

## Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>15</b>
<b>Chapitre I : Les critères de fatigue multiaxiaux.....</b>	<b>19</b>
I.1 Formalisme général d'un critère de fatigue .....	19
I.2 Formalisme et classification des critères de fatigue multiaxiaux .....	20
I.2.1 Les critères d'approche empirique .....	21
I.2.1.1 Nomenclature .....	21
I.2.1.2 Le critère de Hohenemser & Prager.....	21
I.2.1.3 Le critère de Gough & Pollard .....	22
I.2.1.4 Le critère de Davies .....	22
I.2.1.5 Le critère de Nishihara & Kawamoto .....	22
I.2.1.6 Le critère de Lee 1 .....	22
I.2.1.7 Le critère de Lee 2 .....	23
I.2.1.8 Conclusion.....	23
I.2.2 Les critères de type plan critique .....	23
I.2.2.1 Nomenclature .....	24
a) Les termes relatifs aux contraintes normales .....	25
b) Les termes relatifs aux contraintes tangentielles.....	26
I.2.2.2 Le critère de Stulen & Cummings.....	26
I.2.2.3 Le critère de Findley .....	27
I.2.2.4 Le critère de Yokobori .....	27
I.2.2.5 Le critère de McDiarmid 1 .....	28
I.2.2.6 Le critère de McDiarmid 2 .....	28
I.2.2.7 Le critère de Dang Van 1 .....	29
I.2.2.8 Le critère de Mataka.....	29
I.2.2.9 Le critère de Flavenot & Skalli.....	29
I.2.2.10 Le critère de Dang Van 2 .....	30
I.2.2.11 Le critère de Froustey dérivé Yokobori.....	30
I.2.2.12 Le critère de Munday & Mitchell .....	31
I.2.2.13 Le critère de Galtier & Séguret.....	31
I.2.2.14 Le critère de Deperrois .....	32

I.2.2.15 Le critère de Robert.....	33
I.2.2.16 Conclusions.....	34
I.2.3 Les critères d'approche globale .....	34
I.2.3.1 Nomenclature .....	35
I.2.3.2 Le critère de Sines .....	35
I.2.3.3 Le critère de Crossland .....	36
I.2.3.4 Le critère de Marin .....	36
I.2.3.5 Le critère de Deitman & Issler 1 .....	37
I.2.3.6 Le critère de Deitman & Issler 2 .....	37
I.2.3.7 Le critère de Deitman & Issler 3 .....	37
I.2.3.8 Le critère de Grübisic & Simbürger .....	37
I.2.3.9 Le critère de Kinasoshvili .....	40
I.2.3.10 Le critère de Kakuno & Kawada.....	40
I.2.3.11 Le critère de Hashin .....	41
I.2.3.12 Le critère de Fogue .....	41
I.2.3.13 Le critère de Papadopoulos 1 .....	42
I.2.3.14 Le critère de Froustey & Lasserre .....	42
I.2.3.15 Le critère de Papadopoulos 2 .....	44
a) Cas des métaux doux.....	44
b) Cas des métaux durs.....	45
I.2.3.16 Le critère d'Altenbach & Zolocheski 1 .....	46
I.2.3.17 Le critère d'Altenbach & Zolocheski 2 .....	46
I.2.3.18 Le critère de Palin-Luc.....	46
I.2.3.19 Conclusions.....	48
I.3 Confrontation des critères avec la banque de données d'essais multiaxiaux .....	49
I.3.1 Objectifs .....	49
I.3.2 Principe de validation des critères .....	50
I.3.3 Présentation de la banque de données d'essais multiaxiaux .....	51
I.3.4 Validation des critères de fatigue multiaxiaux .....	53
I.3.4.1 Critères de fatigue de type plan critique.....	53
I.3.4.2 Critères de fatigue d'approche globale.....	59
I.3.5 Particularités de certains critères de type plan critique.....	66
I.4 Conclusions .....	69

<b>Chapitre II : Prise en compte du gradient de contrainte dans les critères de fatigue multiaxiaux .....</b>	<b>71</b>
II.1 Effet du gradient de contrainte en fatigue.....	71
II.2 Interprétation de l'effet du gradient de contrainte .....	78
II.3 Prise en compte de l'effet du gradient de contrainte .....	81
II.3.1 La méthode du gradient de Brand et Sutterlin .....	81
II.3.2 La proposition de Papadopoulos.....	89
II.4 Propositions basées sur les travaux de Papadopoulos.....	95
II.4.1 Prise en compte du gradient de contrainte dans le critère de Robert.....	95
II.4.1.1 Formalisme du critère.....	95
II.4.1.2 Calage du critère .....	96
a) Résultats du premier calage.....	97
b) Résultats du second calage .....	97
II.4.2 Prise en compte du gradient de contrainte dans le critère de Fogue.....	98
II.4.2.1 Formalisme du critère.....	98
II.4.2.2 Calage du critère .....	99
a) Résultats du premier calage.....	99
b) Résultats du second calage .....	99
II.5 Validation des critères PAG (Papadopoulos), RBG (Robert) et FGG (Fogue) prenant en compte l'effet du gradient de contrainte.....	100
II.5.1 Résultats pour la série 500 .....	103
II.5.2 Résultats pour la série 600 .....	105
II.5.3 Résultats pour la série 800 .....	106
II.5.4 Analyse des résultats.....	108
II.6 Applicabilité des critères avec prise en compte du gradient de contrainte au cas des structures complexes.....	111
II.7 Conclusions .....	115

<b>Chapitre III : Estimation de durée de vie des structures sous chargement quelconque</b> .....	<b>117</b>
III.1 Méthodes d'estimation de durée de vie en fatigue multiaxiale aléatoire .....	117
III.2 Approches développées dans le cadre du partenariat INSA-LEDEPP.....	120
III.2.1 Méthode classique d'estimation de durée de vie .....	120
III.2.1.1 La variable de comptage .....	121
III.2.1.2 L'utilisation des critères de fatigue multiaxiaux .....	123
III.2.1.3 Les lois d'endommagement .....	124
a) Loi de Miner.....	125
b) Loi de Lemaitre et Chaboche .....	125
Formalisme de la loi.....	125
Intégration de la loi.....	126
Calage du modèle.....	127
Arborescence de l'intégration.....	127
Accélération de l'algorithme par une formulation optimisée.....	128
III.2.1.4 Validation de la méthode classique.....	130
III.2.2 Méthode basée sur le principe du dommage par plan.....	133
III.2.2.1 Propositions de mise en œuvre du dommage par plan.....	136
a) Première proposition .....	136
b) Deuxième proposition.....	137
c) Troisième proposition .....	138
III.2.2.2 Présentation complète de l'approche retenue.....	139
III.2.2.3 Validation de la méthode basée sur le dommage par plan .....	145
III.2.3 Méthode du comptage et dommage par plan .....	150
III.2.3.1 Influence du plan de comptage .....	150
III.2.3.2 Mise en évidence de l'influence du plan de comptage.....	155
III.2.3.3 Comment choisir le plan de comptage adéquat ? Méthode du comptage et dommage par plan.....	158
III.2.4 Conclusions.....	164
III.3 Développement d'un logiciel industriel d'estimation de durée de vie en fatigue sous chargement quelconque .....	166
III.3.1 Extension des méthodes aux calculs en fatigue des structures.....	167
III.3.2 Logiciel Sollife .....	169
III.4 Validation du logiciel Sollife sur des applications industrielles .....	171

III.4.1 Dimensionnement d'un disque d'accouplement.....	171
III.4.1.1 Introduction.....	171
III.4.1.2 Modélisation .....	172
III.4.1.3 Sollicitations .....	174
a) Etats unitaires.....	174
b) Séquence de chargement .....	175
III.4.1.4 Données de fatigue .....	176
III.4.1.5 Résultats des calculs en fatigue.....	177
III.4.1.6 Conclusion.....	182
III.4.2 Application à un composant automobile .....	182
III.4.2.1 Introduction.....	182
III.4.2.2 Modélisation du comportement en fatigue.....	184
III.4.2.3 Conclusion.....	186
III.5. Synthèse générale.....	187
<b>Conclusions et Perspectives .....</b>	<b>189</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>193</b>
<b>Annexe A : Banque de données d'essais de fatigue multiaxiaux .....</b>	<b>201</b>
<b>Annexe B : Validation des critères de fatigue multiaxiaux .....</b>	<b>215</b>
<b>Annexe C : Calage des critères de Robert et de Fogue à intégration du gradient de contrainte .....</b>	<b>229</b>