

## MODELISATION ET SIMULATION THERMIQUE DE DIFFERENTES ARCHITECTURES DE CHAÎNE DE TRACTION D'UN VEHICULE HYBRIDE

### Résumé

Afin de réduire les émissions de polluants et de CO<sub>2</sub> les constructeurs automobiles se tournent de plus en plus vers des solutions de chaîne de traction électrifiées. Cette électrification des véhicules augmente la complexité des systèmes à concevoir. Les outils MBSE basés sur une approche système peuvent être utilisés pour gérer cette complexité grandissante. L'industrie utilise encore peu de méthodes d'optimisations globales de systèmes basées sur une approche système. L'optimisation globale nécessite de s'intéresser aux trois niveaux de conception suivants : architecture, composant et contrôle. L'approche système vise à gérer les exigences du système à concevoir et s'assurer que la solution retenue satisfait à l'ensemble de ces exigences système. L'objectif de cette thèse est de développer une telle méthode pour la conception de systèmes de refroidissement pour véhicules hybrides.

Des outils automatiques de génération d'architectures fonctionnelles et d'optimisation de contrôle (loi de gestion d'énergie) sont appliqués au système de chaîne de traction HEV. L'outil de génération d'architectures fonctionnelles est basé sur un concept d'arbre de décision ainsi que par une représentation sous forme de graphe des solutions à générer. L'optimisation du contrôle est assurée par un algorithme de programmation dynamique. Un panel d'architectures fonctionnelles de système HEV est ainsi généré et optimisé à partir des exigences système HEV. Dans l'approche système proposée, les exigences du sous-système de refroidissement découlent de l'optimisation énergétique au niveau du système HEV. En effet, les sollicitations des composants d'une architecture fonctionnelle de système HEV sont déterminés par la définition de la loi de gestion d'énergie.

La méthode de recherche de solutions de sous-systèmes de refroidissement est également basée sur un concept d'arbre de décision. Pour chaque solution générée, une optimisation de la consommation énergétique des pompes d'un circuit de refroidissement est réalisée sous des contraintes hydrauliques, thermiques et d'intégration. Les contraintes hydrauliques et thermiques sont définies au niveau du système HEV. Un outil de design génératif permet de prendre en compte les contraintes d'intégration. Les variables d'optimisation sont multiples, et définies sur plusieurs niveaux de conception : architecture (la topologie du système), composant (dimensionnement des radiateurs et pompes hydrauliques) et contrôle (définition du contrôle des pompes hydrauliques). Les méthodes classiques de recherche de solution à ce type de problème d'optimisation sont basées sur le savoir-faire et les connaissances des experts, permettant de réduire l'espace des solutions possibles. Généralement le résultat obtenu est une solution correspondant à un optimum local.

La méthode globale d'optimisation de circuit de refroidissement pour véhicule HEV a été appliquée sur un projet existant chez Renault. Une analyse de sensibilité des solutions générées par rapport aux exigences systèmes a été également effectuée. Les points sensibles sont détectés en amont du projet et peuvent être surveillés tout le long du processus de développement du système afin d'éviter les boucles d'itérations sur les choix d'architectures systèmes. De plus, les résultats ont montré que le système est porté par ses exigences. Une modification des exigences système est susceptible de modifier la solution d'architecture système optimale par rapport au cahier des charges. Enfin, la méthode développée est indépendante de l'expérience de l'architecte système.

Mots-clés : architecture système, ingénierie système, optimisation énergétique