

LA RUPTURE

des matériaux

Clément LEMAIGNAN



MOYENS D'EXAMEN

PHÉNOMÈNES GÉNÉRATEURS DE DÉFAUTS

MÉCANISMES PHYSIQUES DE RUPTURE

CONDUITES À TENIR

CALCULS DES DURÉES DE VIE

Table des matières

Avant-propos	VII
1 • Introduction	1
2 • Les défauts métallurgiques	3
Les processus métallurgiques générateurs de défauts	4
La mise en forme et les traitements thermiques	14
Le suivi des défauts : le contrôle non destructif	18
L'évolution des défauts	25
3 • Les moyens de caractérisation des ruptures	27
La fractographie	27
Le microscope électronique à balayage	29
4 • Les perturbations locales des contraintes induites par les singularités géométriques	33
Les concentrations de contraintes	33
Le facteur d'intensité de contraintes	36
La propagation d'une fissure	43
L'évaluation des contraintes et déformations en régime élasto-plastique - Intégrale de Rice	45
5 • La rupture théorique entre atomes	47
Le calcul de la contrainte théorique de rupture	47
6 • La rupture ductile	51
Le développement de la striction	51
Les concentrations de contraintes autour des inclusions	53
Le développement des cavités et la formation des cupules	55
7 • Le clivage et les ruptures fragiles	57
L'amorçage d'un clivage	57
L'essai Charpy (ou de résilience)	60
La fragilisation intergranulaire	63
Approche statistique de la rupture	64

8 • La zone plastique en fond de fissure	67
Les conditions de déformation plane	67
La zone plastique en tête de fissure	68
La zone plastique d'Irwin	69
Géométrie détaillée de la zone plastique	69
Géométrie tridimensionnelle de la zone plastique	70
Distribution des contraintes dans la zone plastique	73
 9 • La ténacité	 75
La mesure du K_{IC}	75
Autres mesures de ténacité	80
La ténacité des céramiques	84
Les <i>ratio analysis diagrams</i> (RAD)	85
 10 • La fatigue	 87
La fatigue dans le domaine élastique : les courbes de Wöhler	88
La propagation des fissures de fatigue	93
L'amorçage des fissures de fatigue	97
La fatigue oligocyclique	101
 11 • La corrosion sous contrainte	 105
Aspects généraux	105
L'amorçage en corrosion sous contrainte	108
Les mécanismes de propagation	110
Les méthodes d'essais en CSC	111
 12 • Autres ruptures fragiles	 113
La fatigue-corrosion	113
La fragilisation par l'hydrogène	116
Les sollicitations en température et le fluage	118
La fatigue en température	119
La fatigue thermique	121
La fragilisation par les métaux liquides (FML)	122
 13 • La rupture des polymères	 125
Structure et déformation des polymères	125
La formation des craquelures	127
Les modes de rupture des polymères	129
 14 • Les conduites à tenir	 131
La détection d'une fissure	131
Le suivi de la propagation des fissures	132
L'évolution du matériau	133
 Annexes	 135
A1 Évaluation des singularités de contraintes	135
A2 Fissure dans la paroi d'un tube sous pression	136