

AUTOMATISATION DU CONTRÔLE PAR ULTRASSONS DES ROUES DE TGV EN MAINTENANCE

AUTOMATIZATION OF CONTROL BY ULTRASSONS FOR WHEELS OF TGV IN RAILWAY MAINTENANCE CENTER

A. PRAGASSAM, T. POUILLART
SNCF - Agence d'Essais Ferroviaire
21 avenue du Président Allende - 94400 VITRY-SUR-SEINE

Résumé

Pour assurer une exploitation des rames de Train à Grande Vitesse avec le maximum de fiabilité et de sécurité tout en diminuant le temps de contrôle des roues, la SNCF a choisi d'équiper le tout récent centre de maintenance des TGV, appelé TECHNICENTRE EST EUROPEEN (TEE), d'une installation automatisée pour le contrôle par ultrasons des roues en immersion sous rame. Cette communication se propose de présenter :

- la terminologie des roues,
- les sollicitations en service,
- les fissurations internes dans les roues,
- le principe technique du contrôle automatisé des roues par ultrasons en maintenance,
- l'installation de contrôle,
- le contrôle en maintenance,
- la qualification de l'installation,
- les perspectives d'évolutions des installations automatisées à venir.

Abstract

To assure an exploitation of TGV-EST assuring the connection Paris STRASBOURG, with the maximum of reliability and safety while decreasing the time of control of wheels, the SNCF choosed to equip the new recent railway maintenance center of TGV in the suburb of Paris, called TECHNICENTRE EST EUROPEEN (TEE), of an automatized installation meant for dip ultrasonic examination of wheels under train. This communication suggests presenting:

- *technology of the wheels of TGV,*
- *stresses in service,*
- *defects on the wheels,*
- *technical principle of the control automatized by ultrassons in maintenance of wheels,*
- *equipment of control,*
- *process of qualification,*
- *control process in maintenance,*
- *perpectives of evolutions of the installations automated to come*

I- INTRODUCTION

Plus de vingt cinq ans d'exploitation du Train à Grande Vitesse à des vitesses commerciales atteignant aujourd'hui 320km/h et bientôt 360km/h, avec toujours le souci constant de transporter les voyageurs et le personnel de bord en toute sécurité.

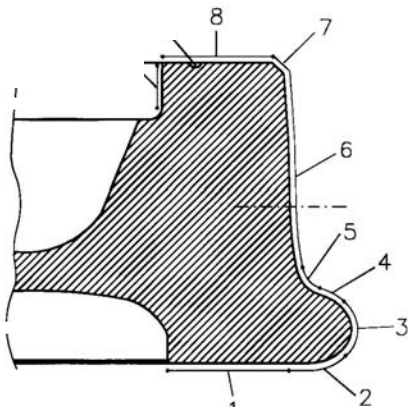
La garantie de cette sécurité résulte d'une conception bien étudiée, d'une fabrication bien maîtrisée et d'une surveillance régulière de tous les organes stratégiques des rames à grande vitesse.

Parmi les organes qui assurent des fonctions essentielles et dont la fiabilité contribue à la sécurité des circulations figurent les roues. Elles font l'objet de contrôles de santé individuels par la méthode des ultrasons, en fabrication et en maintenance.

Cet exposé concerne le contrôle par ultrasons des roues, en maintenance. Il présente

- en premier lieu, la terminologie des roues, les sollicitations en service et les dégradations observées en maintenance qui pourraient entraîner leur défaillance,
- en second lieu, le principe technique, l'équipement de contrôle automatique des roues par ultrasons, le processus de qualification des équipements de contrôles et le processus de contrôle mis au point pour la surveillance périodique des roues sous rames TGV.

II – LA TERMINOLOGIE DES ROUES



1. Face interne de la jante
2. Face interne du boudin
3. Sommet du boudin
4. Flanc du boudin
5. Zone de raccordement boudin-table
6. Table de roulement
7. Chanfrein
8. Face externe de la jante

III – LES SOLLICITATIONS EN SERVICE ET LES RISQUES

Les roues assurent le roulement sur rail. En service la roue transmet les forces entre le véhicule et les rails. Ces forces induisent des champs de contraintes complexes et notamment des contraintes de HERTZ dans les jantes, dues aux contacts répétés « roue-rail ». Celles-ci peuvent générer des fissurations internes par fatigue, parallèles à la table de roulement pour peu qu'elles trouvent un point d'amorçage. La profondeur de la zone de contrainte maximale est située à environ 15mm de la surface de roulement comme illustré sur le croquis ci-après.

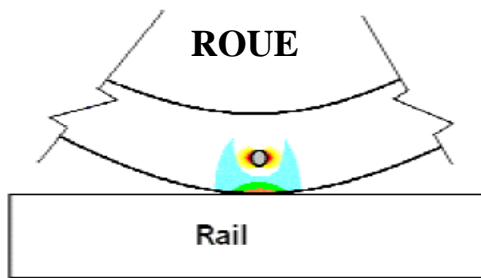


Illustration du contact roue-rail

IV – LES FISSURATIONS INTERNES

Les défauts internes sont en général très peu nombreux mais peuvent avoir des conséquences catastrophiques. La fissuration peut apparaître entre 10 et 20 mm sous la table de roulement. Elle prend naissance sur des inclusions, et évolue parallèlement à la table de roulement vers l'extérieur pour déboucher sur la face de la jante.

La propagation de fatigue peut, si elle n'est pas détectée, entraîner la perte d'un secteur de roue important.



Fissuration parallèle à la table de roulement ayant conduit à la perte d'un secteur de roue.

V – LES CONTROLES PAR ULTRASONS EN MAINTENANCE

A l'issue du process de fabrication des roues, un contrôle de santé interne de la jante par ultrasons est pratiqué par le fabricant, en application de la Norme NF EN 13262 [1], afin d'éliminer celles qui présenteraient des inclusions équivalentes ou supérieures à 1 mm de diamètre.

Néanmoins, le retour d'expérience SNCF a montré que ce contrôle ne dispense pas d'exercer une surveillance en service, car les défauts de taille inférieure au critère indiqué précédemment sont susceptibles d'évoluer compte tenu de la durée de vie importante des roues de TGV (supérieure à 2Mkm, pour la plupart d'entre elles).

[1] Essieux montés et bogies Roues – Prescriptions pour le produit

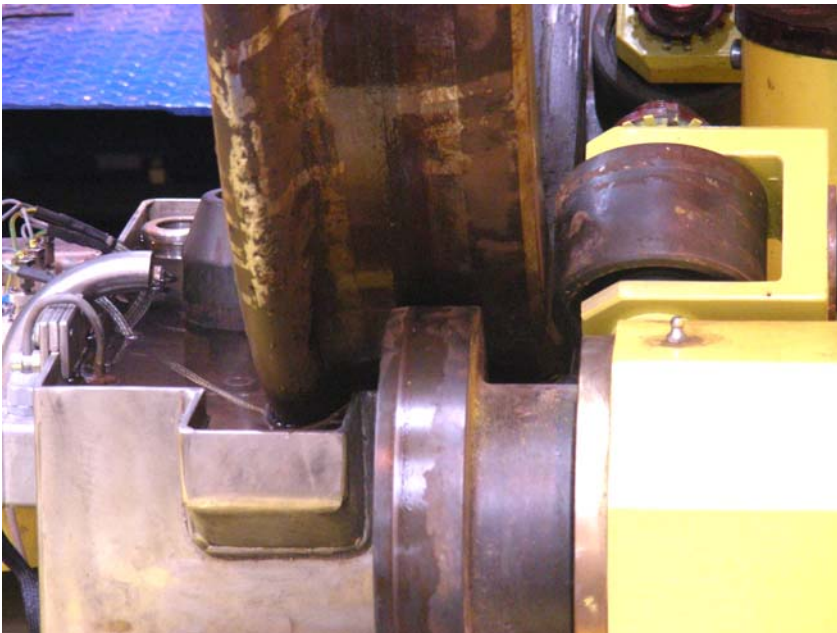
Pour la recherche des éventuelles fissures dans les jantes de roues, les contrôles par ultrasons sont le plus souvent pratiqués de façon manuelle, mais dans les grands centres de maintenance des TGV, ces contrôles sont faits en automatique.

Le présent exposé décrit le contrôle par ultrasons en automatique des roues au sein du Technicentre Est Européen, le nouveau centre de maintenance des rames TGV-EST assurant les liaisons entre PARIS et STRABOURG.

V.1 PRINCIPE

La technique du contrôle par ultrasons la mieux adaptée pour la recherche des défauts internes est celle de l'immersion des jantes de roues dans l'eau avec un sondage radial, en ondes longitudinales, à partir de la table de roulement.

Comme les défauts recherchés sont proches de la surface, les sondes utilisées sont des sondes en Emission et Réception (E/R) séparées.



Position de la roue dans le bac à eau

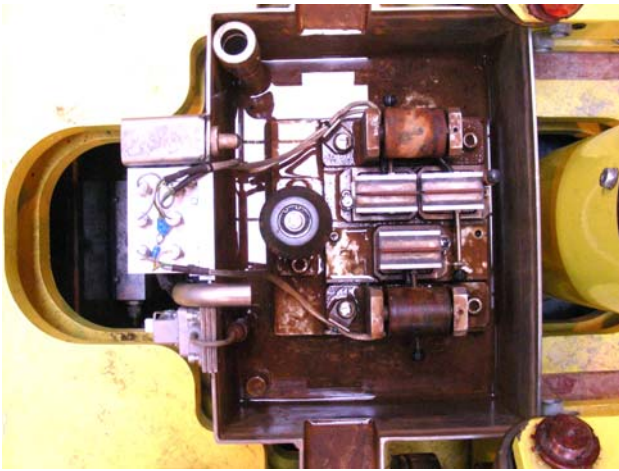
V.2 EQUIPEMENTS

L'installation comprend deux postes indépendants pour chaque essieu d'un même bogie de TGV pouvant fonctionner soit simultanément, soit indépendamment l'un de l'autre.

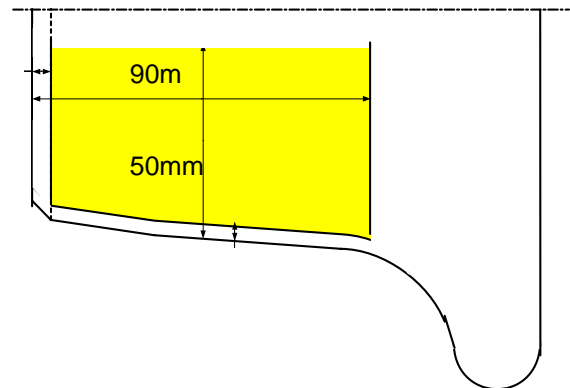
Un système de halage permet de disposer le bogie à contrôler sur le banc d'inspection.

Le bogie est disposé sur des vérins et soulevé pour permettre au rail escamotable de se déplacer. Il est ensuite placé en position de contrôle sur des galets puis les bacs remplis d'eau viennent se mettre sous chacune des roues à contrôler.

Dans chaque bac, trois traducteurs permettent d'examiner toute la largeur de la table de roulement sur une profondeur de 50mm.



Bac à eau avec trois sondes E/R



En jaune, zone de la table de roulement contrôlée par UT

Chaque poste est composé d'un système motorisé pouvant entraîner en rotation un essieu d'un bogie de TGV dont la charge à l'essieu est de 17 tonnes.

Le logiciel permet de visualiser les résultats relatifs à chacune des voies sur un même écran favorisant ainsi la rapidité de dépouillement.

Après le contrôle, les bacs s'abaissent et le bogie est remonté afin que les rails reviennent en position initiale. Le bogie est ainsi remis sur la voie puis le bogie suivant est mis en place au moyen du système de halage.

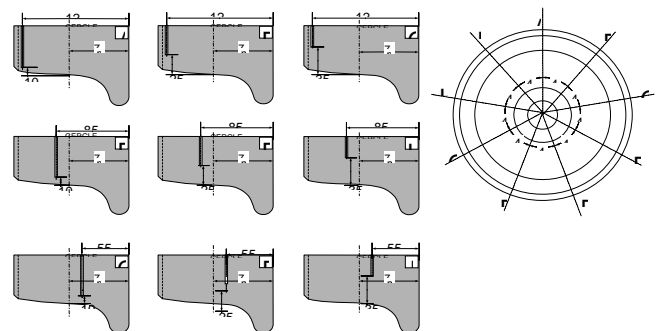
La mise en place d'un bogie et son contrôle dure environ 5 minutes.

V.3 ETALONNAGE AVANT CONTROLE

Pour l'étalonnage, un bogie spécifique comportant deux essieux étalon est mis à disposition. Dans chacune des roues de l'essieu, neuf défauts artificiels ont été implantés à différentes distances et profondeurs dans la jante de roue. Les défauts sont des trous à fond plat de 3mm de diamètre.



Bogie avec roues étalon



.Position des défauts artificiels

Lorsque le bogie est en position sur le banc, les réglages des traducteurs situés dans chaque bac sont optimisés pour que chaque défaut apparaisse avec une amplitude de 80% de la hauteur de l'écran. A partir de là, une courbe DAC est tracée pour chercher les défauts situés entre 6 et 50 mm sous la table de roulement.

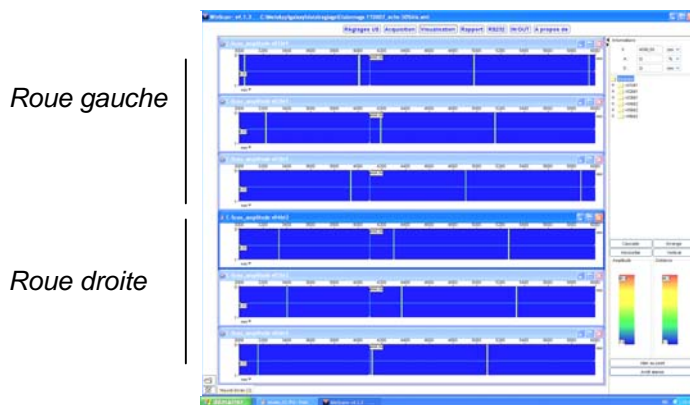


Diagramme d'enregistrement obtenu sur l'essieu étalon

V.4 CONTROLE DES RAMES EN SERVICE

Chaque rame de TGV comprenant 13 bogies, soit 52 roues, est examinée par un seul opérateur qualifié niveau 1 en ultrasons dans le Comité Ferroviaire de Certification pour la Maintenance (CFCM) de la COFREND.

A titre de comparaison, le contrôle d'une rame TGV s'effectue en moins de quatre heures. En contrôle manuel, il faut compter environ une semaine pour traiter le même nombre de roues avec deux opérateurs.



Passage de la rame au contrôle des roues

V.5 QUALIFICATION DE L'INSTALLATION

Avant de mettre le banc au service de la production, celui-ci a été qualifié par un agent niveau 3 en ultrasons CFCM.

La qualification consiste, tout d'abord à vérifier la conformité de l'installation par rapport au cahier des charges, puis à s'assurer de la fiabilité des résultats en effectuant des essais de répétabilité et de reproductibilité. Le critère d'acceptabilité entre ces essais est de l'ordre de 2 ou 3 dB en valeur absolue.

VI - BANCS ACTUELS ET PERSPECTIVES

Actuellement, la SNCF dispose au total de trois installations automatisées pour le contrôle par ultrasons en immersion des roues de TGV. Celles-ci sont situées

- au Technicentre SUD-EST EUROPEEN, installation en cours de rénovation,
- au Technicentre LE LANDY, installation qui doit être rénovée très prochainement
- au Technicentre EST EUROPEEN, installation mise en service en 2007.

Une quatrième installation va être implantée dans la banlieue lyonnaise, basée sur l'utilisation de la technique phased array et d'un bras pivotant qui supportera un bac à eau dans lequel seront logées les sondes de contrôle.

Ces divers équipements automatisés font partie des systèmes mis en place pour assurer une exploitation fiable et sûre des rames TGV, tout en contribuant à améliorer la disponibilité des rames.