

ZERROUK SIDI ALI MEBAREK

ANTENNES FILAIRES ET ANTENNES A SURFACES RAYONNANTES



Office des Publications Universitaires

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

CHAPITRE 1: CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES ANTENNES

1.1 GENERALITES.....	9
1.2 EXIGENCES IMPOSEES AUX ANTENNES.....	10
1.3 DEFINITIONS	10
1.3.1 Antenne	10
1.3.2 Surfaces d'ondes et fronts d'ondes.....	11
1.3.3 Ondes localement planes.....	12
1.3.4 Zones de rayonnement	12
1.4 PROPRIETES FONDAMENTALES	14
1.4.1 Réciprocité	14
1.4.2 Linéarité	15
1.5 PARAMETRES CARACTERISTIQUES D'UNE ANTENNE	16
1.5.1 Caractéristiques de rayonnement.....	16
1.5.2 Gain et directivité	18
1.5.3 Bande passante	27
1.5.4 Polarisation.....	29
1.5.5 Hauteur effective et résistance équivalente	32
1.5.6 Surface équivalente (effective).....	34
1.5.7 Température de bruit	37

CHAPITRE 2: ETUDE GENERALE DE LA PROPAGATION

2.1 INTRODUCTION.....	39
2.2 EQUATIONS DE MAXWELL	39
2.3 EQUATION DE PROPAGATION DES CHAMPS ELECTRIQUE E ET MAGNETIQUE H DANS UN MILIEU LINEAIRE ET HOMOGENE	41
2.4 POTENTIEL VECTEUR A ET POTENTIEL SCALAIRE ϕ	41
2.5 EQUATIONS DE PROPAGATION DES POTENTIELS VECTEUR A ET SCALAIRE F DANS UN MILIEU LINEAIRE.....	42
2.5.1 Jauge de Coulomb	43
2.5.2 Jauge de Lorentz.....	43

2.6 EXPRESSIONS DES CHAMPS E ET H EN FONCTION DU POTENTIEL A (milieu linéaire en régime harmonique)	44
2.7 SOLUTION DE L'EQUATION DE PROPAGATION DU VECTEUR POTENTIEL A	45
2.8 CLASSIFICATION DES ANTENNES (SOURCES RAYONNANTES).....	47
2.8.1 Les Antennes filaires	47
2.8.2 Les Antennes à surfaces rayonnantes.....	48
 CHAPITRE 3: DOUBLET DE HERTZ	
3.1 CONSTITUTION.....	49
3.2 CHAMP ELECTROMAGNETIQUE CREE	49
3.2.1 Potentiel vecteur A.....	49
3.2.2 Expression de A(r) en coordonnées Sphériques.....	50
3.2.3 Champ électrique et champ magnétique créés	51
3.3 DENSITE DE PUISSANCE RAYONNEE	54
3.4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU DOUBLET DE HERTZ	55
3.4.1 Surface caractéristique de rayonnement.....	55
3.4.2 Directivité.....	56
3.4.3 Puissance totale émise	57
3.4.4 Résistance de rayonnement	58
3.4.5 Hauteur effective	58
3.4.6 Surface équivalente (effective).....	58
3.5 PROCEDURE GENERALE POUR L'ETUDE DU DOUBLET DE HERTZ	60
3.6 GROUPEMENT DE DEUX DOUBLETS DE HERTZ	61
3.6.1 Introduction	61
3.6.2 Méthode d'analyse	61
3.6.3 Approximation de Schelkunoff	61
3.6.4 Calcul du champ électrique résultant	62
3.6.5 Diagramme de rayonnement.....	65
3.6.6 Diagramme de rayonnement de deux doublets parallèles (plan $\theta = \pi/2$)	66
 CHAPITRE 4: ANTENNES FILAIRES	
4.1 CONSTITUTION.....	71
4.2 METHODE D'ANALYSE	71
4.3 CLASSIFICATION DES ANTENNES FILAIRES	72
4.3.1 Selon la position de l'alimentation.....	72

4.3.2 Selon la nature de la charge.....	73
4.4 ETUDE DES ANTENNES A ONDES STATIONNAIRES.....	73
4.4.1 Antenne unipolaire isolée dans l'espace	73
4.4.2 Antenne unipolaire en présence de sol	78
 CHAPITRE 5: RESEAU UNIFORME D'ANTENNES FILAIRES	
5.1 RESEAU D'ANTENNES.....	91
5.1.1 Introduction	91
5.1.2 Courants d'alimentation.....	93
5.1.3 Champ électrique rayonné par n doublets	94
5.1.4 Diagramme de rayonnement.....	98
5.1.5 Exemple d'un réseau uniforme placé dans le plan $\theta = \pi/2$ (courants en phase $\phi = 0$).....	100
5.2 RIDEAU UNIFORME	106
5.3 EXEMPLES D'ANTENNES FILAIRES	107
5.3.1 Antenne Losange (Rhombique).....	107
5.3.2 Antenne Dièdre	109
5.3.3 Antenne Yagi	110
5.3.4 Antenne Dipôle Log-Périodique	111
5.3.5 Antenne Hélicoïdale (Hélice).....	113
 CHAPITRE 6 : THEORIE DES OUVERTURES RAYONNANTES 115	
6.1 INTRODUCTION.....	115
6.2 EQUATIONS DE MAXWELL GENERALISEES	115
6.3 FORMULES DE KOTTLER	118
6.4 OUVERTURES RAYONNANTES PLANES.....	119
6.4.1 Hypothèses	119
6.4.2 Expressions du champ électromagnétique dans la zone lointaine	120
6.4.3 Ouvertures rectangulaires.....	127
6.4.4 Ouvertures circulaires	140
 CHAPITRE 7: ANTENNES A REFLECTEUR PARABOLIQUE 149	
7.1 INTRODUCTION.....	149
7.2 DESCRIPTION ET PROPRIETES DE LA PARABOLE DE REVOLUTION	149
7.2.1 Description	149
7.2.2 Propriétés du paraboloïde.....	152
7.3 ANTENNE A REFLECTEUR PARABOLIQUE.....	152
7.3.1 Description de l'antenne	152

7.3.2 Méthode d'analyse des Ouvertures rayonnantes	158
7.4 CARACTERISTIQUES DES ANTENNES PARABOLIQUES	159
7.4.1 Surface équivalente	159
7.4.2 Directivité	160
7.4.3 Gain	161
7.4.4 Diagramme de rayonnement	162
7.4.5 Angle d'ouverture à mi-puissance (à - 3 dB)	164
7.4.6 Rendement global	164
7.4.7 Bande passante	166
7.4.8 Polarisation	166
7.4.9 Température de bruit	168
7.5 ANTENNES POUR TELECOMMUNICATIONS PAR SATELLITES	170
7.5.1 Antennes utilisées dans les stations terriennes	170
7.5.2 Antennes embarquées à bord de satellites	171
ANNEXE N°1: Eléments de calcul vectoriel.....	177
A1.1 Coordonnées sphériques	177
A1.2 Opérateurs vectoriels	178
A1.3 Relations importantes	179
ANNEXE N°2: Transformation d'intégrales multiples.....	180
A2.1 Formule d'Ostrogradky (Formule de la divergence)	180
A2.2 Formule de stokes	181
ANNEXE N°3: Fonctions de Bessel.....	182
A3.1 Fonction de Bessel de première espèce	182
A3.2 Fonction de Bessel de deuxième espèce	183
ANNEXE N°4: Conditions limites	185
INDEX	188
BIBLIOGRAPHIE	191