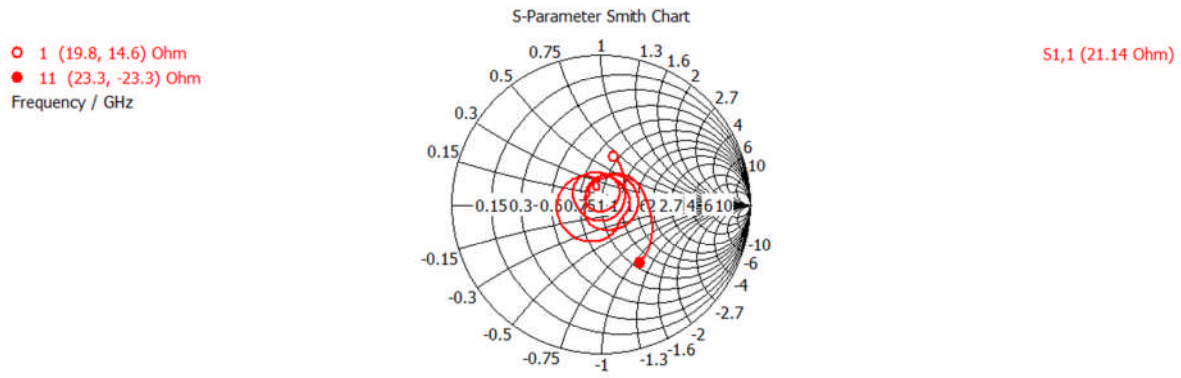


Figure III.16: Antenne monopole losange et sa structure dans le rédacteur de CST Microwave Studio.

Sur les figures III.17 ((a) et (b)), en présente respectivement le coefficient de réflexion et les lieux d'impédance d'entrée pour l'antenne initiale et l'antenne modifiée



(a)

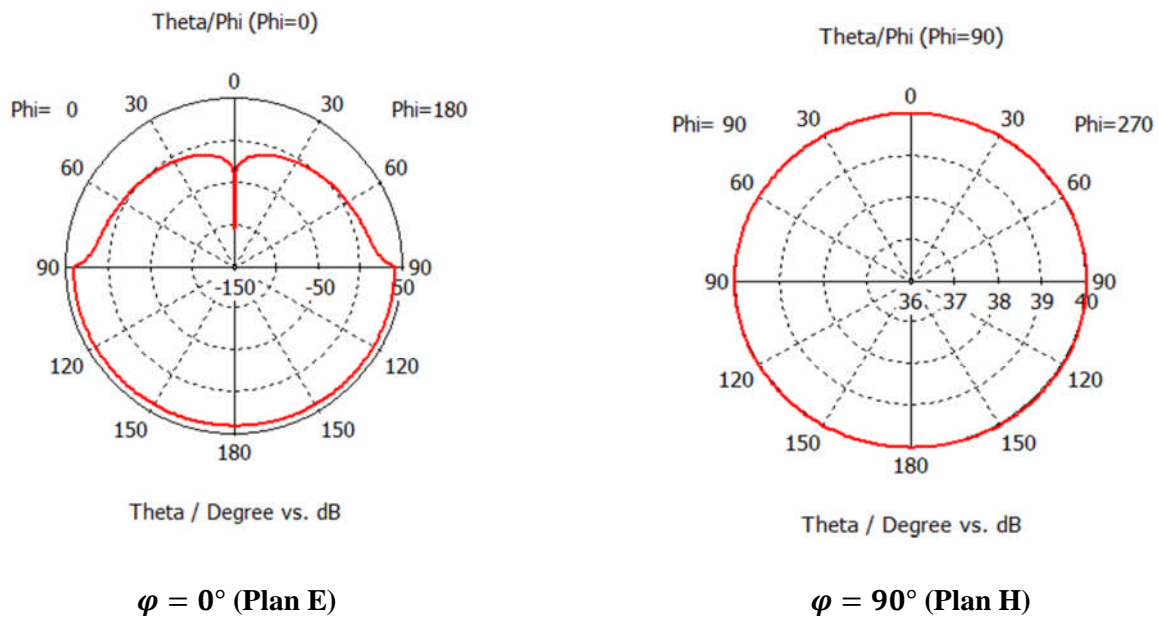


(b)

Figure III.17. (a) : Coefficient de réflexion.  
(b) : Lieux d'impédance d'entrée.

La conception de la nouvelle géométrie de l'antenne monopole par CST Microwave Studio présente une parfaite adaptation avec une très large bande passante de 1.01GHz à 10.75 GHz. Ceci montre que cette structure couvre la bande signal ULB. De même, nous avons tracé les lieux d'impédance d'entrée sur l'abaque de Smith qui sont présentés dans la figure III. 17(b).

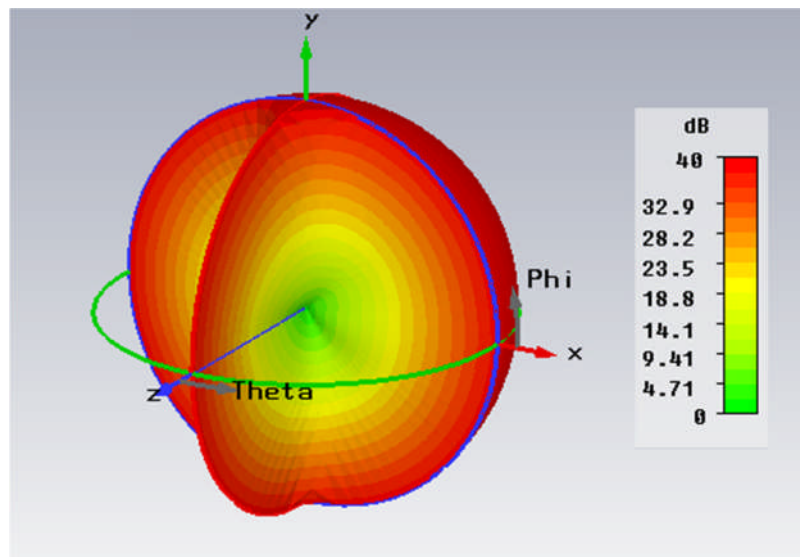
Les diagrammes de rayonnements polaires en 2D et 3D de l'antenne modifiée sont présentés par les figures III.17. ((c) et (d)) respectivement pour la fréquence 3.6 GHz.



$\varphi = 0^\circ$  (Plan E)

$\varphi = 90^\circ$  (Plan H)

(c)



(d)

**Figure III.17:** (c) : Diagramme de rayonnement en 2D.

(d) : Diagramme de rayonnement en 3D.

Pour les diagrammes de rayonnements, ils sont quasi omnidirectionnel dans le plan E et entièrement omnidirectionnel dans le plan H. La figure III.17.(d), montre le diagramme de rayonnement en 3D de l'antenne finale.

### III.9. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons étudié des antennes monopoles de formes différentes triangulaire, elliptique et losange adaptées aux systèmes de communications ULB.

La première structure est basée sur une antenne planaire sous forme d'un triangle simulée par le logiciel CST Microwave Studio. Différentes études ont été menées sur l'alimentation, l'élément rayonnant et les plans de masses en vue d'améliorer l'adaptation de l'antenne et d'avoir un fonctionnement Ultra Large Bande. L'insertion de fentes et le repliement des plans de masses latéraux de l'antenne précédent génèrent une augmentation importante de la largeur de bande passante de l'antenne proposée. De même la conception de deux autres antennes monopoles de formes elliptique et losange sont conçues et présentés.

# Conclusion général

Les travaux exposés dans ce mémoire de master s'inscrivent dans le domaine de la conception et de la caractérisation des antennes Ultra Large Bande fonctionnant entre 3.1 et 10.6 GHz.

Le domaine des communications impulsionnelles est plus particulièrement développé afin de mettre en lumière les intérêts d'utiliser des signaux ULB. Le principe des communications radio utilisant la technique de l'Ultra Large Bande est aujourd'hui bien connu et les nombreuses études sur le sujet ont permis de définir et de réaliser des circuits électroniques spécifiques à ces applications.

Nous avons présenté l'état de l'art des antennes Ultra Large Bande possédant des caractéristiques d'adaptation sur une très large bande de fréquence. Où nous sommes limités à l'étude des antennes les plus étudiées. Ainsi les antennes indépendantes de la fréquence sont adaptées sur une gamme de fréquence importante, leurs rayonnements assez directifs parfois en polarisation circulaire. A l'inverse les antennes à transition progressive ainsi que les antennes cornets sont polarisées linéairement et possèdent des centres de phase dont la position est peu dépendante de la fréquence et sont généralement assez directives. Les antennes omnidirectionnelles constituées le meilleur compromis du fait de leur rayonnement de type dipolaire, leurs dimensions raisonnables et la possibilité de les réaliser en technologie imprimée.

La conception d'une nouvelle structure d'antenne triangulaire alimentée par un guide d'onde coplanaire avec ses plans de masses latéraux par le logiciel CST Microwave Studio est présentée. L'étude paramétrique sur quelques paramètres de l'antenne principalement la ligne d'alimentation et les dimensions des plans de masses latéraux augmente la bande passante de l'antenne optimale. L'insertion d'une ouverture triangulaire inversée dans le triangle rayonnant et la découpe du patch triangulaire par une fente rectangulaire en plus le repliement des deux plans de masses latéraux a nettement amélioré la largeur de bande passante utilisée. La simulation de deux autres structures monopoles imprimées par CST Microwave Studio permet de mettre en évidence le signal Ultra large bande. Les résultats trouvés sont alors présentés et discutés.

A partir de ce travail plusieurs perspectives peuvent être envisagées : il serait très intéressant d'étendre l'étude à d'autres formes d'antennes monopoles simulées par d'autres logiciels de conception comme le HFSS et IE3D afin de présenter une comparaison entre ces différents logiciels employés.





# BIBLIOGRAPHIE

- 📖 [1] **Xavier Begaud**, « les antennes Ultra Large Bande », *collection télécom*, 2010.
- 📖 [2] **Terence W. Barrett**, « History of Ultra WideBand (UWB) Radar & Communications », *In Progress In Electromagnetics Symposium*, July 2000.
- 📖 [3] **R.J. Fontana**, « Recent System Applications of Short-Pulse Ultra-Wideband (UWB) Technology », *Microwave Theory and Techniques*, September 2004.
- 📖 [4] **J. R. Pierce, A. L. Hopper**, « Nonsynchronous time division with holding and with random sampling », *September*. 1952.
- 📖 [5] **G. F. Ross**, « Transmission and reception system for generating and receiving baseband duration pulse signals for short base-band pulse communication system », *July* 1973.
- 📖 [6] **M. K. Simon; B. K. Levitt; R. A. Scholtz R.A.; J. K. Omura**, « Spread spectrum Communications hand book » , 1994.
- 📖 [7] **M. Z. Win, F. Ramirez-Mireles, R. A. Scholtz, M. A. Barnes**, « Ultra-Wide Bandwidth (UWB) signal propagation for outdoor wireless communications », *Conference VTC 1997, May* 1997.
- 📖 [8] **P. H. Withington and L. Fullerton**, « An impulse radio communications system », *the International Conference. On Ultra-Wide Band, Short Pulse Electromagnetic*, October 1992.
- 📖 [9] **R. A. Scholtz**, « Multiple Access with Time-Hopping Impulse Radio », *the IEEE Milcom Conference, October*. 1993.

- [10] ET Docket No. 98-153, 65 Fed. Reg.37332, « Notice of Proposed Rule Making », June 14, 2000. See also, *Notice of Inquiry* in ET Docket No. 98-153, 63 Fed. Reg. 50184, September 21, 1998.
- [11] ET Docket No. 98-153, « Revision of Part 15 of the Comission's Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission Systems, Federal Communications Commission », Adopted February 14,2002, Released April 22, 2002
- [12] **Laurence BABOUR**, « étude et conception d'antennes ultra large bande miniaturisées en impulsionnel » *thèse de doctorat, institut polytechnique de Grenoble, mai 2009.*
- [13] **D. ZIANI KARARTI** « étude et conception d'antenne ultra large bande » *thèse magister, université ABOU BAKR BELKAID-Tlemcen, 2011*
- [14] **N. FARTINO** « conception et caractérisation d'antenne imprimées pour les systèmes ULB impulsionnels » *thèse de doctorat, université de Nice-Sophia Antipolis, 2006*
- [15] **Serge Héthuim** « Terminal grand public à interfaces radio multiples – fonctionnalités d'un module UWB intégré » *Union Radio Scientifique Internationale, Académie des sciences, Paris, 2006*
- [16] **C.Ulysse, A Meraj, A. Gaugue, C. Ietrou, A. Kreisler**, « Antenne planaire log-périodique très large bande (4-160 GHz) » *16<sup>ème</sup> colloque International Optique Hertzienne et Diélectrique, 2001*
- [17] **H.G.Schantz**, « A Brief history of UWB Antennas » *IEEE UWBST conference, 2003.*
- [18] **J. Kim, S.O.Park**, « novel Ultra Wideband discône antenna » *microwave and optical Technology letters, Vol. 42, N°2, 2004*
- [19] **X. Qing, Z.N. Chen, M.Y.W. Chia**, « UWB characteristics of disc cone antenna », *IEEE international workshop on antenna technology,2005*
- [20] **J.Roger**, « Antennes technique Traité d'électronique E3284 », *Technique de l'Ingénieur*
- [21] **M. D. O. M. B ET J. E. B. Allen**, « Ultra Wide band Antennas and Propagation for Communications, Radar and Imaging »,2007
- [22] **J. A. N. Noronha et al**, « Designing antennas for UWB systems » *microwaves and RF, June 2003.*
- [23] **E. Guillanton**, « étude d'un système d'imagerie multistatique-multifréquence pour la reconstruction d'objets enfouis», *thèse de doctorat, 2000*

- 📖 [24] **O. M. W. G. H. Brown**, « experimentally determined radiation characteristics of conical and triangular antennas », 1952
- 📖 [25] **N. Fortino, G. Kossiavas, JY. Dauvignac, R. Staraj, C. Delaveaud, J. Keignart** « caractérisation en mode impulsionnel de nouvelles antennes imprimées Ultra Large Bande » 14<sup>èmes</sup> Journées Nationales Microondes, 2005
- 📖 [26] **R. KABBAB** « Conception d'antennes Ultra Large Bande en technologie imprimée » thèse magister, université ABOU BAKR BELKAID-Tlemcen, 2010

Rapport-Gratuit.com

## ***Résumé***

La technologie Ultra Large Bande exige des largeurs de bande de fonctionnement jusqu' à 100% plus grandes que la fréquence centrale de la bande passante. La transmission et la réception réussies d'une impulsion ultra large bande occupe le spectre entier de 3,1 à 10,6 GHz.

L'objectif de ce mémoire est initialement la conception des antennes monopoles planaires possédant une très large bande passante avec un profil physiquement compact et planaire s'approche du modèle de rayonnement omnidirectionnel.

Les antennes monopoles de formes de patches triangulaire, elliptique et losange qui sont alimentées par un guide d'onde coplanaire ont été simulées à l'aide du logiciel CST MicrowaveStudio. L'influence des différents éléments constituant l'antenne triangulaire est également faite. Les résultats de simulation obtenus sont présentés et discutés.

**Mots clés :** Antenne ultra large bande, Antenne monopole triangulaire, Antenne monopole elliptique, Antenne monopole losange, CST Microwave Studio, Adaptation, Résultats Radioélectriques.

## ***Abstract***

Ultra Wideband technology requires operating bandwidths up to 100% greater than the center frequency of the bandwidth.

The successful transmission and reception of an ultra wideband impulse that occupies the entire spectrum from 3.1 to 10.6 GHz. The objective of this memory is initially the design of the planar monopole antennas having a very broad bandwidth with a physically compact profile and Planar approaches the omnidirectional radiation pattern.

The monopole antennas of triangular, elliptical and diamond patches forms which are fed by a coplanar waveguide were simulated using CST Microwave Studio software. The influence of the various elements constituting the triangular antenna is also made. The simulation results are presented and discussed.

**Key words:** Ultra wideband antenna, Triangular monopole antenna, elliptical monopole antenna, diamond monopole antenna, CST Microwave Studio, Adaptation, Radioelectric results.