



## Avis de Soutenance

Monsieur Yang ZHOU

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **jeudi 12 novembre 2020** à 9h30

Lieu : 13 rue thierry mieg, 90000, Belfort

Salle : I102

Titre des travaux : Gestion de l'énergie prédictive appliquée aux véhicules hybrides pile à combustible

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 63

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Marie-Cécile PERA

Codirecteur de thèse : Alexandre RAVEY  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
Mme Marie-Cécile PERA	Professeur des Universités	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directrice de thèse
M. Olivier SENAME	Professeur des Universités	Institut Polytechnique de Grenoble	Rapporteur
Mme Florence OSSART	Professeur des Universités	Sorbonne Université	Rapporteuse
M. Alexandre RAVEY	Maître de conférences	Université Bourgogne - Franche-Comté	Co-directeur de thèse
M. Rachid OUTBIB	Professeur des Universités	Aix-Marseille Université	Examineur
M. Ali SARI	Professeur des Universités	Université Claude Bernard Lyon 1	Examineur
M. Simon MORANDO	Ingénieur	Symbio	Examineur
M. Marco SORRENTINO	Associate Professor	University of Salerno	Examineur

**Mots-clés :** véhicule électrique hybride, gestion de l'énergie, pile à combustible,

## Résumé de la thèse (en français) :

Les véhicules électriques hybrides à pile à combustible ont été largement considérés comme la substitution prometteuse par rapport aux véhicules traditionnels à moteur à combustion interne. Pour réduire les coûts d'exploitation des véhicules, une solution pratique au stade actuel consiste à utiliser efficacement et sainement les systèmes de propulsion hybrides. Une telle tâche peut être remplie via des stratégies de gestion d'énergie fiables, qui coordonnent les sorties de plusieurs sources d'énergie pour satisfaire la demande de puissance des véhicules. Dans un tel contexte, cette thèse vise à concevoir des stratégies de gestion intelligente de l'énergie pour les véhicules électriques hybrides à pile à combustible. Par rapport aux stratégies de contrôle existantes, cette thèse se concentre particulièrement sur la possibilité de combiner les informations de conduite prévues avec le cadre de contrôle optimal en temps réel. Plusieurs techniques de prédiction de conduite sont développées pour estimer les conditions de conduite à venir, comme la vitesse du véhicule, la référence de l'état de charge de la batterie et les informations sur le modèle de conduite. Ensuite, la model predictive control est sélectionnée pour la prise de décision en temps réel, car elle est capable de gérer les systèmes contraints variant dans le temps et est pratique pour l'intégration des informations prédictives de pilotage. Sur la base des résultats prévus et model predictive control, plusieurs stratégies de gestion prédictive de l'énergie sont établies, visant à économiser la consommation d'hydrogène et à améliorer la durabilité des piles à combustible par rapport aux stratégies de référence. La simulation hors ligne et les tests logiciels en boucle ont vérifié la fonctionnalité et l'adéquation en temps réel des stratégies proposées.

## Abstract (in English):

Fuel cell electric vehicles have been widely deemed as the promising substitution against traditional internal combustion engine-based vehicles. To reduce the vehicular operating costs, a practical solution at current stage is to efficiently and healthily use the hybrid propulsion systems. Such task can be fulfilled via reliable energy management strategies, which coordinate the outputs of multiple energy sources to satisfy the vehicular power request. In such context, this PhD thesis intends to devise intelligent energy management strategies for fuel cell hybrid electric vehicles. Compared to existing control strategies, this thesis especially focuses on the possibility of combining the forecasted driving information with the real-time optimal control framework. Several driving prediction techniques are developed to estimate the upcoming driving conditions, like the vehicle's speed, battery state-of-charge reference and driving pattern information. Thereafter, model predictive control is selected for real-time decision-making, since it is capable of handling the time-varying constrained systems and is convenient for the integration of driving predictive information. Based on the forecasted results and model predictive control, several predictive energy management strategies are established, aiming at saving hydrogen consumption and enhancing fuel cell durability versus benchmark strategies. Both offline simulation and software-in-the-loop testing have verified the functionality and real-time suitability of the proposed strategies.