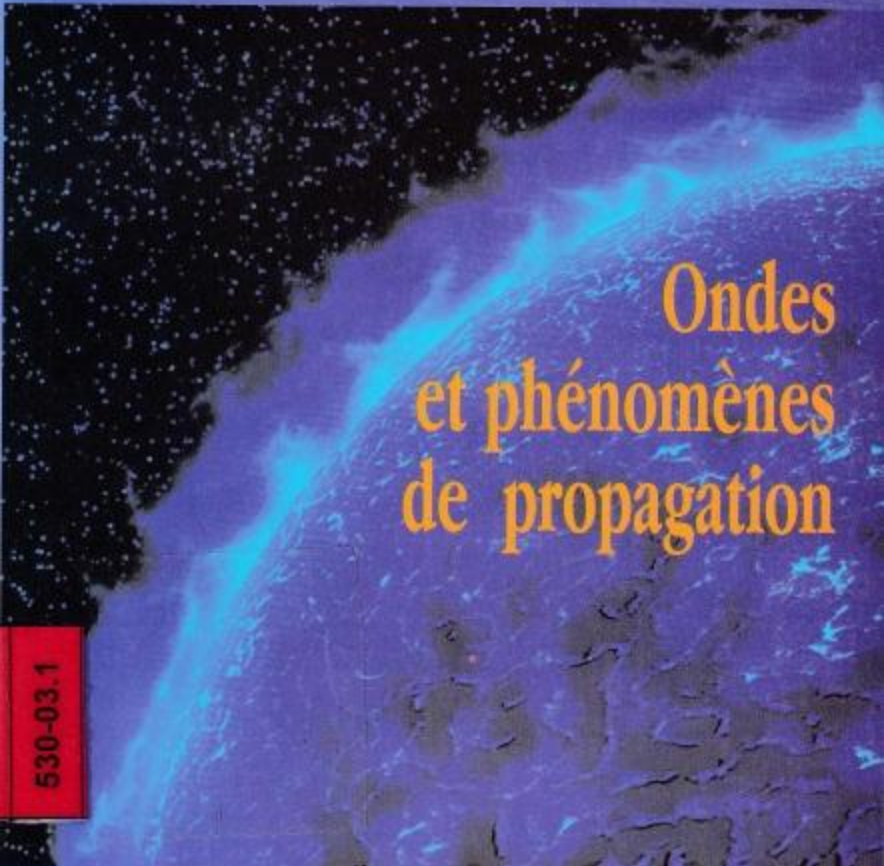


Mohammed Nekab



Ondes
et phénomènes
de propagation

530-03.1

Office des Publications Universitaires

PREFACE

L'origine de ce polycopié que nous avons choisi d'intituler

" Ondes et phénomènes de propagation "

est un cours dispensé il y a quelques années aux étudiants de deuxième année du Tronc Commun de Technologie de l'Université Ferhat Abbas de Sétif. Il s'adresse également aux étudiants préparant un diplôme d'études supérieures (D. E. S.) en Physique ainsi qu'aux Ingénieurs Physiciens.

Lors de la préparation de ce polycopié, nous avons eu pour ambition de mettre à la disposition des étudiants un manuel qui touche aux phénomènes de propagation sous leurs différents aspects. A cette fin, nous nous sommes fixés essentiellement deux objectifs. Le premier consiste à fournir aux étudiants un exposé certes élémentaire mais combien utile pour faire connaissance des concepts généraux des phénomènes de propagation; il présente donc ce que nous croyons être les idées fondamentales. Le second objectif est de leur permettre d'avoir une base pouvant les guider pour l'acquisition d'autres connaissances dans le cadre d'études plus approfondies.

Pour répondre à l'un et à l'autre objectif, nous avons veillé à présenter les sujets avec un souci de rigueur et de clarté. L'analyse des principes fondamentaux est faite de sorte que l'étudiant puisse pleinement en tirer profit. A cet effet, nous nous

sommes inspirés des ouvrages cités en références bibliographiques.

Lors de la réalisation de ce polycopié, il nous a semblé plus commode de le structurer en six chapitres répartis comme suit. Après un premier chapitre consacré à l'introduction des phénomènes de propagation, nous examinons au chapitre deux des cas particuliers de solutions de l'équation de propagation. La propagation dans un milieu dispersif est examinée au chapitre trois et sera suivie par l'étude des ondes mécaniques et acoustiques au chapitre quatre. Quant aux deux derniers chapitres, ils sont consacrés à l'étude des ondes électromagnétiques et leur propagation dans les milieux linéaires, homogènes et isotropes.

Au cours de la lecture de ce manuel, l'étudiant découvrira mieux les concepts des ondes et des phénomènes de propagation qui ne représentent qu'une partie infime de cette si belle discipline de la science qu'est la Physique.

L'auteur

Dr M. Nekab

TABLE DES MATIERES

ONDES ET PHENOMENE DE PROPAGATION	
CHAPITRE I INTRODUCTION AUX PHENOMENES DE PROPAGATION	9
A. GENERALITES ET DEFINITION	10
1. NOTION D'ONDE.....	10
2. ETUDE MATHEMATIQUE DE LA PROPAGATION.....	12
2.1. description	12
2.2. cas particulieres d'onde	14
2.2.1. onde longitudinale	15
2.2.2. onde	15
B. ECATION DE PROPAGATION	15
1. EQUATION DIFFERENTIELLE DU MOUVEMENT ONDULATION.....	15
2. SOLUTION GENERALE DE L'ECATION DE PROPAGATION.....	17
3. SIGNIFICATION PHYSIQUE DE LA SOLUTION.....	20
CHAPITRE II CAS PARTICULIERS DE L'ECATION DE PROPAGATION	23
A. ONDES PLANES	23
1. SURFACE D'ONDE.....	23
2. ONDE PLANE DANS UNE DIRECTION QUELCONQUE.....	24
3. ONDE PLANE MONOCHROMATIQUE.....	26
B. ONDES SPHERIQUES	32
1. SURFACE D'ONDE.....	32

2. ONDE SPHERIQUE DANS UNE DIRECTION QUELCONQUE.....	34
3.ONDE SPHERIQUE MONOCHROMATIQUE.....	35
CHAPITRE III PROPAGATION D'ONDES	
DANS UN MILIEU DISPERSIF.....	39
1.PHENOMENE DE DISPERSION.....	39
2.ANALYSE DE FOURIER.....	39
3.VITESSE DE PHASE-VITESSE DE GROUPE ...	41
4.ONDE POLYCHROMATIQUE OU TRAIN D'ONDES.....	44
5.EFFET DOPPLER.....	47
5.1.Définition.....	47
5.2 Déplacement doppler.....	47
5.3.Ondes de choc.....	53
CHAPITRE IV ONDES MECANIQUE ET ACOUSTIQUE.....	57
A. ONDES UNIDIMENSIONNELLES.....	57
1. ONDES TRANSVERSALES (CORDE VIBRANTE.....	57
2.ONDES LONGITUDINALE.....	61
2.1-Ondes élastiques dans un barreau solide...	61
2.2-Ondes de pression dans un gaz.....	65
3. ENERGIE ET INTENSITE D'UNE ONDE...	71
B.ONDES BIDIMENSIONNELLES :	
Membrane vibrante.....	72
C. ONDES STATIONNAIRES.....	75

1.CONDITIONS REALISATION- DEFINITION...	75
2. TAUX D'ONDES STATIONNAIRES (TOS)...	77
3.SOLUTIONS STATIONNAIRES DE L'EQUATION D'ONDE.....	78
3.1.Recherche des modes propres	79
3.2.Condition initiales.....	82
4.PROPAGATIONS D'ONDE DANS UN RESEAU UNIDIMENSIONNEL.....	84
4.1.Solution des équations de propagation	86
4.2. Zone de brillouin	89
4.3. Longueur d'onde	90
4.4. Diagramme de dispersion.....	92
CHAPITRE V ONDES ELECTROMAGNETIQUE.....	93
A.EQUATIONS DE MAXWELL.....	94
1.CALCUL VECTORIEL.....	94
2.THEOREME DE GAUSS POUR LE CHAMP MANETIQUE.....	95
3.THEOREME DE GAUSS POUR LE CHAMP MAGNETIQUE.....	97
4.LOI DE FARADAY-HENRY.....	97
5.THEOREME D'AMPRE- MAXWELL.....	99
B.RAPPORT.....	104
CHAPITRE VI PROPAGATION DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES.....	109
A. PROPAGATION DES ONDES ELECTROMAGNETIQUES DANS UN MILIEU, LINEAIRE, HOMOGENE ET ISOTROPE(MHIL).....	109

1. Milieu linéaire, homogène et istrope (MLHI).....	109
2. Equation de maxwell dans le vide.....	112
3. Détermination des équation de propagation.....	113
3.1. Equation de propagation pour les champs.....	113
3.1.1. Champ électrique.....	113
3.1.2. Champ magnétique	113
3.2. Equation de propagation pour les potentiels	114
3.2.1. Potentiel vecteur	115
3.2.2. Potentiel scalaire V	115
3.3. Transvesalité du champ électromagnétique	117
4. Relation entre les champ \vec{E} et \vec{B}	120
5. Ondes électromagnétiques planes harmoniques (OEMPH).....	121
5.1. Polarisation rectiligne	122
5.2. Polarisation elliptique	123
5.3. Polarisation circulaire.....	124
6. Energie d'une onde électromagnétique	124
6.1. Energie électromagnétique.....	125
6.2. Energie magnétique.....	127
6.3. Propagation de l'énergie : vecteur de poynting.....	128
B. PASSAGE D'UNE OEMPH A TRAVERS UN	
DIOPTRE PLAN.....	128
1. Notion d'indice.....	129
2. Réflexion et réfraction des ondes Electromagnétique.....	133
2.1 \vec{E} est dans le plan d' incidence	136
2.2 \vec{E} est perpendiculaire au plan d'incidence.....	139
3. Discussions.....	140
3.1. Cas où $n_1 < n_2$	142
3.2. Cas où $n_1 > n_2$	142
Référence bibliographiques	145