



## Avis de Soutenance

Madame Amel BENMOUNA

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **lundi 09 décembre 2019** à 14h00

Lieu : Rue Thierry Mieg, Belfort 90010

Salle : E107

Titre des travaux : Gestion énergétique reconfigurable d'un véhicule électrique basée sur l'identification en ligne des sources embarquées

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 : Mohamed BECHERIF

Codirecteur de thèse : Daniel DEPERNET  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Mohamed BECHERIF	Maître de Conférences HDR	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de thèse
M. Emmanuel GODOY	Professeur	L2S - Laboratoire des signaux et systèmes, CentraleSupélec	Rapporteur
M. Loic BOULON	Professeur	Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canada	Examineur
M. Hamid GUALOUS	Professeur	Université de Caen Normandie	Rapporteur
M. Daniel DEPERNET	Maître de Conférences HDR	Université Bourgogne - Franche-Comté	Co-directeur de thèse

**Mots-clés** : Optimisation, Pile à combustible PEM, Batterie, Supercondensateur, Commande par passivité,

## Résumé de la thèse (en français) :

Ce sujet de thèse porte sur l'étude de la gestion énergétique reconfigurable d'un véhicule électrique basée sur l'identification en ligne des sources embarquées. Ces dernières années, la gestion d'énergie d'un système hybride pour les applications automobiles a fait l'objet d'un grand nombre de travaux de recherche. Dans cette étude, la chaîne énergétique considérée se constitue d'une pile à combustible comme source principale, de sources de stockage à savoir les batteries et/ou les supercondensateurs, de convertisseurs pour chaque source et enfin d'une charge émulant la demande en puissance. En effet, le problème qui se pose dans les systèmes hybrides est de trouver une stratégie permettant une meilleure répartition de la puissance électrique entre les différentes sources embarquées, ce qui constitue l'apport de ce travail de recherche. Ainsi que de définir des lois de gestion énergétique en considérant des mesures faites en temps réel dans le but d'augmenter la durée de vie et la fiabilité des sources d'une part, et la disponibilité du véhicule électrique d'autre part. Dans ce travail de thèse, le contrôle non linéaire nommé IDA-PBC (Interconnection and Damping assignment-Passivity Based Control) est utilisé avec la structure PCH (Port Controlled Hamiltonian) qui permet de présenter des propriétés structurelles du système à savoir l'énergie totale du système, l'amortissement et les interconnexions d'états. La méthode IDA-PBC est une technique non linéaire puissante, elle est considérée comme un moyen général pour stabiliser une grande classe de systèmes physiques. Dans une seconde partie de ce travail, une stratégie de gestion de l'énergie optimale est proposée pour le système hybride étudié qui est la combinaison entre l'IDA-PBC et la méthode d'Hamiltonian Jacobi Bellman. La preuve de stabilité est donnée et l'efficacité de la stratégie proposée est démontrée. Plusieurs validations expérimentales valident ce travail.

## Abstract (in English):

This thesis deals with the study of the reconfigurable energy management of an electric vehicle based on the online identification of embedded sources. In recent years, the energy management of a hybrid system for automotive applications has been the subject of a great number of research. In this study, the energy chain considered consists of a fuel cell as the main source, storage sources such as batteries and/or supercapacitors, converters for each source and finally a load emulating the power demand. Indeed, the problem in hybrid systems is to find a strategy for a better distribution of electrical power between the different embedded sources, which is the added value of this research work. As well as defining energy management laws by considering real-time measurements in order to increase the lifespan and reliability of sources on the one hand, and the availability of the electric vehicle on the other hand. In this thesis, the nonlinear control called IDA-PBC (Interconnection and Damping assignment-Passivity Based Control) is used with the PCH (Port Controlled Hamiltonian) structure which allows to present structural properties of the system namely total system energy, damping and state interconnections. The IDA-PBC method is a powerful nonlinear technique, it is considered as a general means to stabilize a large class of physical systems. In a second part of this work, an optimal energy management strategy is proposed for the hybrid system under study, which is the combination of IDA-PBC and Hamiltonian's Jacobi Bellman method. Proof of stability is provided and the effectiveness of the proposed strategy is demonstrated. Several experimental validations are presented.