
Méthodes d'analyse des contraintes résiduelles dans les roues ferroviaires pour la maintenance

Yann Cheynet^{*1}, Florence Bey¹, Xavier Lorang², and Bastien Richard¹

¹Agence d'Essai Ferroviaire (SNCF-AEF) – SNCF – France

²SNCF : Innovation Recherche – SNCF – France

Résumé

L'objectif de cette présentation est de décrire comment des défaillances survenues dans les années 1990 ont permis de faire évoluer les exigences et les standards sur la fabrication des roues ferroviaires et sensibiliser le secteur à la prise en compte des contraintes résiduelles. En effet, les roues de trains sont soumises à des sollicitations très importantes de par leurs rôles de supporter des charges lourdes, faire avancer le train, le guider sur le rail et le freiner. Ainsi de nombreux phénomènes entrent en jeu, comme le fretting, la corrosion, l'usure, la fatigue classique ou de contact et le thermique. Ces phénomènes sont pris en compte dans la conception des roues, leur utilisation et surtout leur maintenance. Ainsi l'organisation de cette dernière doit garantir l'absence de risque de défaillance

Parmi ces risques redoutés, la rupture de roues en est un dont les conséquences ne sont plus à démontrer. Ce cas peut se présenter de deux manières. La rupture radiale et la rupture circonférencielle.

Dans ces deux cas de défaillance, les contraintes résiduelles jouent un rôle majeur.

Il est important de les maîtriser et donc de les analyser. Pour cette raison, des méthodes avaient été développées :

- La première destructive est réalisée dans le cadre des homologations, sur produits neufs pour caractériser l'état de contrainte induit par la trempe superficielle de la table de roulement, traitement réalisé pour l'augmentation des caractéristiques mécaniques dans la zone de contact roue/rail. Il s'agit de la méthode de découpe (calcul des contraintes résiduelles à partir des déformations liées à la relaxation mesurées à l'aide de jauges extensométriques).
- La seconde non destructive est destinée à la maintenance, pour caractériser l'évolution en service des contraintes résiduelles. Il s'agit d'une estimation par la méthode ultrasonore.

Ces deux méthodes bien qu'assez anciennes répondent encore aujourd'hui aux besoins de la maintenance ferroviaire et l'évolution technologique améliorant les performances des appareils, il est tentant de remplacer certaines de ces méthodes anciennes plus lourdes comme l'extensométrie par d'autres, plus simples et plus rapides à mettre en œuvre comme les ultrasons. Cependant, les volumes intéressés par ces méthodes peuvent être sensiblement différents et les résultats peuvent présenter des variations importantes.

*Intervenant

Une étude destinée à tester et valider un nouvel appareil d'analyse ultrasonore a été mise à profit pour comparer plus précisément les résultats obtenus par ces deux méthodes.

En complément, ces deux techniques d'analyses ont été confrontées à la méthode DHD (Deep Hole Drilling) et les résultats comparés à des calculs numériques.

Cette étude a permis de valider un nouvel appareil par rapport aux résultats obtenus sur roues de référence, mais aussi pour l'utilisation sur le terrain par le biais de campagnes d'essais sur différents types de matériels.

Ainsi, des différences significatives de comportement des roues de matériels différents vis-à-vis de l'évolution en service des contraintes résiduelles ont été clairement mises en évidence, permettant ainsi d'adapter les trames de maintenance au matériel.

Enfin, cette étude a permis de valider des modèles de simulations numériques et pour affiner, en fonction du matériel, des pas de contrôle des contraintes résiduelles si nécessaire.

Mots-Clés: Contraintes résiduelles, roue, ferroviaire, ultrason, DHD, simulation, défaillance