

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
<b>Chapitre 1. Rayonnement d'ondes élastiques</b> . . . . .	3
1.1. Rayonnement acoustique dans un fluide . . . . .	3
1.1.1. Formulation intégrale de l'équation de Helmholtz . . . . .	5
1.1.2. Intégrale de Rayleigh . . . . .	6
1.1.3. Intégrale de Rayleigh-Sommerfeld . . . . .	9
1.1.4. Régime harmonique . . . . .	10
1.1.4.1. Piston circulaire plan . . . . .	10
1.1.4.2. Champ rayonné sur l'axe du piston . . . . .	11
1.1.4.3. Directivité en champ lointain . . . . .	14
1.1.4.4. Barrette linéaire . . . . .	15
1.1.5. Diffraction impulsionnelle . . . . .	20
1.1.5.1. Mode piston . . . . .	22
1.1.5.2. Transducteur plan uniforme . . . . .	22
1.1.5.3. Transducteur concave uniforme . . . . .	27
1.2. Génération d'ondes élastiques par une source en surface . . . . .	31
1.2.1. Solide de symétrie orthotrope . . . . .	33
1.2.2. Champ lointain . . . . .	35
1.2.2.1. Ondes de volume : diagrammes de directivité . . . . .	36
1.2.2.2. Onde de Rayleigh . . . . .	43
1.2.3. Génération dans une plaque . . . . .	47
1.3. Rayonnement de sources sphériques élémentaires . . . . .	51
1.3.1. Sphère pulsante . . . . .	51
1.3.2. Sphère oscillante en rotation . . . . .	52
1.3.3. Sphère oscillante en translation . . . . .	53

<b>Chapitre 2. Diffusion d'ondes élastiques</b> . . . . .	<b>57</b>
2.1. Diffusion acoustique par un cylindre immergé . . . . .	61
2.1.1. Diffusion par un cylindre rigide . . . . .	62
2.1.2. Diffusion par un cylindre élastique . . . . .	66
2.1.3. Ondes circonférentielles . . . . .	68
2.2. Diffusion élastique par un cylindre . . . . .	70
2.3. Diffusion élastique par une particule sphérique . . . . .	74
2.3.1. Écriture générale du problème . . . . .	74
2.3.2. Diffusion d'une onde plane longitudinale . . . . .	75
2.3.2.1. Diffusion par une particule rigide . . . . .	75
2.3.2.2. Diffusion par une particule élastique . . . . .	77
2.3.2.3. Section efficace de diffusion . . . . .	80
2.3.3. Diffusion d'une onde plane transverse par une sphère . . . . .	82
2.3.3.1. Onde plane incidente transverse . . . . .	83
2.3.3.2. Coefficients de diffusion pour une sphère rigide . . . . .	85
2.3.3.3. Section efficace de diffusion . . . . .	87
2.4. Diffusion par un ensemble de particules . . . . .	89
2.4.1. Théorie scalaire de la diffusion multiple . . . . .	89
2.4.2. Vitesse et atténuation des ondes cohérentes . . . . .	96
2.4.2.1. Propagation dans une forêt de tiges immergées . . . . .	96
2.4.2.2. Propagation dans une dispersion de billes . . . . .	97
<b>Chapitre 3. Génération et détection</b> . . . . .	<b>99</b>
3.1. Transducteur piézoélectrique pour ondes de volume . . . . .	100
3.1.1. Matériaux, structures . . . . .	100
3.1.1.1. Fréquences basses ( $f < 25$ MHz) . . . . .	100
3.1.1.2. Fréquences moyennes ( $25$ MHz $< f < 500$ MHz) . . . . .	103
3.1.1.3. Fréquences hautes ( $f > 1$ GHz) . . . . .	104
3.1.2. Modèle unidimensionnel : schémas équivalents . . . . .	104
3.1.2.1. Matrice des impédances . . . . .	105
3.1.2.2. Schémas équivalents . . . . .	107
3.1.3. Réponses fréquentielle, impulsionnelle – puissance émise . . . . .	110
3.1.3.1. Réponse fréquentielle . . . . .	111
3.1.3.2. Réponses temporelles . . . . .	112
3.1.3.3. Puissance acoustique émise . . . . .	114
3.1.4. Impédance électrique, rendement . . . . .	115
3.2. Transducteur piézoélectrique pour ondes de surface . . . . .	117
3.2.1. Principe de fonctionnement . . . . .	119
3.2.1.1. Effets secondaires . . . . .	121
3.2.1.2. Modèle des sources discrètes . . . . .	123
3.2.2. Modèle de la réponse impulsionnelle . . . . .	125
3.2.2.1. Réponses temporelles . . . . .	125

3.2.2.2. Conductance de rayonnement . . . . .	129
3.2.3. Circuit à trois accès (hexapôle) : matrice de répartition . . . . .	131
3.2.4. Méthode des modes couplés . . . . .	135
3.2.4.1. Réseau passif : coefficient de réflexion . . . . .	137
3.2.4.2. Transducteur . . . . .	140
3.3. Génération par impact laser . . . . .	145
3.3.1. Régime thermoélastique . . . . .	147
3.3.1.1. Distribution de température . . . . .	147
3.3.1.2. Modèle unidimensionnel . . . . .	148
3.3.1.3. Modèle de la source ponctuelle . . . . .	151
3.3.2. Régime d'ablation . . . . .	157
3.4. Mesure optique des déplacements mécaniques . . . . .	159
3.4.1. Méthodes non interférométriques . . . . .	160
3.4.1.1. Déflexion . . . . .	160
3.4.1.2. Diffraction . . . . .	161
3.4.2. Méthodes interférométriques . . . . .	162
3.4.2.1. Sonde homodyne, interféromètre de Michelson stabilisé . . . . .	162
3.4.2.2. Sonde hétérodyne . . . . .	165
3.4.3. Vélométrie Doppler . . . . .	167
3.4.4. Acoustique picoseconde . . . . .	171
<b>Annexe 1. Développements en harmoniques cylindriques et sphériques . . . . .</b>	<b>175</b>
<b>Annexe 2. Représentation matricielle d'un dioptre . . . . .</b>	<b>183</b>
<b>Liste des principaux symboles . . . . .</b>	<b>189</b>
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>193</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>199</b>
<b>Sommaire de <i>Ondes élastiques dans les solides 1</i> . . . . .</b>	<b>201</b>