
Table des matières

Remerciements	9
Chapitre 1. Introduction : fatigue gigacyclique	11
1.1. Limites de fatigue et d'endurance et résistance à la fatigue.	11
1.2. Absence d'une asymptote à la courbe SN	15
1.3. Initiation et propagation	16
1.4. Limite de fatigue ou résistance à la fatigue	17
1.5. Courbes SN jusqu'à 10^9 cycles	17
1.6. Prédiction déterministe de la résistance à la fatigue gigacyclique	20
1.7. Fatigue gigacyclique des alliages sans défauts	21
1.8. Mécanismes de propagation à 10^9 cycles	22
1.9. Conclusion	22
1.10. Bibliographie	23
Chapitre 2. Plasticité et initiation en fatigue gigacyclique	25
2.1. Evolution du site d'initiation de LCF à GCF	25
2.2. Fissuration d'un œil de poisson	28
2.2.1. Analyse des surfaces de rupture	28
2.2.2. Plasticité dans le régime GCF.	30
2.3. Contraintes et facteurs d'intensité dans un œil de poisson pour des pores et inclusions sphériques ou cylindriques	35
2.3.1. Inclusions et cavités sphériques.	36
2.3.2. Inclusion sphérique	37
2.3.3. Inclusion dépareillée plus large que la cavité sphérique occupée.	38

2.3.4. Cavités et inclusions cylindriques	39
2.3.5. Fissuration à partir d'une cavité hémisphérique en surface	40
2.3.6. Facteurs d'intensité de contrainte pour pointes des fissures d'inclusions cylindriques avec discordance de taille et propriétés du matériau	43
2.4. Approximation de la formation d'un œil de poisson d'après la loi de Paris-Hertzberg	47
2.4.1. Nombre de cycles correspondant à une « fissure courte »	52
2.4.2. Nombre de cycles correspondant à une « fissure longue »	52
2.4.3. Nombre de cycles au-dessous du seuil.	53
2.5. Exemple de la formation d'un œil de poisson dans un acier à roulement.	53
2.6. Formation d'un œil de poisson au niveau microscopique	56
2.6.1. Observations d'une zone foncée (ODA)	56
2.6.2. Observations de la « zone en forme de pièce de monnaie »	57
2.6.3. Surface de rupture à grandes rivières radiales	60
2.6.4. Identification des modèles.	63
2.6.5. Conclusion	65
2.7. Instabilité de la microstructure en fatigue à grand nombre de cycles (VHCF)	65
2.8. Cas industriel et pratique : tolérance au dommage en fatigue à 10^9 cycles	72
2.8.1. Seuil de fissuration en fatigue du N18.	72
2.8.2. Initiation d'une fissure en fatigue pour l'alliage N18	74
2.8.3. Mécanismes du régime GCF pour l'alliage N18.	75
2.9. Bibliographie	76
Chapitre 3. Dissipation thermique dans le régime gigacyclique	79
3.1. Augmentation de la température à 20 kHz	79
3.2. Détection de la formation d'un œil de poisson	82
3.3. Vérification expérimentale de N_f par dissipation thermique	84
3.4. Relation entre énergie thermique et énergie plastique cyclique	86
3.5. Effet de l'instabilité métallurgique à la limite élastique en fatigue ultrasonique	90
3.6. Fatigue gigacyclique des métaux purs	92
3.6.1. Microplasticité de la ferrite	96
3.6.2. Effet de la sollicitation en fatigue gigacyclique sur la limite élastique du fer Armco	98
3.6.3. Mesure de la température du fer Armco.	98

3.6.4. Dissipation thermique intrinsèque pour le fer Armco	102
3.6.5. Analyse de la surface de rupture en fatigue dans le fer	105
3.7. Conclusion	108
3.8. Bibliographie.	109
Chapitre 4. L'influence de la fréquence sur le comportement en fatigue des métaux	111
4.1. Introduction.	111
4.2. L'influence de la fréquence en fatigue	112
4.3. L'influence de la fréquence dans les années 1970 et 1980	113
4.4. L'influence de la fréquence dans les années 1990	123
4.5. L'influence de la fréquence rapportée récemment (2000).	129
4.6. Discussion	140
4.7. Conclusion	141
4.8. Bibliographie.	143
Index	147