

5

Jean-Luc Martin

Dislocations et plasticité des cristaux

avec la participation de Joël Wagner

s de physique

-548-2-1

Presses polytechniques et universitaires romandes

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos	v
1 Introduction	1
1.1 Quelques propriétés des cristaux dépendant des défauts.....	2
1.2 Courbe de déformation.....	2
1.3 Estimation de la limite d'élasticité d'un cristal	4
1.4 Changement de phase avec défauts	8
1.5 Les trois classes de défauts.....	12
2 Propriétés géométriques des dislocations (Topologie)	15
2.1 Cas du solide homogène et isotrope	15
2.1.1 Ligne de dislocation droite	15
2.1.2 Types de dislocations les plus simples	16
2.1.3 Ligne de dislocation courbe	17
2.2 Cas du cristal	18
2.2.1 Dislocations vis et coin.....	18
2.2.2 Circuit de Burgers	20
2.2.3 Pourquoi une dislocation facilite le glissement d'un plan sur l'autre ?.....	23
3 Théorie élastique des dislocations	25
3.1 Rappel sur les contraintes et les déformations.....	25
3.2 Champs de déformation et de contrainte autour des dislocations.....	27
3.2.1 Cas de la dislocation vis	27
3.2.2 Le cœur de la dislocation.....	29

3.2.3	Cas de la dislocation coin	30
3.2.4	Cas de la dislocation mixte	31
3.3	Énergie d'une ligne de dislocation	32
3.3.1	Energie élastique de la dislocation vis	32
3.3.2	Energie élastique des dislocations coin et mixte	34
3.3.3	Conséquences	35
3.4	Force sur une ligne de dislocation	39
3.4.1	Cas du cisaillement simple	39
3.4.2	Cas général	40
3.5	Force d'interaction entre dislocations (autres approches)	41
3.6	Tension de ligne	43
3.7	Courbure et contrainte	46
3.8	Facteur de Schmid	47
4	Méthodes d'observation des dislocations	51
4.1	Méthodes de surface	51
4.1.1	Observations statiques	51
4.1.2	Observations dynamiques	53
4.2	Méthodes de volume	54
4.2.1	Microscopie optique	54
4.2.2	Microscope électronique à transmission (M.E.T.)	55
4.2.3	Topographie aux rayons X	59
4.2.4	Microscope ionique à champ	61
4.2.5	Avantages comparés des méthodes d'observation en volume	64
5	Mobilité des dislocations et résistance mécanique du cristal	67
5.1	Activation thermique de la mobilité des dislocations	68
5.2	Friction due au réseau cristallin	71
5.3	Obstacles au glissement des dislocations de nature extrinsèque	73
5.4	Glissement dévié	74
5.5	Montée des dislocations	76
5.5.1	Lacunes et diffusion de matière	76
5.5.2	Mécanisme de montée de la dislocation coin	78
5.5.3	Force mécanique et force chimique	79
5.6	Vitesse de déformation du cristal	81
5.7	Conséquences	82
5.8	Origine des dislocations	84

5.8.1 Dislocations générées au cours de l'élaboration du matériau.....	84
5.8.2 Dislocations créées pendant la déformation du cristal ...	85
6 Rupture du cristal	87
6.1 Divers types de rupture	87
6.2 Estimation de la contrainte de clivage.....	89
6.3 Rupture par propagation de fissure	92
7 Conclusion	95
7.1 Comment durcir un cristal ?	95
7.2 Les défauts, une entité mal nommée	97
Références bibliographiques	99
Liste des ouvrages	101