

**Titre :** Approche méthodologique avancée pour l'amélioration des systèmes de conversion d'énergie thermique : Analyse, méthodologie et conception de turbomachines dédiées à la mobilité durable

**Mots clés :** Compresseurs, turbines, supersonique, ondes de choc, conception inverse

**Résumé :** Le marché automobile évolue vers des groupes motopropulseurs plus efficaces et respectueux de l'environnement, ce qui accentue les contraintes liées au circuit d'air et souligne l'importance des performances du turbocompresseur dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Ces dernières années, plusieurs études ont visé à optimiser l'efficacité de chaque composant, tels que la chambre de combustion, le turbocompresseur, les machines électriques (pour les systèmes hybrides), les solutions de récupération d'énergie, et les piles à combustible. Dans ce contexte, des outils capables de prédire avec précision les performances de chaque composant, tout en réduisant le temps de calcul, sont essentiels. En première approche, l'étude de la prédiction du champ de performance du compresseur a été développée pour soutenir la conception des systèmes énergétiques. En deuxième approche, une étude liée à la conception des turbines axiales pour récupérer de l'énergie à l'échappement des systèmes à basse températures (low grade heat) est présentée. La structure de chaque chapitre commence par une revue bibliographique, présentant les avantages et les inconvénients des modèles existants, suivie de la proposition d'un nouveau modèle ou méthode de conception.

**Title :** Advanced methodological approach for the improvement of thermal energy conversion systems: Analysis, methodology, and design of turbomachines dedicated to sustainable mobility

**Keywords :** Compressors, turbines, supersonic, shock waves, inverse design

**Abstract :** The automotive market is evolving toward more efficient and environmentally friendly powertrains, which increases the constraints on the air circuit and highlights the importance of turbocharger performance in reducing CO<sub>2</sub> emissions. In recent years, several studies have aimed to optimize the efficiency of each component, such as the combustion chamber, turbocharger, electric machines (for hybrid systems), energy recovery solutions, and fuel cells. In this context, tools capable of accurately predicting the performance of each component while reducing computation time are essential. As a first approach, a study on predicting the compressor performance map has been developed to support the design of energy systems. As a second approach, a study related to the design of axial turbines for recovering exhaust energy from low grade temperature sources has been conducted. The structure of each chapter begins with a literature review, presenting the advantages and disadvantages of existing models, followed by the proposal of a new model or design method.