

Traité des Nouvelles Technologies
série Matériaux

Le contrôle non destructif par ultrasons

Jean Perdijon

HERMES

© Hermès, Paris, 1993

Éditions Hermès

14, rue Lantiez

75017 Paris

ISBN 2-86601-346-8

ISSN 1158-3509

Table des matières

Avant-propos	9
Introduction	11
0.1 Qualités d'une fourniture.....	11
0.2 Qu'est-ce qu'un défaut ?.....	12
0.3 Nécessité des contrôles.....	12
0.4 Nécessité des contrôles non destructifs.....	13
0.5 Organigramme de la qualité.....	13
0.6 Spécification de l'homogénéité d'une pièce...	14
0.7 Spécification de l'homogénéité d'un lot.....	15
0.8 Contrôle de réception par le client.....	17
0.9 Principales méthodes de contrôle non destructif.....	17
0.10 Schéma de la connaissance en contrôle par ultrasons.....	19
0.11 Vérification des connaissances du contrôleur.	20
0.12 Bref historique des ultrasons.....	21
0.13 Sources de documentation en contrôle par ultrasons.....	23
Exercices.....	24
1. Emission et réception des ultrasons	25
1.1 Différents types de vibration.....	25
1.2 Oscillateur harmonique.....	25
1.3 Oscillations amorties.....	27
1.4 Oscillations entretenues.....	28
1.5 Production d'ultrasons de fréquence élevée...	29
1.6 Principe de la piézoélectricité.....	30
1.7 Ferroélectricité.....	32
1.8 Principaux matériaux piézoélectriques.....	33
1.9 Constitution d'un traducteur.....	34
1.10 Emission.....	35

1.11 Réception.....	37
1.12 Appareil à ultrasons.....	37
1.13 Caractérisation du traducteur.....	38
1.14 Caractérisation de l'appareil à ultrasons....	40
Exercices.....	41
Travaux pratiques.....	41
2. Propagation dans un milieu homogène.....	43
2.1 Ondes de compression dans un barreau.....	43
2.2 Ondes de cisaillement dans un barreau.....	44
2.3 Contraintes et déformations dans un milieu isotrope.....	45
2.4 Propagation d'une déformation dans un milieu isotrope.....	47
2.5 Ondes longitudinales et ondes transversales..	48
2.6 Puissance rayonnée par un oscillateur.....	51
2.7 Pression ultrasonore.....	52
2.8 Champ sur l'axe d'un émetteur plan.....	52
2.9 Champ en dehors de l'axe d'un émetteur plan..	54
2.10 Champ au foyer d'un émetteur focalisé.....	55
2.11 Procédés de focalisation.....	57
2.12 Vérification du faisceau dans un liquide.....	58
2.13 Vérification du faisceau dans un solide.....	60
2.14 Atténuation.....	61
2.15 Ondes guidées.....	62
2.16 Dispersivité.....	65
Exercices.....	66
Travaux pratiques.....	67
3. Transmission entre deux milieux.....	69
3.1 Réfraction à un dioptre.....	69
3.2 Conversion de mode.....	70
3.3 Répartition de l'énergie à un dioptre.....	71
3.4 Focalisation d'un pinceau à travers un dioptre.....	73
3.5 Focalisation par lentille torique.....	78
3.6 Focalisation d'un faisceau large.....	79
3.7 Couplage d'une onde libre avec une onde guidée.....	80
3.8 Calcul de l'énergie guidée.....	81
3.9 Optiques de couplage résonnant.....	84
3.10 Choix d'un milieu intermédiaire.....	88
3.11 Elimination des réflexions multiples.....	88

Exercices.....	90
Travaux pratiques.....	95
Formation de l'écho.....	97
4.1 Réflexion à un dioptré.....	97
4.2 Energie réfléchié.....	98
4.3 Echo sur un réflecteur ultrafin.....	100
4.4 Echo sur un réflecteur étendu.....	100
4.5 Diffraction par un obstacle.....	101
4.6 Echo sur un petit réflecteur.....	102
4.7 Localisation d'un réflecteur.....	103
4.8 Effet de paroi.....	105
4.9 Bruit et parasites.....	106
4.10 Analyse fréquentielle.....	107
Exercices.....	108
Travaux pratiques.....	109
Acquisition des informations.....	111
5.1 Choix du traducteur.....	111
5.2 Disposition du traducteur.....	112
5.3 Emetteur et récepteur séparés.....	114
5.4 Choix de la disposition du capteur.....	116
5.5 Choix du balayage.....	118
5.6 Accélération du balayage.....	120
5.7 Choix du mode de déplacement.....	122
5.8 Grandeur mesurée.....	124
5.9 Choix du type de référence.....	125
5.10 Etalonnage pour un faisceau large.....	126
5.11 Etalonnage pour un faisceau étroit.....	129
Exercices.....	130
Travaux pratiques.....	131
Traitement des informations.....	133
6.1 Informations acquises.....	133
6.2 Représentation A.....	134
6.3 Représentation C.....	136
6.4 Représentation B.....	137
6.5 Représentation 3D.....	139
6.6 Mesure de la grandeur.....	141
6.7 Courbe d'étalonnage.....	141
6.8 Justesse de la mesure.....	143
6.9 Qualités de constance et de mobilité.....	143
6.10 Fidélité de la mesure.....	144

6.11	Champ de la mesure.....	145
6.12	Sensibilité de la mesure.....	146
6.13	Limite de détection.....	146
6.14	Rapidité de la mesure.....	147
6.15	Pouvoir de résolution.....	148
6.16	Vérification de l'appareillage.....	149
6.17	Surveillance des réglages.....	150
6.18	Surveillance par cartes de contrôle.....	150
6.19	Critère de rejet.....	155
6.20	Réception de pièces indépendantes.....	156
6.21	Réception d'un lot de pièces.....	159
	Exercices.....	164
	Travaux pratiques.....	166
	Conclusion.....	167
	Glossaire et index.....	169
	Bibliographie et références.....	179