

Titre : Caractérisation expérimentale et modélisation 1D des transferts thermiques de la boucle d'air d'un moteur à allumage commandé suralimenté : de l'échelle du composant à l'échelle du véhicule

Mots clés : Transferts thermiques, Modélisation 1D, Moteur à allumage commandé, Turbocompresseur, Calibration, Caractérisation expérimentale

Résumé : Les chaînes de traction automobile sont de plus en plus complexes afin de répondre aux exigences de réduction des émissions polluantes tout en garantissant un bon niveau de performance. La modélisation intervient désormais lors des différentes phases du développement des moteurs et se substitue avantageusement aux essais onéreux. Il est donc indispensable de disposer de modèles fiables et de méthodologies de calibration associées robustes.

Les nombreuses interactions entre les transferts thermiques, la suralimentation et le rendement volumétrique impactent sensiblement le fonctionnement des moteurs à allumage commandé. Dans cette thèse, des campagnes expérimentales ont été menées pour caractériser les phénomènes thermiques sur différents bancs d'essais (turbocompresseur, moteur et véhicule) sur des points stabilisés ou en phase transitoire.

En s'appuyant sur ces essais, plusieurs méthodologies permettant une meilleure prise en compte des transferts thermiques ont été développées. Ainsi, une méthode de correction des cartographies de performances des turbocompresseurs a été proposée en utilisant des corrélations semi-empiriques de transferts de chaleur. Une procédure de calibration d'un modèle moteur complet a également été développée en mettant en œuvre un processus d'optimisation génétique. Les méthodologies développées ont été appliquées à différents moteurs avec succès démontrant ainsi leur transposabilité.

La précision du modèle moteur obtenu a finalement permis de reproduire fidèlement l'impact des conditions thermiques de la ligne d'air et des stratégies de contrôle du moteur lors de phases transitoires.

Title : Experimental characterisation and 1D modelling of heat transfer in the air loop of a turbocharged spark ignition engine: from component to vehicle scale

Keywords : Heat transfer, 1D Modelling, Spark ignition engine, Turbocharger, Calibration, Experimental characterisation

Abstract : Automotive powertrains are becoming more and more complex in order to meet the requirements of reducing pollutant emissions while guaranteeing a good level of performance. Modelling now occurs during the various phases of engine development and is a useful substitute for costly testing. It is therefore essential to have reliable models and robust associated calibration methodologies.

The numerous interactions between heat transfer, turbocharging and volumetric efficiency significantly impact on the operation of spark-ignition engines. In this thesis, experimental campaigns were carried out to characterise thermal phenomena on different test benches (turbocharger, engine and vehicle) on stabilised points or in transient phases.

Based on these tests, several methodologies have been developed to take better account of heat transfer. Thus, a method for correcting turbocharger performance maps was proposed, using semi-empirical heat transfer correlations. A procedure for calibrating a complete engine model was also elaborated using a genetic optimisation process. The methodologies developed have been successfully applied to different engines, thus demonstrating their good predictability.

The accuracy of the obtained engine model was then used to faithfully reproduce the impact of air loop thermal conditions or engine control strategies during transient phases.