



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Filière : télécommunications
Spécialité : réseaux et télécommunications

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Mallem Fatima Zohra

Le : lundi 25 juin 2018

Etude et conception d'antennes micro- rubans compactes pour les systèmes de communication ULB (UWB)

Jury :

Mr	BENAKCHA Abdelhamid	Pr	Université de Biskra	Président
Mme	HAMAIZIA Zahra	MCA	Université de Biskra	Encadreur
Mme	FEDIAS Mariem	MCA	Université de Biskra	Examineur



Etude et conception d'antennes micro-rubans compactes pour les systèmes de communication ULB (UWB)

Proposé par : MALLEM Fatima Zohra

Dirigé par : HAMAIZIA Zahra

RESUMES (Français, Arabe)

Depuis quelques années, les télécommunications ont notamment connu un développement remarquable grâce à nos besoins accrus à ces technologies. Il est devenu nécessaire de trouver des solutions qui répondent à toutes les exigences de la technologie ULB qui sont maintenant utilisées dans de nombreux domaines, y compris le radar et la localisation ULB. Comme les systèmes sont à large bande, ils interfèrent avec les systèmes sans fil actuels tels que WiMAX, WLAN,...

Dans le cadre de notre thèse, nous avons proposé une antenne à large bande passante répondant aux exigences de la technologie ULB. C'est une forme rectangulaire miniature avec une fente de forme circulaire, où chaque fois nous changeons certaines propriétés afin d'obtenir des résultats qui correspondent aux résultats souhaités. Pour simuler cette antenne, nous avons utilisé logiciel de simulation électromagnétique 3D HFSS, pour déterminer les paramètres hyperfréquences (la bande passante, le gain, le diagramme de rayonnement, etc...).

Mots-clés : ULB, antenne, antenne à large bande, antenne miniature.

منذ السنوات الاخيرة شهدت الاتصالات السلكية واللاسلكية على وجه الخصوص تطور ملحوظ مع زيادة الاحتياجات لها. فانه اصبح من الضروري ايجاد و بما انها انظمة النطاق الترددي عالية ULB اصبحت اليوم تستخدم في العديد من المجالات منها الرادار، موقع ULB حلول تلبي جميع المتطلبات تكنولوجيا
..... WiMAX , WLAN الاتساع فإنها تتداخل مع انظمة الاتصالات اللاسلكية الحالية مثل

وهو عبارة عن شكل مستطيلي مصغر ذو ورقة دائرية ULB في اطار أطروحتنا اقترحنا هوائي ذو نطاق ترددي عالي الاتساع يلبي متطلبات تكنولوجيا الشكل حيث قمنا في كل مرة التغيير في بعض الخصائص منه لأجل الحصول على نتائج تتوافق مع النتائج المطلوبة. و لأداء محاكاة هذا الهوائي قمنا باستخدام لتحديد خصائص الميكروويف (عرض النطاق الترددي ، مخطط الاشعاع و الربح ، الخ ...) HFSS برنامج المحاكاة الكهرومغناطيسية

. ، هوائي، هوائي ذو النطاق الترددي عالي الاتساع هوائي مصغر : ULB الكلمات الرئيسية

À mon très cher père, et

*Ma très chère mère pour son amour et ses
encouragements.*

À mes très chères sœurs, et à ma belle sœur.

À mon frère et mon beau frère.

À toute ma famille et mes amis.

Remerciement

Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme de Master en électronique option Réseaux et Télécommunication de université Mohamed khider Biskra – faculté science et technologie – département génie électrique. Sous la direction du docteur **HAMAIZIA Zahra** enseignante à l'université de Biskra.

Tout d'abord, je remercie **ALLAH**, le tout puissant sans sa volonté rien n'est possible, qui m'a donné de l'aide, du courage et de la patience afin de réaliser ce travail.

J'adresse mes plus vifs remerciements à mon encadreur Dr **HAMAIZIA Zahra**, pour m'avoir dirigé et guidé tout le long de ce travail. Ses conseils et remarques constructifs étaient très bénéfiques pour mon travail. Son soutien permanent ainsi que sa disponibilité pour l'achèvement de ce travail m'ont été très favorables.

Je remercie très sincèrement, monsieur le Professeur **BENAKCHA Abdelhamid**, de l'université de Biskra, de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.

Je remercie également Mme **ABDESSELAM Salim** pour l'intérêt qu'elle a porté à mon travail en acceptant de l'examiner.

En fin, il me serait impossible de terminer ces remerciements sans adresser une pensée chaleureuse à toute ma famille et plus particulièrement à qui n'a cessé de m'encourager et à qui je dédie ce mémoire.

Liste des figures

Figure 1.1 : Propagation par trajets multiples.	07
Figure 1.2 : Masques d'émission des signaux UWB autorisés en Europe (ECC) et aux Etats-Unis (FCC)	09
Figure 1.3 : Un schéma général de l'émetteur UWB	11
Figure 1.4 : Un schéma général du récepteur UWB	12
Figure 1.5 : Attribution de fréquence pour l'ULB et d'autres systèmes existants sans fils	13
Figure 1.6 : Principe de la base des systèmes ULB multi-bande	14
Figure 1.7 : Comparaison en temporel et fréquentiel d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB	15
Figure 1.8 : Comparaison entre la DSP d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB	16
Figure 2.1 : Principe de transmission par onde électromagnétique	19
Figure 2.2 : Diagramme de rayonnement classique d'une antenne directive	22
Figure 2.3 : Représentation de quelques antennes filaires	24
Figure 2.4 : Structure de l'antenne micro-ruban	25
Figure 2.5 : Antennes micro bandes	26
Figure 2.6 : Antennes à réflecteurs	26
Figure 2.7 : Antennes à ouvertures	27
Figure 2.8 : Schéma de la sphère équivalente d'une antenne	31
Figure 2.9 : Évolution des téléphones portables au cours de ces 20 dernières années	31
Figure 2.10 : Représentation des pertes dans l'antenne	32
Figure 2.11 : Allongement du trajet des courants par ajout de fentes.....	34

Figure 2.12 : Antennes repliées volumique a) sphérique, b) spiral, c) méandre, d) multicouches et e) leurs performances	35
Figure 2.13 : Variation du facteur de miniaturisation en fonction de l'épaisseur du substrat	36
Figure 3.1 : Le Processus de HFSS	40
Figure 3.2 : l'antenne conventionnelle choisie.....	41
Figure 3.3 Le coefficient de réflexion S_{11} du patch simulé.	42
Figure 3.4 Le diagramme de rayonnement du gain en 3D pour la fréquence 4.6 GHz	42
Figure 3.5 Le diagramme de rayonnement du gain en D pour (plan E $\phi = 90^\circ$, plan H 0°) en coordonnées polaire. pour la fréquence 4.6 GHz.....	43
Figure 3.6 Diagramme de rayonnement du gain en 2D (le plan E) en coordonnées.....	43
Figure 3.7 antenne conventionnelle avec un plan de masse partiel $L_g=12$ mm.....	44
Figure 3.8 Le coefficient de réflexion S_{11} du patch simulé avec un plan de masse partiel.....	45
Figure 3.9 Le diagramme de rayonnement en 3D.....	45
Figure 3.10 Le diagramme de rayonnement du gain en 2D pour (plan E $\phi = 90^\circ$, plan H 0°) en coordonnées polaire. pour la fréquence 4.6 GHz.....	46
Figure 3.11 : L'antenne simulée à fente circulaire.....	47
Figure 3.12 Le coefficient de réflexion S_{11} du patch simulé à fente circulaire.....	47
Figure 3.13 Le diagramme de rayonnement en 3D.....	48
Figure 3.14 Le diagramme de rayonnement du gain en 2D ($\phi=90^\circ$ et 0°).....	48
Figure 3.15 : L'antenne micro ruban à structure coplanaire et à fente.....	50
Figure 3.16 Le paramètre S_{11} en fonction de fréquence.....	50
Figure 3.17 le diagramme de rayonnement en 3D.....	51
Figure 3.18 Le diagramme de rayonnement en 2D ($\phi=90^\circ$ et 0°).....	51
Figure 3.19 L'antenne rectangulaire coplanaire avec slot et réflecteur	52
Figure 3.20 Le paramètre S_{11} en fonction de fréquence.....	53
Figure 3.21 le diagramme de rayonnement en 3D pour la fréquence 6 GHz.....	53
Figure 3.22 Le diagramme de rayonnement en 2D ($\phi=90^\circ$ et 0°) pour la fréquence 6 GHz..	54

Liste des tableaux

Tableau 1.1: Réglementations FCC aux États-Unis: limites de la PSD pour les applications intérieures	05
Tableau 3.1 Les paramètres caractéristiques de l'antenne conventionnelle	44
Tableau 3.2 Les paramètres caractéristiques de l'antenne avec un plan de masse partiel	46
Tableau 3.3 Les paramètres caractéristiques de l'antenne avec fente.....	49
Tableau 3.4 Les paramètres caractéristiques de l'antenne avec fente.....	52
Tableau 3.5 Les paramètres caractéristiques de l'antenne +réflecteur.....	54
Tableau 3.6 : Comparaison des paramètres caractéristiques des structures d'antenne simulés...	55

Liste des abréviations

AEP: antenne électrique petit

BS: station de base

CEM : compatibilité du Champ électromagnétique

DoD : Département of Défense

DS-UWB: Direct Sequence Ultra-Wideband

DSP : Densité Spectrale de Puissance

DVD : Digital Vidéo Disk

ECC : Européen Communication Commission

EIRP : La puissance rayonnée isotrope efficace

FCC : Fédéral Communications Commission

GPR: Ground Penetrating Radar

HF: Haute fréquence

HFSS: High Frequency Structure Simulator

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

IR: Impulse Radio

LAN: local area network

LPD : faible probabilité de détection

LPI: faible probabilité d'interception

MB-OFDM: Multiband Orthogonal Frequency Division Multiplexing

MU : unite mobile

PDA : Personnel Digital Assistant

RF: Radio Fréquence

RFID: Radio Frequency Identification

ULB: ultra large bande

UWB: ultra wide bande

UHF: Ultra Haute Fréquence

VHF: Very High Frequency

WiFi: Wireless Fidelity

WLAN: Wireless Local Area Network

Dédicace	
Remercîment	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

Sommaire

Introduction générale	01
Chapitre 01 : La technologie Ultra Large Bande	
1.1 Introduction	03
1.2 Historique	03
1.3 Définition	04
1.4 Les avantages de la technologie d'ULB	05
1.5 Les inconvénients d'ULB	06
1.6 Les caractéristiques générales d'ULB	06
1.6.1 Faible susceptibilité à l'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples	06
1.6.2 Une faible densité spectrale de puissance	07
1.6.3 Sécurité de communication	07
1.6.4 Simplicité relative de système	08
1.6.5 Propriétés de pénétration	08
1.6.6 Une forte robustesse face aux évanouissements	08
1.6.7 Faible cout et maintenance	09
1.7 Développement de la technologie ultra large bande	09
1.7.1 Avantages potentiels	09
1.7.2 Préoccupation potentiels	10
1.8 La communication de l'ultra large bande	10
1.8.1 Transmetteur ULB	10
1.8.2 Récepteur ULB	11
1.9 Les systèmes ultra large bande	12
1.9.1 Systèmes ULB multi bande (MB-OFDM)	13
1.9.2 Systèmes ULB impulsionnelles (IR-ULB)	14

1.10 Comparaison entre système ULB et système étroite	15
1.11 Les application de l'ULB	16
1.11.1 ULB pour la communication	16
1.11.2 Localisation UWB	17
1.11.3 Application médicale	17
1.11.3.a Dispositifs sans fil sans contact	17
1.11.3.b Radar ULB	17
1.11.3.c Télésurveillance contenue	18
1.12 Conclusion	18

Chapitre 02 : Généralité sur les antenne ultra large bande et miniatures

2.1 Introduction	19
2.2 Généralité sur les antennes	19
2.2.1 Définition	19
2.2.2 Les paramètres d'antenne	20
2.2.2.a L'impédance	20
2.2.2.b Coefficient de réflexion	21
2.2.2.c Polarisation de l'antenne	21
2.2.2.d Diagramme de rayonnement	21
2.2.2.e La bande passante	23
2.2.2.f Directivité et gain	23
2.2.3 Les différents types d'antennes	23
2.2.3.a Antennes filaires	24
2.2.3.b Antennes Microstrip	25
2.2.3.c Réseaux d'antenne	26

2.2.3.d Antennes à réflecteurs	26
2.2.3.e Antennes à ouvertures	27
2.3 Les antenne ultra large bande	27
2.3.1 Définition	27
2.3.2 Classification d'antenne ultra large bande	28
2.3.2.a Antenne Independent de la fréquence	28
2.3.2.b Antennes omnidirectionnelles	28
2.3.2.c Les antennes élémentaires	28
2.3.3 Antenne ULB idéal	29
2.3.4 Technique d'élargissement de la bande passante	29
2.4 Généralité sur la miniaturisation d'antenne	30
2.4.1 Introduction et définition	30
2.4.2 Les paramètres et les limites fondamentales de l'AEP	32
2.4.2.a Efficacité rayonnée	32
2.4.2.b La directivité	33
2.4.2.c Facteur de Qualité	33
2.4.2.d Facteur de miniaturisation	33
2.4.3 Technique de miniaturisation	34
2.4.3.a Ajout de fentes	34
2.4.3.b modification de la géométrie	35
2.4.3.c utilisation de matériaux	35

2.4.3. c.1 Utilisation de matériaux diélectriques.....	36
2.4.3. c.2 utilisation de matériaux magnétique.....	37
2.4.4 Techniques innovantes	37
2.4.4 Conclusion	38

Chapitre 03 Conception et simulation d'une antenne Ultra Large Bande

3.1 Introduction	39
3.2 Logiciel HFSS (High Frequency Structure Simulator)	39
3.3 Le processus du logiciel HFSS	40
3.4 Etude et simulation d'un patch ULB	41
3.4.1 Simulation d'une antenne conventionnelle	41
3.4.1.a Le coefficient de réflexion	42
3.4.1.b Le diagramme de rayonnement	42
3.4.2 Simulation d'une antenne rectangulaire avec modification du plan de masse	44
3.4.2.a Le coefficient de réflexion	45
2.4.2.b Le diagramme de rayonnement	45
2.4.3 Simulation d'une antenne rectangulaire avec fente	46
2.4.3.a Le coefficient de réflexion	47
2.4.3. b Le diagramme de rayonnement	48
3.4.4 Antenne rectangulaire coplanaire avec slot	49
3.4.4. a Le coefficient de réflexion	50
3.4.4. b Le diagramme de rayonnement	51
3.4.5 Antenne rectangulaire coplanaire avec slot et réflecteur	52
3.4.5. a Le coefficient de réflexion	53
3.4.5. b Le diagramme de rayonnement	53
3.5 Récapitulation et interprétation des résultats	55

3.5.1 Tableau de comparaison.....	55
3.5.2 Interprétation des résultants	55
3.6 Conclusion	56
Conclusion générale	58
Bibliographie	
Annexe	

Introduction générale

Introduction générale

Le domaine des télécommunications est en perpétuelle évolution. Ses axes d'investigation sont principalement motivés par un besoin grandissant en termes de débit de données mais restent freinés par un spectre des fréquences de plus en plus occupé.

Depuis le début des années 1990, une technologie particulièrement novatrice se développe l'Ultra Large Bande (ULB). Son principe consiste à générer une impulsion électromagnétique de très courte durée, inférieure ou égale à la nanoseconde, d'allure temporelle maîtrisée, et couvrant une très large bande de fréquences, de plusieurs Gigahertz.

Dans ce contexte, l'utilisation de signaux ultra large bande pour transmettre l'information semble une alternative très prometteuse. Cette technologie basée originalement sur la modulation de très brèves impulsions permet l'émission de grands volumes de données tout en conservant une très faible densité spectrale de puissance.

Son utilisation dans de nombreux laboratoires et industries, dans des domaines tels que le radar et la géo localisation a permis en outre de valider sa faisabilité et d'acquérir des compétences et du savoir-faire [1].

Actuellement les systèmes de communication sans fil fonctionnent principalement dans les bande de fréquences autour de 1 GHz, 2GHz, 2.4 GHz et 5GHz. compte tenu du nombre croissant de ce type de système. Ces bandes de fréquences commencent à être saturées et il devient difficile d'y intégrer de nouveaux systèmes. Une solution envisagée est l'ultra large bande (ULB). Ce type de système se distingue de celui systèmes radio à bande ultra large (ULB) par sa largeur de bande de fréquence. Il peut alors coexister sans interférence avec d'autres systèmes car sa densité spectrale de puissance est plus faible [2].

Les antennes constituent des éléments essentiels dans la chaîne de communication radio, situés à l'interface entre les signaux véhiculés dans l'électronique de l'émetteur ou du récepteur et le milieu de propagation. Toutefois de nombreuses technologies d'antennes existent et répondent à la plupart des besoins pour les communications en bande étroite ou modérée. En très large bande se posent des problèmes nouveaux, liés aux fondements de l'électromagnétisme qui constituent des limitations en terme de bande passante, de réponse impulsionnelle, de taille ou de rendement. Celles-ci peuvent contribuer à dégrader les performances du système radio, d'autant qu'elles apparaîtront en regard de contraintes techniques ou économiques imposées à ces systèmes. Ainsi un enjeu majeur des

communications ultra large bande (ULB) concerne des terminaux de petite ou très petite dimension, destinés à de courtes portées radio et en association à des capteurs ou des réseaux de transfert d'informations dans un contexte domestique, multimédia ou professionnel. La faible consommation (donc le rendement), la facilité d'intégration, et surtout le coût sont des aspects essentiels qui sont peu compatibles avec la performance [3].

L'objectif de ce travail est d'étudier, modéliser et de concevoir une antenne patch ultra large bande (ULB) miniature en utilisant un logiciel électromagnétique 3D HFSS (High Frequency Software Simulation).

Le présent mémoire traite trois principaux chapitres dont les contenus sont les suivants. Après une introduction générale, le premier chapitre de ce mémoire propose les fondamentaux de la technologie ultra large bande (en anglais : ultra Wideband) , tel que on parlera d'abord sur l 'historique de la technologie ULB , ensuite on représentera la définition d' ULB, ses avantages et ses inconvénients , et les communication d'ULB , les intérêts d'ULB. Finalement, on exposera les caractéristiques et les différents types d'application de cette technologie.

Le deuxième chapitre sera consacré à une description générale des antennes, leurs propriétés, leurs caractéristiques, leurs types (les antennes à ouverture, les antennes filaires, les antennes à réflecteurs et les antennes microstrip ...etc. Ensuite on présentera les antennes ULB, leur classification, les antennes ULB idéal et la miniaturisation d'antenne, Les paramètres et les limites fondamentales de l'AEP, les techniques de miniaturisation et les avantages et les inconvénients de ces techniques seront aussi détaillés dans ce chapitre.

Le troisième sera consacré à la conception et le développement d'une structure d'antennes ULB. On présentera l'interprétation des résultats de simulation en utilisant le logiciel de simulation électromagnétique 3D HFSS.

On finalisera ce mémoire par une conclusion générale.

Chapitre 1 :
La technologie Ultra Large
Bande

1.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous étudierons des généralités sur la technologie Ultra Large Bande (ULB) tel que est une technologie de transmission radio qui consiste à utiliser des signaux dont le spectre s'étale sur une large bande de fréquences, et il distingue des systèmes traditionnels par différents atouts majeurs. D'une part, la largeur de bande occupée instantanément par le signal UWB conduit à une résolution temporelle très fine permettant d'envisager des applications de localisation et de communications basses ou hauts débits au sein d'un même appareil. Nous présentons d'abord quelques bases comme l'historique et les systèmes de communication de cette technologie, et les applications qu'utilise cette technique.

1.2 Historique

Le terme ultra large bande a été inventé à la fin des années 1980, apparemment par le ministère de la Défense des États-Unis, et la technologie réelle derrière UWB a été connue par de nombreux autres noms tout au long de son histoire, y compris la communication en bande de base, la communication sans porteuse, la radio impulsive, communication de large bande passante relative, communication non sinusoïdale, fonctions orthogonales, théorie de la séquence, domaine temporel, transmission d'impulsions vidéo, et Walsh signe une communication [4].

En 1989 le terme ULB a probablement été introduit par le département de la défense (DoD) des États-Unis, alors que les formes d'ondes par impulsions étaient déjà utilisées depuis plus de quarante ans. L'auteur de qualifie même ce terme d'inapproprié (à misnomer). Ceci peut permettre d'expliquer en partie la difficulté pour la Fédéral Communications Commission (FCC) de statuer sur une définition de l'UWB

En 1994 de nombreux travaux ont été financés par le gouvernement américain sous le couvert de la confidentialité. Depuis lors, l'étude des systèmes de transmissions par impulsions tant dans le monde industriel qu'académique a fait l'objet de nombreuses publications. Le premier article décrivant cette solution, connue sous le nom d'Impulse Radio (IR), est dû à P. Withington et Fullerton en 1992. Appartenant à deux sociétés différentes, P. Withington (Pulson Communications) et L. Fullerton (Time-Domain Systems, Inc), travaillent à la réalisation d'une puce permettant la mise en œuvre de ce type de système. Ils fonderont

en 1996 la société Time Domain qui propose sur le marché des modems IR à base de puces nommées PulsON [5].

Le 14 février 2002, une décision de la FCC sort brusquement l'ULB du cadre universitaire pour lui ouvrir des perspectives industrielles. Aux États-Unis, il est désormais possible d'utiliser sans licence la bande [3,1 – 10,6 GHz] avec une puissance maximale de -41.3 dBm/MHz, soit 0.5 mW au total. Dans ces conditions, le calcul de la borne de Shannon pour des modèles de propagation courte distance montre qu'il est théoriquement possible d'atteindre des débits de 10 Gbit/s à 4 m.

Le groupe de travail IEEE 802.15.3 a entamé en mars 2003 la standardisation de réseaux personnels ULB supportant un débit de 480 Mbit/s. Mais faute de pouvoir se départager, les deux principaux compétiteurs, l'alliance WIMEDIA-MBOA et la société FREESCALE, défendant respectivement une solution Multi-Bande OFDM et DS-UWB, décident de dissoudre le groupe en janvier 2006, entérinant l'échec de ce processus. Ceci montre combien la problématique de l'ULB est encore loin d'être éclaircie [6].

1.3 Définition

En février 2002, la FCC définit l'ultra large bande est : Un signal est dit ultra large bande si :

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

$$BP_{\text{relative}} = 2 * \frac{F_h - F_l}{F_h + F_l} > 0.2 \quad (1.1)$$

Ou

$$BP = \frac{F_h - F_l}{F_c} \quad (1.2)$$

$$\text{Avec } F_c = \frac{F_h + F_l}{2}$$

Où F_h et F_l désignent respectivement les fréquences limites basses et hautes du spectre de signal, fréquences prises à -10 dB, et le F_c est la fréquence centrale.

Frequency range GHz	PSD dBm/MHz
Below 0.96	-41.3
0.96-1.61	-75.3
1.61-1.99	-53.3
1.99-3.1	-51.3
3.1-10.6	-41.3
>10.6	-51.3

Tableau 1.1 : Réglementations FCC aux États-Unis: limites de la PSD pour les applications intérieures.

La plupart des concepteurs de systèmes ULB adoptent une autre définition, à savoir une bande passante – 10 dB supérieure à 1.5 GHz (ou une bande passante fractionnelle supérieure à 0.25 par rapport à la fréquence centrale du système) [7,8].

1.4 Les Avantages de la technologie d’ULB

Les avantages des systèmes UWB sont nombreux, on cite

- il introduit l'utilisation non autorisée d'un spectre extrêmement large bande.
- UWB (radio à impulsions et multi porteuse) offre également une grande flexibilité d'utilisation du spectre. Ce système est caractérisé en fait par une variété de paramètres qui peuvent permettre la conception d'émetteurs-récepteurs adaptatifs et qui peuvent être utilisés pour optimiser les performances du système en fonction du débit, de la portée, de la puissance, de la qualité de service et préférence de l'utilisateur. La technologie UWB est susceptible de fournir des données élevées
Bande passante fractionnaire = $2 \cdot (F_h - F_l) = (F_h + F_l)$.
- Taux (de l'ordre de 1 Gbps) sur très courte portée (moins de 1 m).
- Le débit de données peut, cependant, être facilement échangé pour extension dans la gamme en concevant des émetteurs-récepteurs adaptatifs appropriés.

- La haute résolution temporelle des signaux UWB se traduit par de faibles marges d'évanouissement, ce qui implique une robustesse contre les trajets multiples.
- Comme les signaux UWB couvrent une très large gamme de fréquences (jusqu'à des fréquences très basses), ils présentent des pertes de pénétration de matériau relativement faibles, donnant lieu à de meilleures marges de liaison.
- La durée extrêmement courte des impulsions émises, la variation du sous-médium est possible.
- Dans les systèmes IR-UWB, aucune conversion haut / bas n'est requise sur les émetteurs-récepteurs, avec l'avantage potentiel de réduire le coût et la taille des appareils [9].

1.5 Les inconvénients d'ULB

Un des inconvénients lié à l'utilisation de cette nouvelle technique de communication tient au fait que les fréquences utilisées sont déjà employées par d'autres systèmes, ce qui rend possible l'existence d'interférences [10].

1.6 Les caractéristiques générales de l'ULB

La technologie à bande ultra-large possède certaines caractéristiques intéressantes :

1.6.1 Faible susceptibilité à l'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples

L'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples **Figure 1.1** peut réduire l'efficacité des systèmes de communication classiques (non ULB). Dans le cas des communications ULB, le signal transmis possède une grande largeur de bande (résolution temporelle très fine). Comme la fenêtre d'observation au récepteur est étroite, les réflexions multiples avec des retards inférieurs à la nanoseconde peuvent être résolues et additionnées de manière constructive pour donner un gain comparable à celui d'une propagation par trajet unique direct [10].

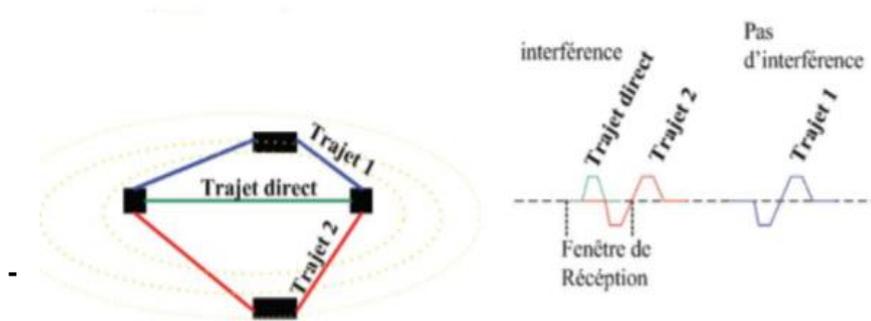


Figure 1.1 : Propagation par trajets multiples.

1.6.2 Une faible densité spectrale de puissance

Les dispositifs ULB fonctionnent à très faible puissance. Le niveau de puissance transmise ULB est très faible et les études signalent qu'ils sont convenables pour les humains. Par conséquent, la technologie peut être employée pour surveiller des patients pendant de longues périodes avec une batterie de faible puissance sans aucun effet secondaire nocif.

La FCC a limité la densité spectrale de puissance des signaux UWB à -41.3 dBm/MHz, dans l'optique de favoriser la coexistence de l'UWB avec d'autres technologies radio à bande plus étroite. Bien qu'elle améliore la discrétion des communications radio, cette faible puissance d'émission réduit la portée des signaux UWB [11].

1.6.3 Sécurité de communication

les signaux UWB sont potentiellement plus difficiles à détecter que les signaux de radiocommunication classique, parce qu'ils occupent une grande largeur de bande, peuvent être produits sous une forme semblable au bruit, peuvent être transmis à un niveau de densité spectrale de puissance bien inférieur au bruit de fond des récepteurs de radiocommunication classique, et peuvent être transmis avec un code de synchronisation unique à des millions de bits par seconde. Ces caractéristiques permettent la transmission protégée de signaux avec une faible probabilité de détection (LPD) et une faible probabilité d'interception (LPI) [12].

1.6.4 Simplicité relative des systèmes

Dans les systèmes de communication sans fil qui utilisent la technologie ULB, l'information de la bande de base peut moduler directement des impulsions courtes au lieu de moduler une onde sinusoïdale. Dans cette forme de mise en œuvre, l'émetteur récepteur ULB ne comprend aucun synthétiseur à boucle à verrouillage de phase, ni oscillateur commandé par tension, ni mélangeur, ni amplificateur de puissance. L'émetteur-récepteur ULB a donc une architecture relativement simple par comparaison à l'émetteur-récepteur superhétérodyne, ce qui pourrait se traduire par des coûts inférieurs de l'équipement [7].

1.6.5 Propriétés de pénétration

Des applications telles que la vision au travers des murs, la poursuite d'objet ou la localisation peuvent bénéficier d'une excellente résolution, en particulier pour les fréquences basses [11].

1.6.6 Une forte robustesse face aux évanouissements

Cette propriété est issue des trajets multiples qui constituent le canal de propagation et qui peuvent être additionnés de façon constructive. Cela confère au système UWB une bonne robustesse face aux évanouissements associés aux trajets multiples, et généralement rencontrés dans les systèmes à bande étroite. Cette combinaison des trajets multiples augmente cependant la complexité d'implémentation, comme nous le verrons par la suite avec les récepteurs rake [11].

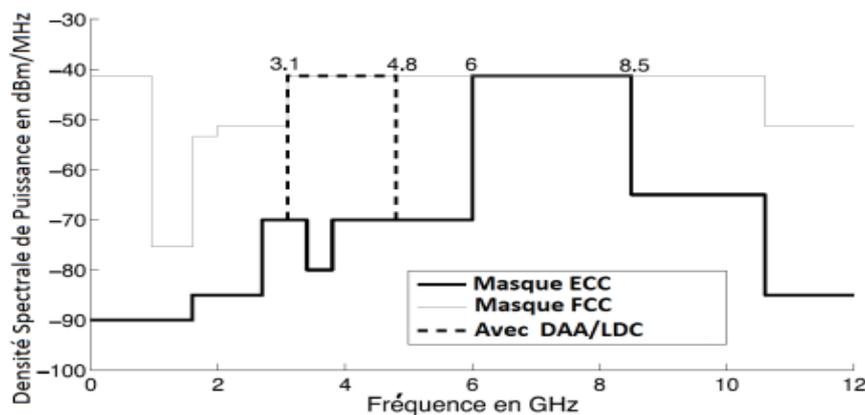


Figure 1.2 : Masques d'émission des signaux UWB autorisés en Europe (ECC) et aux Etats-Unis (FCC).

1.6.7 Faible coût et maintenance

Une attraction importante des appareils ULB est qu'ils peuvent être construits à partir des étages de dispositifs électroniques moins chers, faciles à employer et faciles à produire en échelle, les produits médicaux ULB peuvent aisément être adaptés à n'importe quel besoin [1].

1.7 Développement de la technologie ultra large bande

1.7.1 Avantages potentiels

La technologie ULB pourrait être intégrée à un grand nombre d'applications dont bénéficieraient le public, les consommateurs, les entreprises et l'industrie. Voici quelques exemples d'applications actuelles et potentielles de la technologie ULB :

- Accroissement de la sécurité publique par l'utilisation de systèmes radar de véhicule à des fins de prévention des collisions, d'activation des coussins gonflables, de détection de l'état de la route, etc.
- Détection de position et de mouvement d'objets. Les applications de cette catégorie peuvent être utilisées par les services chargés de l'application de la loi, les services de sauvetage et les services d'incendie pour détecter les personnes cachées derrière des murs ou sous des débris dans des situations telles qu'une prise d'otages, un incendie, un effondrement d'édifice ou une avalanche. La technologie ULB peut aussi être utilisée dans les hôpitaux et les cliniques pour une variété d'applications médicales dans le but d'obtenir, par exemple, des images des organes internes d'une personne ou d'un animal.

1.7.2 Préoccupations potentielles

L'introduction des systèmes de radiocommunication ULB suscite des préoccupations ayant trait notamment aux aspects suivants :

- Détermination des fréquences appropriées : les émissions ULB couvrent une très large bande de fréquence.
- Une des difficultés consiste à trouver des fréquences appropriées et une façon d'introduire les applications ULB sans causer de brouillage préjudiciable aux systèmes de radiocommunication autorisés [7].

1.8 La communication de l'ultra large bande

1.8.1 Transmetteur ULB

Un diagramme général de l'émetteur UWB est illustré à la **Figure 1.3**. Tout d'abord, des données significatives sont générées par des applications qui sont assez distinctes de l'émetteur de couche physique. Les applications peuvent être un client de messagerie ou un navigateur Web sur un ordinateur personnel, une application de calendrier sur un assistant numérique personnel (PDA), ou le flux numérique de données d'un lecteur de DVD. Du point de vue de la couche physique, les données peuvent être quelconques. Cette partie de l'appareil sans fil est souvent appelée «back end». Cette terminologie n'est pas immédiatement apparente, mais il est courant de s'y référer du point de vue du receveur.

Ce flux d'information binaire est ensuite transmis à l'extrémité avant, qui est la partie de l'émetteur qui nous intéresse. Si des schémas de modulation plus élevés doivent être utilisés, les informations binaires doivent être mappées de bits en symboles, avec chaque symbole représentant plusieurs bits. Ces symboles sont ensuite mappés à une forme d'impulsion analogique. Les formes d'impulsion sont générées par le générateur d'impulsions. Un circuit de synchronisation précis est requis pour envoyer les impulsions à des intervalles significatifs.

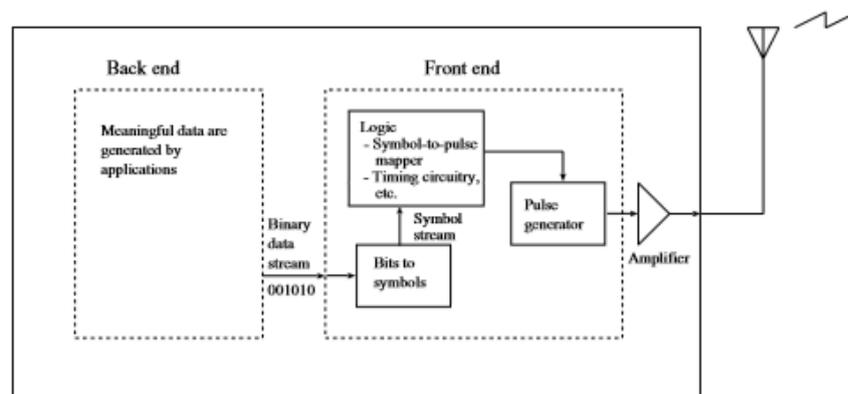


Figure1.3 : Un schéma général de l'émetteur UWB.

1.8.2 Récepteur ULB :

Un diagramme général du récepteur UWB est illustré à la **Figure 1.4**, Le récepteur effectue l'opération inverse de l'émetteur pour récupérer les données et transmettre les données à toute application "back end" qui peut l'exiger.

Il y a deux différences majeures entre l'émetteur et le récepteur. La première est que le récepteur aura presque certainement un amplificateur pour amplifier la puissance du signal des signaux extrêmement faibles reçus. La seconde est que le récepteur doit effectuer les fonctions de détection ou d'acquisition pour localiser les impulsions requises parmi les autres signaux et ensuite poursuivre le suivi de ces impulsions pour compenser toute discordance entre les horloges de l'émetteur et du récepteur. La communication nécessite à la fois la transmission et la réception des signaux [13].

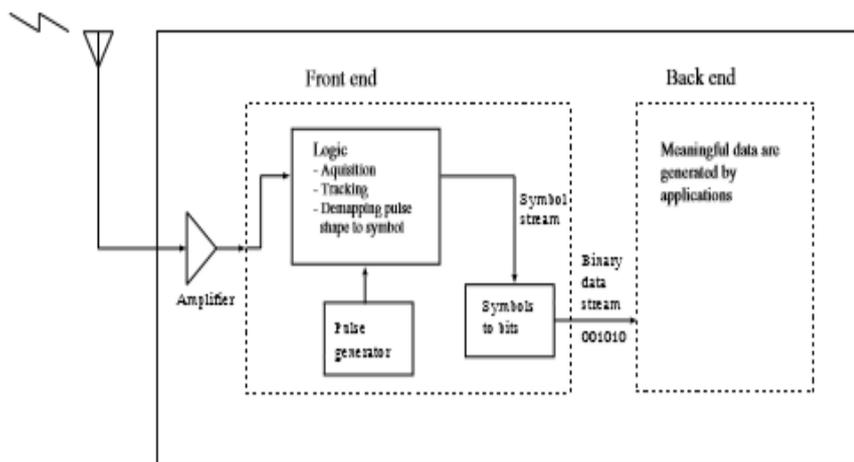


Figure 1.4 : Un schéma général du récepteur UWB.

1.9 Les systèmes ultra large bande

La saturation du spectre de fréquence, la faible consommation de puissance, des débits élevés etc.... sont certaines des raisons pour les quelles l'intérêt de Ultra large bande a été accru au cours des dernières années. L'Ultra large bande (ULB), en comparaison à des systèmes conventionnels ou à bande étroite, emploie une grande largeur de bande pour transmettre l'information. La puissance utilisée sur la bande entière est beaucoup plus petite que la puissance employée par les systèmes à bande étroite, comme montré sur la **Figure 1.5**. Par conséquent aucune interférence ou presque n'est produite, car le niveau de puissance transmis est presque au niveau de bruit des systèmes en utilisant le même spectre, permettant ainsi de partager le spectre et l'espace avec d'autres technologies établies.

En 2002 la FCC autorise la bande de fréquence entre 3,1 et 10,6 GHz pour la transmission Ultra large bande non licenciée. La puissance rayonnée isotrope efficace (EIRP) devrait être inférieure à $-41,3$ dBm à l'intérieur de la bande de fréquence.

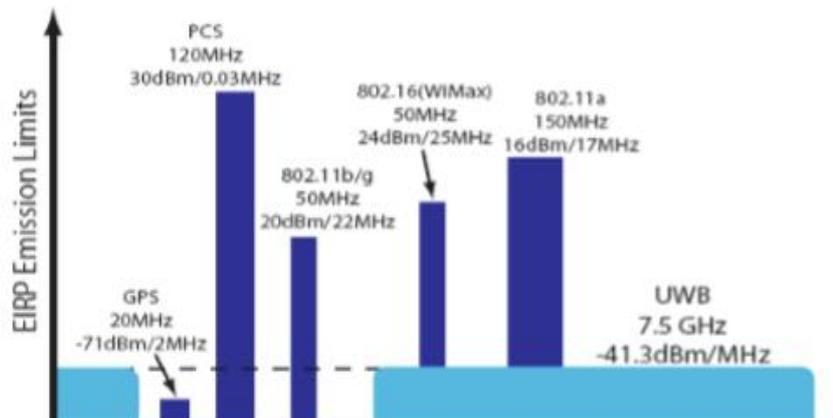


Figure 1.5 : Attribution de fréquence pour l'ULB et d'autres systèmes existants sans fils .

Deux approches différentes ont été étudiées par l'industrie et les chercheurs académiques, pour découvrir la bande ultra large. La première approche consiste à utiliser plusieurs sous bandes ; la seconde approche consiste à envoyer des impulsions très courtes ayant la largeur de bande désirée [1].

1.9.1 Systèmes ULB multi bande (MB-OFDM)

Pour des applications plutôt à très hauts débits et à courtes portées, une autre approche est préférable à l'approche impulsionnelle. C'est l'approche multi-bande qui a été proposée par un ensemble d'entreprises à partir de mars 2003.

Cette nouvelle approche consiste à fractionner la bande 3.1-10.6 GHz en plusieurs sous bandes de fréquences de largeur 500 MHz **Figure 1.6** et à utiliser une technique d'accès OFDM. Le principe de base de cette modulation consiste à transmettre plusieurs symboles de façon simultanée, en parallèle sur différentes porteuses.

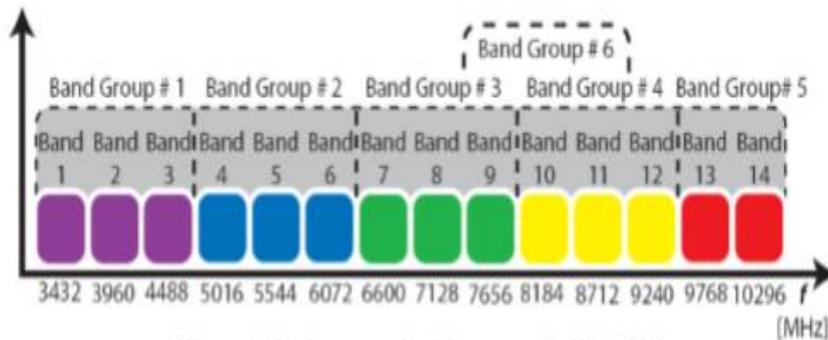


Figure 1.6 : Principe de la base des systèmes ULB multi-bande.

Tous les signaux peuvent être transmis simultanément sans interférence car ils occupent des bandes de fréquences différentes. Chaque signal ULB est modulé avec les techniques de modulations numériques classiques, ce qui permet d'atteindre des débits de données très élevés pour le système complet (Chaque sous-bande ayant déjà un débit relativement élevé) [14].

1.9.2 Systèmes ULB impulsionnelles (IR-ULB)

Le large spectre de l'ULB, peut être couvert en utilisant des impulsions très courtes en temps. Ce type d'ULB s'appelle Impulse Radio UWB (IR-UWB) et consiste à envoyer des impulsions ou un groupe d'impulsions représentant un bit du signal codé. Afin de couvrir les spécifications exigées par la FCC, les impulsions devraient être au moins 2 ns de large ($BW=500$ MHz) et de faibles amplitudes (puissance transmise faible). Cette approche est peut-être moins intéressante pour l'industrie, mais elle est très intéressante pour les chercheurs universitaires ou aux centres de recherche. Sa dépendance dans le temps favorise la recherche dans ce domaine, prolongeant ainsi sa complexité d'analyse et de mise en œuvre.

La technologie ULB impulsionnelle utilise des impulsions de très courte durée. Cette durée est inversement proportionnelle à la bande passante de fréquence. Ces impulsions brèves sont répétées avec une période de quelques dizaines de nanosecondes. Ces signaux peuvent être modulés et émis sous forme de train d'impulsion [1].

1.10 Comparaison entre système ULB et système étroit

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

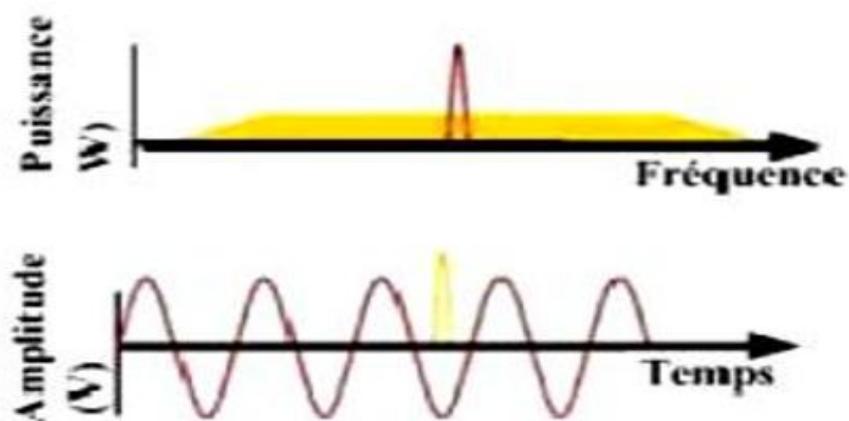


Figure 1.7 : Comparaison en temporel et fréquentiel d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.

Le masque spectral de puissance de l'ULB représenté sur la **Figure 1.8** 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 multitude 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 [14].

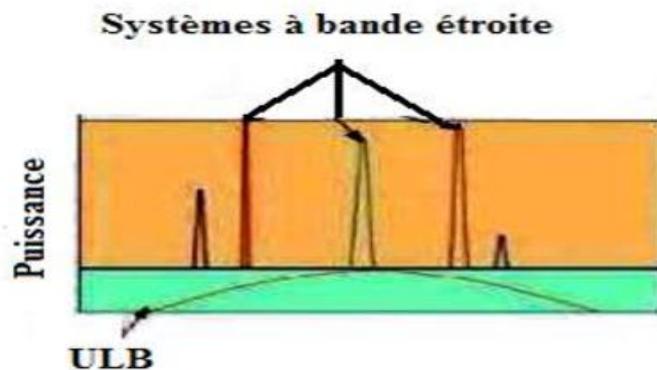


Figure 1.8 : Comparaison entre la DSP d'un signal à bande étroite et d'un signal ULB.

1.11 Les applications de l'ULB

L'UWB offre des propriétés uniques et distinctives qui le rendent attrayant pour diverses applications :

1.11.1 ULB pour la communication

L'UWB pourrait être utilisé en tant que technique de communication sans fil, qui fournirait des taux de transfert réseaux très élevés sur des distances relativement courtes et à faible puissance. Bien que la vitesse de communication décroisse rapidement en fonction de la distance, l'UWB pourrait être capable de remplacer les systèmes filaires actuels.

L'UWB peut potentiellement fonctionner à des vitesses aussi élevées que le Wi-Fi, ce qui en fait potentiellement une technologie concurrente des LAN basés sur les normes IEEE 802.11 (Wi-Fi) et des WLAN. Cependant, l'UWB a de fortes contraintes de synchronisation en raison du très faible rapport cyclique utilisé.

1.11.2 Localisation UWB

La localisation d'objets à l'intérieur d'installations fermées est devenue une exigence commune. Un exemple pourrait être le suivi de personnes dans des bureaux ou le positionnement de véhicules guidés automatisés dans des environnements industriels. Être capable d'effectuer cela de manière précise peut ouvrir une gamme de nouvelles possibilités pour des applications plus avancées. Une des technologies qui peut être considérée dans ce

contexte est UWB. En raison de sa grande bande passante de signal et de sa courte durée dans le domaine temporel, UWB semble être le candidat idéal pour des mesures précises de distance et de localisation. Dans cette section, plusieurs aspects du positionnement UWB seront traités. Pour la localisation d'une unité mobile (MU), plusieurs stations de base (BS) à des positions bien connues sont requises. Selon le concept du système, le MU peut être l'émetteur (Tx) ou le récepteur (Rx) [8].

1.11.3 Application médicale

1.11.3. a Dispositifs sans fil sans contact

Les plateaux opératoires doivent maintenir un environnement stérile pour écarter l'infection. Un problème habituel est quand des instruments non stériles doivent être utilisés (pour par exemple allumer la lumière ou l'utilisation d'un stylo pour documenter des démarches) pendant une opération. L'utilisation des équipements et des technologies sans contact est donc de plus grande importance. L'ULB peut bien contribuer à ce besoin. Ils peuvent aisément être adaptés aux besoins de construire des équipements sans contacts sans fil, pour concevoir des plateaux opératoires intelligents où les commandes peuvent être sans fil pour accomplir des tâches bien spécifiques.

1.11.3. b Radar ULB

Les impulsions électromagnétiques ULB peuvent pénétrées à travers le corps humain et par conséquent elles peuvent être employées pour la formation d'image médicale. Le corps et le tissu de masse différente ont des indices de réflexions différents. Les signaux ULB étant des impulsions de courte durée, peuvent facilement exploiter la différence dans des indices de réflexion pour donner une image plus claire des organes, y compris des mouvements. Plusieurs organes peuvent être sondés par l'ULB tels que : les cordes vocales, les vaisseaux sanguins, les intestins, le cœur, les poumons, la poitrine, la vessie et le fœtus.

1.11.3. c Télésurveillance continue

L'ULB peut être une technologie appropriée pour la télésurveillance des patients et peut remplacer les ultrasons. Des patients peuvent être surveillés à distance et d'une façon non envahissante pendant de longues périodes sans interruption. Un exemple typique serait le soin à distance, sans contact et de façon continu de la mère et de son enfant.

L'applicabilité de l'ULB pour les systèmes RFID est adaptée à l'environnement médical pour poursuivre le statut et l'endroit exact des patients, le personnel et l'équipement essentiel. De plus, la technologie ULB peut être intégrée avec des capteurs pour surveiller la fréquence des battements, tension artérielle, la température, signes de vie et peut transmettre leurs données sans fil. Ceci sera plus confortable aux patients aussi bien que le personnel médical par rapport aux capteurs à câble conventionnelles [1].

1.12 Conclusion

Le fait que la technologie ULB a été depuis de nombreuses années et a été employée pour une grande variété d'applications est une forte évidence de la viabilité et de la flexibilité de la technologie. La simplicité des structures d'émetteur et récepteur, le fait de l'ULB une technologie potentiellement puissante pour les communications à faible coûts et à complexité réduite. Les caractéristiques physiques du signal supportent également les possibilités de localisation et de cheminement de l'ULB beaucoup plus que les technologies à bande étroite existantes.

Dans ce chapitre, nous avons présenté la technologie ULB, ses avantages ses inconvénients, ses caractéristiques, ainsi les différents domaines d'application

Chapitre 2 :
Généralité sur les antennes
Ultra Large Bande et
miniature

Chapitre 3 :
Conception et simulation
d'une antenne ultra large
bande

Conclusion générale

Conclusion générale

Les travaux de recherche académique et industrielle sur les technologies ultra large Bande a connu un essor notoire ces dernières années. Cette technologie de radiocommunication est perçue comme étant l'avenir des communications sans fil à très haut débit pour les applications grand public. Les antennes imprimées peuvent être intégrées avec le module d'émission ou de réception sur le même substrat au vue de leur performance et leurs dimensions réduites.

Compte tenu du besoin des antennes ultra large bande dans les systèmes de radiocommunications mobiles, ce mémoire a été consacré à la conception, la simulation d'une antenne patch rectangulaire avec fente ultra large bande Le logiciel de simulation d'antennes HFSS basé sur la méthode des éléments fini a été utilisé dans le cadre de ce travail.

Dans le premier chapitre, nous avons représenté la technologie ultra large bande qu'il permet en effet d'atteindre des débits de plusieurs centaines mégabits par seconde, tout en conservant une complexité et donc des couts limités Sa largeur de bande importante lui confère en outre une bonne résistance aux brouillages et aux trajets multiples. Réciproquement, sa faible densité spectrale de puissance lui permet de cohabiter en introduisant peu d'interférences aux systèmes environnants.

Le second chapitre est consacré à un état de l'art des antennes possédant des caractéristiques d'adaptation sur de très large bande de fréquence Tel que ; il représenté des généralités sur les antennes, les antennes ultra large bande et les antennes miniature avec la technique de miniaturisation.

Nous avons décrit dans le troisième chapitre une étude et une conception d'antenne ULB de forme rectangulaire compacte avec ajout d'une fente de forme circulaire Sur la bande [2 GHz, 12GHz] à l'aide de logiciel de simulation hyperfréquence HFSS. Différentes études ont été menées sur l'alimentation, l'élément rayonnant en vue d'adapter la structure à la bande de fréquence souhaitée Les résultats numériques obtenus ont montré que la fréquence de résonance et la bande Passante sont liées directement avec les paramètres physiques de l'antenne (épaisseur du substrat, longueur latérale du patch, constante diélectrique).

Les résultats obtenus sont satisfaisants et vérifient bien le cahier de charge, toutes les caractéristiques de l'antenne (coefficient de réflexion, bande passante et le rayonnement) obéissent au cahier de charge pourrait être utilisée dans un très grand nombre d'applications (communication sans fil, .. etc). Mais le gain des antennes simulés est faible.

En conclusion, une antenne avec un gain faible tend à être omnidirectionnelle, alors qu'une antenne avec un gain élevé tend à être plus directive et rayonne une grande partie de sa puissance dans certaines directions. Les propriétés directionnelles ou omnidirectionnelles de rayonnement sont nécessaires selon l'utilisation pratique. Les diagrammes omnidirectionnels sont normalement souhaitables dans les systèmes mobiles et portatifs. Pour les systèmes de radar et d'autres systèmes directionnels où un gain élevé est désiré, des caractéristiques de rayonnement directionnelles sont préférées.

A partir de ces travaux, quelques perspectives peuvent être envisagées.

- ❖ Une des perspectives serait d'utiliser des fentes et des encoches de forme U, V et croix sur l'élément rayonnant et aussi sur le plan de masse afin de palier le problème de l'étroitesse de la bande passante.
- ❖ Etude de l'influence de la forme et la position de la fente sur la caractéristique de l'antenne, et principalement sur le coefficient de réflexion et le diagramme de rayonnement et la largeur de la bande passante
- ❖ La recherche de technique de miniaturisation des antennes répondant aux nouvelles exigences technologiques sera envisagée
- ❖ Conception des antennes à géométrie fractale.
- ❖ Utilisation des surfaces à haute impédance et les conducteurs magnétiques artificielle (AMC, EBG) comme plan de masse, ou plan réflecteur.

Bibliographies

Les bibliographes :

[1] :Zitouni Ahmed , « **Etude et conception d'antennes ULB standards et à bandes rejetées** »,thèse de doctorat en télécommunication , UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID – TLEMCEN, juin 2014.

[2] : Marie Devulder, « **étude et faisabilité d'un système ultra large bande (ULB) en gamme millimétrique en technologie silicium avancée** », thèse de doctorat , de l'université de science et technologie de lille , le 11 décembre 2008.

[3] : Alain SIBILLE, Christophe ROBLIN et Serge BORIES, Anne Claire LEPAGE et Xavier BEGAUD, « **Conception et caractérisation d'antennes ULB pour communications multimédia haut débit** »

[4] : . Robert aillo and anji batra , «**ultra widbend system technologie and application**»,2006

[5] : Michel Terré, « **Communication en ultra large bande (UWB)** », Séminaire CNFRS/URSI ,2001

[6] : Stéphane Paquelet, Gwillerm Froc, Alexis Bisiaux, Stéphane Mallégo, « **Ultra large bande :enjeux et perspectives pour une radio sans licence** », Mitsubishi ITE-TCL, Rennes, France

[7]: Soltane Samia, « **ETUDE ET CARACTERISATION D'ANTENNES IMPRIMEES POUR SYSTEME ULTRA-LARGE BANDE** », Mémoire de magister en genie électrique Université Mohamed Khider – Biskra,,le 17/11/2015

[8] :**Thomas zwick**, WERNER WIESBECK, JENS TIMMERMANN, GRZEGORZ ADAMIUK, « **ultra wideband RF systeme engineering**»,2013

[9] : Huseyin Arslan , Zhi Ning Chen , Maria-Gabriella Di Benedetto , « **ultra widebande wirless communication**», 2006

- [10] : KEBBAB RADHWANE, « **Conception d'antennes ultra large bande en technologie imprimée** » , Thèse de magister télécommunication, Université de Abou bakr Belkaid-Tlemcen, 2010
- [11] : Geneviève Baudoin , « **Etude et conception d'une couche physique UWB-IR pour les réseaux BAN**» ,, these de doctorat , université Paris –Est , le 06/11/2012
- [12] matthieu gracon , gilles krebs , « **les transmission a bande ultra large (uwb)** »
- [13] M. Ghavami, L. B. Michael, R. Kohno , «**Ultra Wideband Signals and Systems in Communication Engineering** »,2004
- [14] : Laurence BABOUR, « **ETUDE ET CONCEPTION D'ANTENNES ULTRA LARGE BANDE MINIATURISEES EN IMPULSIONNEL** » , *these de doctorat* , *INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE* , le 07 mai 2009
- [15] : AZZAZ RAHMANI Salima, « **ANALYSE ET CONCEPTION DES ANTENNES IMPRIMEES MULTIBANDES EN ANNEAUX CONCENTRIQUES POUR LES RESEAUX DE TELECOMMUNICATIONS** » , THESE DE DOCTORAT , Université Abou Bakr Belkaid–Tlemcen , Juillet 2013
- [16] : Constantine A.balanis ,«**antenna theory , analyse and design** » , Arizona state university
- [17] : dominic grenier , « **antennes et propagation radio** » hiver 2017
- [18] : Mickaël Jeangeorges, « **Conception d'antennes miniatures intégrées pour solutions RF SiP** » , these de doctorat , université de NICE-SOPHIA, le 2/12/2010
- [19] : Oumy DIOP , « **Etude et Minimisation du Facteur de Qualité d'Antennes Miniatures conçues pour de Petits Objets Communicants** » these de doctorat , université de NICE-SOPHIA, le 29/09/2013
- [20] : Hedi Ragad, « **Etude et conception de nouvelles topologies d'antennes `a resonateur di´electrique dans les bandes UHF et SHF** » , Thèse de Doctorat, université de NANTES , le 22/11/2013
- [21] : R.AKAS. « **antennes – theorie et application** » , ellipses,1980

[22] : Essia BEN ABDALLAH « **Conception conjointe d'antenne active pour futurs modules de transmission RF miniatures et faible pertes** » , these de doctorat de la communité, UNIVERSITE GRENOBLE ALPES , le 07/08/2006

[23] : ADIL KAMIL , « **CONCEPTION D'UNE ANTENNE PATCH ULTRA-LARGE BANDE (3.1 GHz-10.6 GHz)**», these de doctorat du Maitre ès sciences , université de quibac ,2011

[24] : Saber dekhali , « **Augmentation de la performance des antennes miniatures inspirées par métamatériaux** », these de doctorat d'université RENNES1, le 15/06/2015

[25] : Mélusine Pigeon, « **Etude et réalisation d'antennes ultra-compactes à base de métamatériaux: Application à la réalisation d'une antenne GNSS miniature** »these de doctorat de l'université TOULOUSE , le 28/11/2011

[26] : Viet Hung NGUYEN « **Antennes miniatures et reconfigurables utilisant des matériaux diélectriques et ferroélectriques oxydes et oxynitrures en couches minces** », these de doctorat de l'université RENNUS 1 , le 24/05/2013

[27] : Sarah El Kadri , « **Contribution à l'étude d'antennes miniatures reconfigurables en fréquence par association d'éléments actifs**», these de doctorat de l'université de GRENOBLE , le 14/12/2011

[28] : Jérémy Valleau ,; «**Miniaturisation d'antennes très large bande pour applications spatiales** » ; thèse de doctorat de l'université de TOULOUSE , le 1/12/2016

[29] : barkat abdellatif , « **conception et realisation d'antenne miniature isotropique dans les bandes Cet ISM** » these de doctorat en telecommunication, de l'université ABOU BAKER BILKAID – TELEMEN , mai 2014

[30] « **electronic desing automation software** »

[33 Mohammed El amine CHAIB, « **Modélisation et caractérisation de fonctions électroniques générées par des dispositifs à métamatériaux** ».Mémoire de Magistère en Systèmes des Réseaux de Télécommunication. Université ABOU BEKR BELKAID TLEMCEM, 2012.

Annexe

Annexe

Spécificités de l'ULB et des petites antennes

On présente dans ce paragraphe les spécificités de la mesure ULB et celles de la mesure d'antenne de petite taille.

Usuellement en bande étroite, seul le gain d'antenne est mesuré. En ULB, l'information de phase introduite par l'antenne doit également être mesurée si on désire observer la dispersion d'antenne ou bien reconstruire dans le domaine temporel la forme d'onde rayonnée. Pour récupérer seulement la contribution de l'antenne sous test, on doit connaître le gain et la phase de l'antenne de mesure, or cette dernière n'est généralement pas donnée par le constructeur.

La mesure sur une très large bande de fréquences offre une très bonne résolution temporelle. On peut tirer profit de cette résolution pour nettoyer la mesure des trajets multiples causés par les éléments diffractants non protégés de la chambre anéchoïde. Grâce à un fenêtrage temporel correctement paramétré on peut éliminer en post-traitement, les échos qui arrivent sensiblement plus tard que la réponse d'antenne. Cette technique est difficilement automatisable puisque la largeur de la fenêtre dépend de la réponse d'antenne.

L'utilisateur doit intervenir pour distinguer quelle partie de la réponse provient encore de l'antenne et où commencent les trajets multiples.

La mesure d'antennes de petite taille notamment pour les monopôles³ (inférieure à $\lambda_{\max}/3$) pose de sérieux problèmes liés au rayonnement de l'antenne sur le câble d'alimentation et sur la monture. Ces derniers points sont à l'origine d'interférences caractérisées par des oscillations de plusieurs dB sur le gain (visible sur les courbes de gain en fonction de la fréquence et sur les diagrammes en élévation). Ce phénomène est moins visible sur les diagrammes en azimuth car l'environnement proche (monture d'antenne) possède une symétrie cylindrique par rapport à l'axe radio électrique. Pour combattre ces interférences, on peut éloigner suffisamment l'antenne de son positionneur afin de discriminer puis filtrer ces échos à l'aide d'un fenêtrage temporel en post-traitement. L'utilisation d'absorbants sur la monture et le positionneur assure déjà une bonne partie de l'atténuation de ces interférences.

