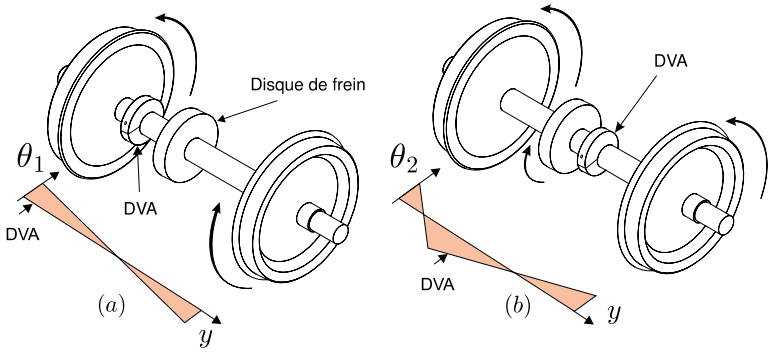
Université Libre de Bruxelles

Faculté des Sciences Appliquées

Usure Ondulatoire en Transport Ferroviaire : Mécanismes et Réduction

Christophe Collette



Thèse soumise pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Appliquées

Année académique 2006-2007

Laboratoire des Structures Actives
Service des Constructions Mécaniques et Robotique

Table des matières

Jury **iii**

Remerciements **v**

Résumé **vii**

Glossaire **ix**

1 Introduction **1**
1.1 Définition de l'UO 1
1.2 Classification 2
1.3 Traitement de l'UO 4
1.4 Motivation et organisation de cette thèse 7
1.5 Références 8

2 Dynamique ferroviaire **11**
2.1 Introduction 11
2.2 Le contact roue-rail 11
2.2.1 Le problème normal 11
2.2.2 Le problème tangentiel 13
2.2.3 Le contact non-stationnaire 20
2.3 Dynamique du véhicule et de la voie 20
2.3.1 La voie 20
2.3.2 Le véhicule 23
2.4 Réceptances et modèles 25
2.5 Conclusion 26
2.6 Références 26

3 Prediction de l'usure ondulatoire **29**
3.1 Introduction 29
3.2 Le domaine fréquentiel 29

3.2.1 Revue de la littérature 29
3.2.2 L'approximation linéaire 30
3.3 Description du modèle 32
3.4 Le domaine temporel 33
3.4.1 Revue de la littérature 33
3.4.2 Description du modèle 34
3.5 Filtre du contact 36
3.6 Mécanismes d'endommagement du rail : approche vectorielle . . . 37
3.7 Conclusion 39
3.8 Références 39

4 Absorbeurs dynamiques 43
4.1 Introduction 43
4.2 Historique des absorbeurs dynamiques 43
4.3 Méthode des pics égaux 45
4.3.1 Structure faiblement amortie 48
4.3.2 Structure amortie 51
4.4 Autres méthodes de dimensionnement 52
4.4.1 Méthode de la variance minimum 52
4.4.2 Méthode de la stabilité maximum 52
4.5 Structures à plusieurs degrés de liberté 53
4.6 Effet du DVA sur la croissance sur l'UO 56
4.7 Conclusions 58
4.8 Références 59

5 Etude de cas 61
5.1 Introduction 61
5.2 Description du cas test 61
5.2.1 Historique 61
5.2.2 Contexte 62
5.2.3 Caractéristiques de l'UO 62
5.2.4 Mesure et suivi de l'évolution de l'UO 64
5.3 Domaine fréquentiel 66
5.4 Domaine temporel 68
5.4.1 Le modèle multi-corps 68
5.4.2 Résultats expérimentaux 71
5.5 Variations des paramètres 73
5.6 Effet d'un DVA monté sur la traverse 75
5.7 Conclusions 76
5.8 Références 77

6 Les vibrations de torsion 79
6.1 Introduction . . . 79
6.2 Revue de la littérature . . . 80
6.3 Mécanisme de fixation de la longueur d'onde . . . 80
6.4 Motivations . . . 81
6.5 Efficacité théorique . . . 84
6.6 Expérience numérique . . . 86
6.6.1 Modèle multi-corps . . . 86
6.6.2 Résultats numériques . . . 88
6.6.3 Effet du DVA sur la croissance de l'UO . . . 90
6.7 Conclusions . . . 92
6.8 Références . . . 92

7 Validation expérimentale 95
7.1 Introduction . . . 95
7.2 Les lois de similitudes . . . 95
7.3 Dimensionnement des DVA . . . 99
7.4 Sensibilité du DVA . . . 103
7.5 Experiences . . . 103
7.5.1 Dispositif expérimental . . . 103
7.5.2 Le modèle multi-corps . . . 108
7.5.3 Résultats . . . 108
7.6 Perspectives d'amélioration . . . 108
7.7 Conclusions . . . 110
7.8 Références . . . 111

8 Conclusion générale 115

A Dérivée particulaire 119

B Principe de fonctionnement du vibromètre rotationnel 121
B.1 Acquisition de la vitesse linéaire . . . 121
B.2 Acquisition de la vitesse angulaire . . . 121
B.3 Références . . . 122

Bibliographie Générale 123