

Table des Matières

Chapitre I: Outils mathématique	02
I.1.Introduction	02
I.2. Rappels sur les vecteurs	02
I.2.1. Le produit scalaire	02
I.2. 2. Le produit vectoriel	03
I.2. 3. Le produit mixte	04
I.2.4. Double produit vectoriel	04
I.3.Dérivées partielles, différentielle d'une fonction	04
I.3.1.Dérivées partielles	04
I.3.2.Différentielle	05
I.4.Les opérateurs	05
1.4.1. Champ scalaire - Champ vectoriel	05
I.4.2.L'opérateur «nabla»	05
I.4.3.L'opérateur gradient	05
I.4.4.L'opérateur divergence	06
I.4.5.L'opérateur rotationnel	07
I.4.6. Laplacien scalaire	08
I.4.7.Laplacien vectoriel	09
I.5. Formules mathématiques très utiles	11
I.6. Théorème de Stokes-Théorème de Gauss	11
I.6.1. Circulation d'un champ vectoriel \vec{V} sur un contour	11
I.6.2. Flux(ϕ) d'un champ vectoriel \vec{V} sur une surface	12
I.6.3.Théorèmes	13
I.6.3.1. Théorème de Stockes	13
I.6.3.2. Théorème de Gauss-Ostrogradski	15
I.7.Définition et propriétés de la distribution Delta de Dirac	15
I.7.1.Définition	15
I.7.2. Propriétés	16
Chapitre II : Équations de Maxwell	19
Partie 1: L'électrostatique, l'électrocinétique et la magnétostatique	19

II.1.A-Rappels et compléments sur l'électrostatique	19
II.1.A.1.Définition	19
II.1.A.2. La loi de Coulomb ou principe fondamental de l'électrostatique	19
II.1.A.3. Le champ électrique	20
II.1.A.4 Principe de superposition	21
II.1.A.5. Distribution continue de charges – densité	21
II.1.A.5.1.Champ électrique créé par une distribution linéique de charges électriques	22
II.1.A.5.2.Champ électrique créé par une distribution surfacique de charges électriques	22
II.1.A.5.3.Champ électrique créé par une distribution volumique de charges électriques	23
II.1.A.6. Propriétés du champ électrostatique	24
II.1.A.6.1 Le potentiel électrostatique	24
II.1.A.6.2. Topographie d'un champ électrique	25
II.1.A.6.3. Le Théorème de Gauss	30
II.1.A.6.4.Application du théorème de Gauss	31
II.1.A.7. En résumé	39
II.1.B- Rappels et compléments sur l'électrocinétique	40
II-1.B.1.Définition	40
II-1.B.2.Vecteur densité de courant et l'intensité de courant	40
II-1.B.3. Densité surfacique du courant (\vec{j}_S)	41
II.1.B.4.Loi d'Ohm	42
II.1.B.4.1.Loi d'Ohm macroscopique	42
II.1.B.4.2. Loi d'Ohm microscopique (ou locale)	43
II.1.C-Rappel et compléments sur la magnétostatique	45
II.1.C.1.Définition	45
II.1.C.2.Force de Lorentz	45
II.1.C.3. Le champ magnétique	46
II.1.C.4.Le vecteur excitation magnétique	49
II.1.C.5. Potentiel vecteur \vec{A}	49
II.1.C.6. La loi de Biot-Savart	50
II.1.C.7. En résumé	54
Partie 2. Le régime variable	55
II-2.1. Introduction	55
II-2.2. Définition de l'induction électromagnétique	55

II-2.3. Loi de Faraday	55
II.2.4. Equation de Maxwell-Faraday	55
II.2.5. Le théorème de Maxwell-Ampère	56
II.2.5.1 Le phénomène de capacité	56
II.2.5.2 Le vecteur densité de courant de déplacement	58
II.2.5.3 Le théorème de Maxwell-Ampère	58
II.2.6. Hypothèse de Maxwell	59
II.2.7. En résumé	59
Chapitre III : Propagation des ondes électromagnétiques	61
III.1. Equation de propagation pour \vec{E} et \vec{B} dans le vide	61
III.2. L'onde plane progressive sinusoïdale	62
III.2.1. Quelques définitions	62
III.2.2. Onde progressive	62
III.2.3. Représentation complexe	63
III.2.4. Structure de l'onde uniforme plane	64
III.3. Propagation des ondes électromagnétiques dans les métaux	65
III.3. 1. Propagation dans un milieu conducteur (non isolant)	65
III.3. 1.1. Temps de relaxation d'un conducteur	65
III.3. 1.1. Equation de propagation dans un conducteur	65
III.3. 2. Cas d'un milieu peu conducteur	66
III.3. 3. Cas d'un milieu très conducteur: EFFET DE PEAU	67
III.3.4. Propagation des ondes planes électromagnétiques dans les gaz ionisés à basse pression	68
III.3.4. 1. Définition d'un plasma	68
III.3.4.2. Equations de Maxwell dans le plasma	69
III.3.4.3. Relation de dispersion des ondes électromagnétiques planes progressives monochromatiques	70
III.3.4. 4. Structure de l'onde plane progressive harmonique	71
III.4. Réflexion et Réfraction	72
III.4. 1. Rappel: lois de la réflexion et de la réfraction	72
III.4.2. Incidence normale	73
III. 4.3. Incidence oblique : équations de Fresnel	75
III. 4.4. Cas de l'interface entre deux isolants magnétiques	77

III.4. 5. Réflexion et réfraction à la surface d'un bon conducteur	79
III.4. 6. Réflexion d'une onde électromagnétique par un gaz ionisé	81
III.5. Ondes guidées	82
III.5.1. Définition du guide d'onde	82
III.5.2. Solutions générales des ondes TEM, TE et TM	83
III.5.2.1. Les modes de propagations	84
III.5.2.2. Atténuation due aux pertes diélectriques	85
III.5.2.3. Fréquence de coupure	85
III.5.3. Guide parallèle plan	86
III.5.4. Guide rectangulaire	88
III.5.5. Guide circulaire (Creux)	90
III.5.6. Câble coaxial	93
Chapitre IV : Rayonnement d'ondes électromagnétiques	96
IV.1. Introduction	96
IV.2. Rayonnement d'un dipôle électrique oscillant	96
IV.2.1. Le potentiel	96
IV.2. 2. Le champ	97
IV.2. 3. La structure de l'onde	97
IV.2. 4. La puissance rayonnée à travers une sphère de rayon r	97
IV.2. 5. Interprétation microscopique de rayonnement dipolaire	98
IV.3 .Rayonnement d'une antenne, alignement d'antennes	102
IV.3.1. Définition	102
IV.3. 2. Dipôle court, Dipôle demi-onde	102
IV.4. Quadripôle électrique et dipôle magnétique	108
IV.5. Rayonnement d'un quadripôle magnétique	110
IV.5. 1. Définition	110
IV.5. 2. Le champ créé par un quadripôle magnétique	110
IV.6. Théorème de réciproque	112
Annexe	115
Références Bibliographique	119