**Résumé :**

Ces travaux de thèse sont le fruit de la collaboration entre les membres du consortium nommé CIRTrans. Ce consortium regroupe les partenaires industriels suivants : ALSTOM, ARQUUS (Renault Trucks Defense), GIMA, REDEX, REEL, SAFRAN, TEXELIS, VOLVO ; ainsi que les membres institutionnels : le LabECAM de l'ECAM Lyon, le LaMCoS de l'INSA Lyon et le LTDS de l'Ecole Centrale de Lyon. Ce consortium a pour but de mutualiser les moyens et savoir-faire de l'ensemble des partenaires sur les problématiques des transmissions de puissance par engrenages telles que la tenue mécanique, les pertes de puissance ou les phénomènes vibroacoustiques.

Ce travail de thèse intègre cette dernière thématique et porte sur la prédiction et l'optimisation du bruit de sirène du réducteur d'étude. Le bruit de sirène provient de l’Erreur Statique de Transmission (EST) générée par le processus d'engrènement.

Lors de ces travaux de recherche, une méthodologie de calculs de réponses dynamiques d'un réducteur ferroviaire en régime stationnaire a été mise en oeuvre. Pour calculer les réponses dynamiques, la base modale du système ainsi que les spectres de l'erreur statique de transmission et de la raideur d'engrènement sont pris en compte. Pour déterminer la base modale, le modèle en éléments finis prend en compte le couplage entre dentures, la modélisation complète des corps de roues et du carter ainsi qu'une modélisation simplifiée des roulements. Les spectres de l'EST et de la raideur d'engrènement sont calculés à partir des efforts, des souplesses, des écarts microgéométriques des dentures et d'une modélisation du contact entre les dents. Afin d'asseoir la pertinence de la méthodologie de calcul, des campagnes expérimentales ont été menées. La première campagne de mesures concerne une analyse modale expérimentale au marteau de choc. Des modes expérimentaux ont été identifiés, ils ont permis de recaler et valider le modèle numérique à partir du critère de MAC (Modal Assurance Criterion). La deuxième campagne de mesures s'attache à une analyse de la réponse dynamique du réducteur en condition de fonctionnement. Ces mesures ont permis de mettre en évidence la richesse de la réponse vibroacoustique du réducteur. De plus, des confrontations calculs/mesures sur le comportement vibroacoustique ont été réalisées. Enfin, une fois la méthode de calcul validée, différentes optimisations du carter (topolgique, épaisseur, lattices) ont été réalisées. Ces différentes optimisations ont été comparées avec le réducteur d'origine. Suivant les régimes de fonctionnement et le type d'optimisation, une réduction de la puissance vibroacoustique est observée allant de 1 à 14 dB.

This thesis work is the result of collaboration between the members of the consortium named CIRTrans. This consortium brings together the following industrial partners: ALSTOM, ARQUUS (Renault Trucks Defense), GIMA, REDEX, REEL, SAFRAN, TEXELIS, VOLVO; as well as the institutional members: the LabECAM from ECAM Lyon, the LaMCoS from INSA Lyon and the LTDS from Ecole Centrale de Lyon. The aim of this consortium is to pool the resources and know-how of all the partners on the issues of gears power transmission such as mechanical strength, power losses or vibroacoustic phenomena.

This thesis work integrates this last problematic and relates to the prediction and the optimization of the whining noise of the study gearbox. The whining noise comes from the Static Transmission Error (STE) generated by the meshing process.

During this research work, a methodology to compute the stationary dynamic responses of a railway gearbox was developed. We take into account the modal basis of the system and the spectra of the static transmission error and the mesh stiffness to calculate the dynamic responses. To compute the modal basis, the finite element model takes into account the coupling between teeth, the complete modeling of the wheel bodies ans the housing and a lumped parameter model of the bearings. The spectra of STE and mesh stiffness are computed from gear microgeometry, deviations and tooth flexibility and from a modeling of the contact between the gear teeth. Experimental campaigns carried out in order to establish the relevance of the calculation methodology. The 1st measurement campaign concerns an experimental modal analysis with a shock hammer. Experimental modes are identified and allow tuning and validation of the numerical model from the criterion of MAC (Modal Assurance Criterion). the 2nd measurement campaign concerns an analysis of the dynamic response of the gearbox under stationnary operating conditions. These measurements allow highlighting the spectral richness of the gearbox dynamic and vibroacoustic response. Then, computations / measurements comparisons on vibroacoustic behavior were carried out. Finally, once the calculation method validated, we were able to carry out various optimizations (topological, thickness, lattices). These different optimizations are compared with the original gearbox. A vibroacoustic power decrease between 1 to 14 dB is observed depending on the operating conditions and the type of optimization.

**Titre :**

Optimisation des architectures et carters de réducteurs par engrenages hélicoïdaux vis-à-vis du bruit de sirène

Optimization of helical gearbox architectures and housings with respect to whinning noise

**Mots clés :**

Vibroacoustique ; Réducteur ; Engrenage ; Optimisation ; Bruit de sirène ; Eléments finis ; Ferroviaire

Vibroacoustics ; Reducer ; Gear ; Optimization ; Whinning noise ; Finite elements ; Railway