



## Avis de Soutenance

Madame Yue ZHOU

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mercredi 15 décembre 2021** à 10h00

Lieu : UTBM, Site de Belfort, 12 Rue Ernest Thierry Mieg, 90000 BELFORT

Salle : B228

Titre des travaux : commande par mode glissant d'ordre supérieur pour les systèmes de puissance hybrides en intégrant la dégradation de la source principale

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 : Salah LAGHROUCHE

Codirecteur de thèse : Abdesslem DJERDIR  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 BENBOUZID	Professeur	Université de Bretagne Occidentale	Rapporteur
M. Hamid GUALOUS	Professeur	Université de Caen Normandie	Rapporteur
M. Bruno DOUINE	Professeur	Université de Lorraine	Examineur
M. Patrice WIRA	Professeur	Université de Haute Alsace	Examineur
M. Salah LAGHROUCHE	Maître de conférences	Université Bourgogne Franche-Comté, UTBM	Directeur de thèse
M. Abdesslem DJERDIR	Professeur	Université Bourgogne Franche-Comté, UTBM	Co-directeur de thèse
M. Hussein OBEID	Maître de conférences	Université de Caen Normandie	Co-encadrant de thèse

**Mots-clés :** alimentation hybride, estimation de dégradation, batterie, pile à combustible,

## Résumé de la thèse (en français) :

Cette thèse a pour but de développer des approches de contrôle par mode glissant d'ordre supérieur pour les systèmes de puissance hybrides de véhicules électriques en intégrant la dégradation de la source principale. Dans ces systèmes, la batterie ou la pile à combustible est considérée comme la source d'énergie principale tandis que les super-condensateurs (SCs) sont la source d'énergie auxiliaire. Les contraintes de sécurité telles que le courant maximum de la batterie ou de la pile à combustible et l'état de charge de la batterie sont prises en compte dans la conception du contrôle. Pour rendre le modèle plus précis, l'estimation de la dégradation de la batterie ou de la pile à combustible est considérée dans la modélisation de ces systèmes hybrides en utilisant différentes méthodes de filtrage. La première contribution de cette thèse est le développement d'une stratégie de contrôle robuste par rejet des perturbations pour un système hybride « batterie/SCs » piloté par un seul convertisseur. Cette stratégie est basée sur la commande par mode glissant d'ordre 2 de type "super-twisting". Par ailleurs, l'estimation de la dégradation de la batterie est réalisée sur la base d'un filtre de Kalman à cubature (CKF). La simulation Hardware-in-the-Loop (HIL) a montré que le contrôleur basé sur le super-twisting dans la boucle de tension interne agit comme un filtre passe-bas pour ce type de système hybride, qui peut rejeter la perturbation et d'atténuer les perturbations sur le bus DC. La deuxième contribution de la thèse est la synthèse d'une nouvelle stratégie de commande basée sur le contrôleur par mode glissant d'ordre 2 "Twisting" pour un système hybride « pile à combustible/SCs » piloté par un seul convertisseur. L'estimation de la dégradation de la pile à combustible est fournie par un filtre CKF. Les tests Hardware-in-the-Loop ont démontré la capacité du contrôleur à rejeter les perturbations. La dernière contribution de la thèse est la mise en œuvre d'un contrôle par mode glissant intégral combiné avec un contrôle basé sur la passivité, pour un système de puissance hybride « pile à combustible/SCs » piloté par deux convertisseurs. L'estimation de la dégradation de la pile à combustible est réalisée par un filtre de Kalman à racine carrée et cubature. L'intérêt majeur de ce nouveau contrôleur est qu'il permet de s'affranchir de l'utilisation d'un capteur de courant et de l'utilisation d'un observateur d'admittance de charge. Enfin, les tests HIL sont effectués pour valider l'efficacité de la stratégie de contrôle proposée.

## Abstract (in English):

This thesis aims to develop higher order sliding mode control approaches for hybrid power systems in electrical vehicles by integrating the degradation of the main source. In these systems, the battery or fuel cell is considered as the main power source while the super capacitors (SCs) are the auxiliary power source. Safety constraints such as the maximum current of the battery or fuel cell and the state of charge of the battery are taken into account in the control design. To make the model more accurate, the estimation of the battery or fuel cell degradation is considered in the modeling of these hybrid systems using different filtering methods. The first contribution of this thesis is the development of a robust disturbance rejection control strategy for a hybrid "battery/SCs" system driven by a single converter. This controller is based on the twisting algorithm. Furthermore, the estimation of the battery degradation is performed based on a cubature Kalman filter (CKF). The hardware-in-the-loop (HIL) simulation showed that the super-twisting based controller in the internal voltage loop acts as a low-pass filter for this type of hybrid system, which can reject the disturbance and mitigate the disturbances on the DC bus. The second contribution of the thesis is the synthesis of a new twisting control strategy for a hybrid "fuel cell/SCs" system driven by a single converter. The estimation of the fuel cell degradation is provided by a CKF filter. Hardware-in-the-loop tests have demonstrated the ability of the controller to reject disturbances. The final contribution of the thesis is the implementation of an integral sliding mode control combined with a passivity-based control strategy for a hybrid "fuel cell/SCs" power system driven by two converters. The estimation of the fuel cell degradation is performed by a square-root and cubature Kalman filter. The main advantage of this new controller is that it avoids the use of a current sensor and the use of a load admittance observer. Finally, HIL tests are performed to validate the efficiency of the proposed control strategy.