



## Avis de Soutenance

Monsieur Fouad ELTOUMI

Présentera ses travaux en soutenance

Thèse soutenue le **jeudi 28 mai 2020** à 14h00

Lieu : UTBM Site de Belfort Rue Thierry Mieg 90000 BELFORT

Salle : I102

Titre des travaux : Station de recharge pour véhicules électriques utilisant des sources hybrides

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 : Haitham Saad MOHAMED RAMADAN  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	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de thèse
M. Mohamed Ahmed Ebrahim MOHAMED	Associate Professor	Benha University	Rapporteur
M. Olivier BETHOUX	Professeur des Universités	Sorbonne Université	Rapporteur
M. Haitam RAMADAN	Maître de Conférences	UTBM	Co-directeur de thèse
M. Seddik BACHA	Professeur des Universités	INP GRENOBLE	Examineur
M. Mohamed DJEMAI	Professeur des Universités	Université Polytechnique Hauts-de-France	Examineur
M. Mickael HILAIRET	Professeur des Universités	Université de Franche-Comté	Examineur

**Mots-clés** : batterie,véhicule électrique,station de charge,,

## Résumé de la thèse (en français) :

Une plus grande utilisation des véhicules électriques (VE) et hybrides rechargeables exige une conception efficace des stations de recharge pour fournir des taux de charge appropriés. Le raccordement d'une station sur le réseau électrique conventionnel provoquerait des perturbations, ce qui augmenterait le coût de la recharge. Par conséquent, dans ce scénario, l'utilisation de sources renouvelables sur site telles que l'énergie photovoltaïque (PV) en appui au réseau conventionnel peut augmenter les performances de la station de recharge. Dans cette thèse, une source PV est utilisée conjointement avec le réseau pour compléter la charge des VE. Cependant, le PV est connu pour sa nature intermittente qui dépend fortement des conditions géographiques et météorologiques. Ainsi, pour compenser l'intermittence du PV, un système de stockage à batterie (BSS) est combiné avec le PV dans un système raccordé au réseau, fournissant un fonctionnement stable de la station de recharge PV hybride. En général, les stations de recharge hybrides devraient être rentables, efficaces et fiables pour répondre aux besoins variables de la charge des VE dans différents scénarios. Dans cette thèse, une stratégie efficace de gestion hiérarchique de l'énergie est proposée et appliquée pour maximiser l'énergie photovoltaïque sur site, pour répondre à la charge variable des VE en utilisant une réponse rapide du BSS et en réduisant la sollicitation de réseau. Cette stratégie globale améliore la performance ainsi que la fiabilité et la rentabilité. Un étage de conversion de puissance bidirectionnel efficace est introduit pour le BSS sous la forme d'un convertisseur buck-boost entrelacé pour assurer le fonctionnement du BSS et réduire les pertes pendant la phase de conversion. Cette topologie a des caractéristiques qui permettent d'améliorer les ondulations du courant et par conséquent, d'augmenter considérablement la qualité de l'énergie. De même, pour extraire la puissance maximale du système PV dans des conditions météorologiques intermittentes, une MPPT est utilisée en même temps que le convertisseur élévateur entrelacé pour assurer la continuité de la puissance de la source PV. De même, pour l'étage de charge des véhicules, afin de répondre aux demandes dynamiques de puissance des VE ; tout en maintenant l'équilibre entre les quantités de production disponibles, un convertisseur d'entrelacement est proposé en complément de la stratégie de sous-gestion. En particulier, cette étape de conversion et de gestion porte sur la faible utilisation du réseau notamment lors de pointes de puissance. Ceci diminue considérablement la perturbation sur le réseau, surtout aux heures de pointe, et améliore donc la performance du système dans son ensemble. Pour exploiter l'ensemble du système dans des conditions souhaitables, une stratégie de gestion de l'énergie en ligne est proposée. Cette stratégie en temps réel fonctionne de manière hiérarchique, en s'initialisant à partir d'une utilisation maximale de la source PV, puis en utilisant le BSS pour compléter l'alimentation et en utilisant le réseau en cas de conditions intermittentes ou lorsque la quantité de PV est faible. La stratégie de gestion assure un fonctionnement fiable du système, tout en maximisant l'utilisation du PV, en répondant à la demande des VE et en maximisant la durée de vie du BSS. Dans cette thèse, un système de charge hybride basé sur le PV, le BSS et le réseau conventionnel est proposé pour répondre aux besoins de charge des VE. Une étape efficace de conversion de l'énergie a été proposée en utilisant des convertisseurs entrelacés de type buck-boost pour améliorer la qualité de l'énergie et, en fin de compte, une stratégie de gestion en ligne est développée pour maximiser l'utilisation de l'énergie renouvelable, en insérant moins de stress sur le réseau et en améliorant l'utilisation du BSS.

## Abstract (in English):

Higher penetration of electric vehicles (EV) and plug-in hybrid electric vehicles requires efficient design of charging stations to supply appropriate charging rates. This would trigger stress on conventional grid, thus increasing the cost of charging. Therefore, in this scenario the use of on-site renewable sources such as photovoltaic (PV) energy alongside to the conventional grid can increase the performance of charging station. In this thesis, a PV source is used in conjunction with grid to supplement EV load. However, the PV is known for its intermittent nature that is highly dependent on geographical and weather conditions. So, to compensate the intermittency of PV, a battery storage system (BSS) is combined with the PV in a grid-tied system, providing a stable operation of hybrid PV based charging station. Generally, hybrid sources based charging station should be cost effective, efficient, and reliable to supplement the variable needs of EVs load in different scenarios. In this thesis, efficient hierarchical energy management strategy is proposed and applied to maximize on-site PV energy, to meet the variable load of EVs using quick response of BSS and putting less stress on grid. This strategy overall improves the performance and is reliable and cost-effective. An efficient bidirectional power conversion stage is introduced for BSS in the form of interleaved buck-boost converter to ensure the safe operation of BSS and reduce the losses during conversion stage. This topology has characteristics to improve the

current ripples and therefore, increase the power quality drastically. Similarly, to extract the maximum power from PV system under intermittent weather conditions, MPPT is used alongside with interleaved boost converter to ensure the continuity of power from PV source. Similarly, for vehicles charger stage, to meet the dynamic power demands of EVs; while, keeping the balance between available generation amounts, interleave converter is proposed combined to sub-management strategy. Particularly, this conversion stage and management addresses the low utilization of grid sources for charging purpose when, peak load is present at grid side. This charging behaviour greatly decreases the stress on grid especially at peak hours and therefore, improves the performance of system in overall. To operate whole system under desirable conditions, an online energy management strategy is proposed. This real-time strategy works in hierarchical manner, initializing from maximized utilization of PV source, then using BSS to supplement power and utilizing grid during intermittent conditions or when there is low amount of PV. The management strategy ensure reliable operation of system, while maximizing the PV utilization, meeting the EVs demand and maximizing the life the BSS. In this thesis, a hybrid charging system based on PV, BSS and conventional grid is proposed to support the needs of EVs load. Efficient energy conversion stage has been proposed using interleave buck-boost converters to improve the quality of power and at the end, an online management strategy is developed to maximize the renewable energy utilization, inserting lesser stress on grid and improving the utilization of BSS to improve its life.