

Doctorant en Génie Electrique

Gestion de la recharge des véhicules électriques dans une communauté énergétique en valorisant les batteries de seconde vie (REVE)



Fondée en 1885, **Junia** forme les ingénieurs de demain capables de répondre aux grands défis d'un monde en transition. Elle porte 7 cycles préparatoires, 3 diplômes d'ingénieurs -HEI ISA ISEN-, des activités de recherche et des services aux entreprises.

Implantée à Lille, Châteauroux et Bordeaux, Junia compte plus de 5 000 étudiants (dont 530 apprentis), 450 collaborateurs et 25 200 ingénieurs dans le monde, au travers du réseau JUNIA Alumni. JUNIA fait partie de l'Université catholique de Lille.

Ce qui nous caractérise : Une polyvalence des missions, un contact étroit avec les étudiants, une recherche appliquée et transdisciplinaire, une forte proximité avec les entreprises et une implication dans l'innovation pédagogique.

Envie de participer à l'aventure ? #joinus !

Plus d'informations : junia.com

Junia recrute un **doctorant en Génie Electrique** rattaché au département Smart Systems and Energies, équipe SMART Control Systems pour travailler sur le projet REVE :

Gestion de la recharge des véhicules électriques dans une communauté énergétique en valorisant les batteries de seconde vie (REVE)

Le projet est en cotutelle avec le laboratoire GECAD de l'ISEP Porto.

Résumé : Ce projet de thèse porte sur le développement des approches de gestion et d'optimisation pour un système énergétique basé sur une installation photovoltaïque (PV) et dédié à la recharge des Véhicules Electriques (VEs), afin de réduire le coût énergétique. Ces stratégies garantiront la synchronisation entre la production PV et la demande des VEs grâce à l'utilisation de l'Intelligence Artificielle (IA). La spécificité de ce projet est d'aborder l'intégration des PVs et VEs dans les smart-grids avec un accent particulier sur la gestion et l'ordonnancement de la recharge des VEs selon leurs exigences individuelles et de l'urgence associée. Un autre aspect qui émerge dans ce projet c'est la valorisation des Batteries en Seconde Vie (BTSV), utilisées comme moyen de stockage stationnaire. À cette fin, un système de gestion en temps réel utilisera une estimation de l'état de santé actuel et une prédiction de l'état futur afin de pouvoir les utiliser dans la plage de fonctionnement souhaitée.

Mots-clés : Micro-réseau, Energie photovoltaïque, Véhicule électrique, Intelligence artificielle, Batteries en seconde vie, Gestion énergétique, Ordonnancement de la recharge des VEs.

Compétences requises :

- Profil : Titulaire d'un diplôme de Master ou d'un Bac+5 spécialisé dans le domaine de génie électrique ou automatique avec des fortes connaissances en informatique.
- Forte capacité de codage en utilisant Matlab/Simulink et Python.
- Bonne connaissance des micro-réseaux et des systèmes d'énergie renouvelable.
- Compétence dans l'utilisation de l'outil Intelligence Artificielle.

Contexte scientifique :

Au cours des dernières années, les réseaux électriques ont connu d'importantes évolutions, notamment avec l'intégration croissante de sources d'énergie renouvelable au sein de réseaux de distribution. Ces nouveaux types de générateurs sont intégrés au plus près des consommateurs et créent des nouveaux flux d'énergie sur les réseaux d'électricité. En parallèle, de nouveaux acteurs ont émergé, tels que les prosumers (consommateurs qui produisent également leur propre électricité), les VEs et les systèmes de stockage. Cette convergence d'acteurs variés a donné naissance à des communautés énergétiques locales, qui regroupent ces différents intervenants au sein d'un réseau de distribution. Le développement à plus grande échelle de ces communautés énergétiques nécessite des méthodes avancées d'optimisation des échanges d'énergie entre les différents acteurs [1].

En nous intéressant à la mobilité électrique, la promotion de l'électrification du secteur de transport contribue à l'amélioration de l'efficacité énergétique, à l'atténuation du changement climatique et à la réduction des polluants atmosphériques dans les environnements urbains. Néanmoins, la recharge des VEs deviendra un problème sérieux et augmentera la charge sur le réseau électrique. De plus, les avantages environnementaux liés aux VEs dépendent de la manière dont l'électricité qui les alimente est produite. Par conséquent, une réduction substantielle des émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant de l'utilisation des VEs pourrait être obtenue par le développement des solutions basées sur

l'énergie PV, qui est une option fiable et efficace pour réduire la charge sur le réseau public de distribution [2-5].

Les systèmes PV présentent l'inconvénient de produire de l'électricité de manière fluctuante. D'autre côté, la mobilité électrique est caractérisée par des incertitudes liées aux habitudes des utilisateurs et aux caractéristiques des VE. Dans ce cadre, l'utilisation intensive des sources d'énergie PVs devrait être combinée avec les besoins de la recharge des VEs. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce projet de thèse.

Les travaux de recherche de Junia-L2EP et de ESEO-IREENA suivent un objectif de développement des méthodologies, des algorithmes et des outils pour l'optimisation du dimensionnement, de la commande et de la supervision des systèmes multi-sources [7-12]. Cette optimisation vise à améliorer la fiabilité de ces systèmes et à diminuer les coûts économiques et écologiques en accord avec les objectifs de la transition énergétique et environnementale et ceci pour les secteurs d'activités des réseaux électriques intelligents et les moyens de transport. Dans la continuité du travail sur nos axes stratégiques, ce projet de recherche abordera les aspects liés à l'intégration des PVs et VEs dans les réseaux électriques intelligents, en vue d'intégrer les communautés énergétiques, avec un accent particulier sur l'aspect prévision et gestion optimale basées sur l'IA en valorisant les BTSV. Le système énergétique en question est composé de trois éléments principaux : un MR électrique, une flotte hétérogène des VEs, est des bâtiments connectés au MR. Le MR comprend plusieurs composants essentiels, tels que des sources PVs, du stockage stationnaire, des bornes de recharge pour les VEs, et une connexion au réseau électrique principal (Figure 1).

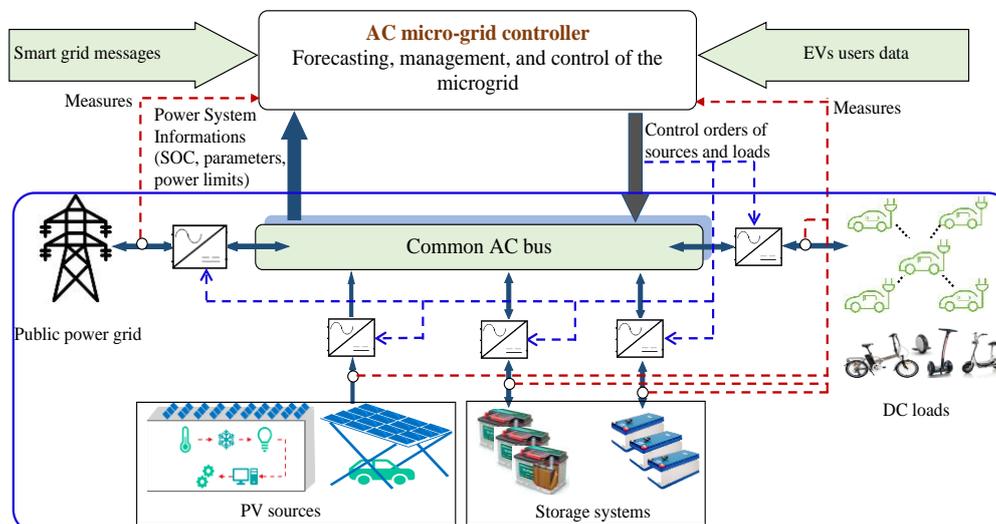


Figure 1. MR électrique dédié à la recharge des VEs

Localisation :

Ecole Junia - Lille, Equipe Smart Control Systems, Laboratoire L2EP et GECAD de l'ISEP de Porto Portugal.

Durée : 3 ans

Encadrements :

- France :
 - Dhaker ABBES (Prof, L2EP, Junia Lille), directeur de la thèse
 - Youssef KRAIEM (Dr.Ing IREENA, ESEO, Angers)
 - Mathieu BRESSEL (Dr.Ing CRISAL, Junia Lille)
 - Arnaud DAVIGNY (Dr., L2EP, Junia Lille)
- Portugal :
 - VALE Zita (Prof, GECAD Porto),
 - João SOARES (Dr.Ing GECAD ISEP Porto)

Les objectifs visés, les résultats escomptés.

L'objectif de ce projet REVE est de développer des algorithmes de gestion et d'optimisation pour un système énergétique multi-sources basé sur une installation PV et dédié à la recharge des VEs, de manière à satisfaire la demande des VEs avec un coût énergétique le plus faible possible. Les stratégies de gestion et d'optimisation permettront d'assurer la synchronisation entre la production PV et la recharge des VEs via l'utilisation de IA en vue d'intégrer les communautés énergétiques.

Les algorithmes à développer dans le cadre de ce projet présenteront les innovations suivantes :

- La planification et la priorisation de la recharge des VEs, à j-1, en fonction de plusieurs facteurs clés : le temps de stationnement, la disponibilité des bornes de recharge, le mode de recharge, l'état de charge souhaité au départ, le prix de l'électricité, le profil de la production PV, et de degré d'urgence du VE. Des méthodes avancées basées sur des nouvelles technologies seront employées pour réaliser des prévisions précises de la production PV et des habitudes des utilisateurs des VEs. La démarche de la priorisation se concrétisera en considérant les bornes de recharge modulable.
- L'ajustement en temps réel de la gestion énergétique par la prise en compte des utilisateurs inattendus des VEs et des incertitudes liées aux conditions météorologiques. De plus, optimisation de la durée de vie des BTSV, en assurant une utilisation dans des plages de fonctionnement optimales. Cette utilisation optimale sera basée sur une estimation de l'état de santé actuel et une prédiction de l'état futur des BTSV.
- Caractérisation des comportements des BTSV sur un prototype à GECAD à ISEP,
- Validation expérimentale des algorithmes de planification et de gestion sur le démonstrateur Smart grid de Junia.

Le planning de la thèse :

Ce projet se déroulera sur la période de la thèse (36 mois). (18 mois à Lille en France et 18 mois à Porto au Portugal.)

1^{ère} étape : Modélisation du système énergétique (6 mois)

- Définition de la configuration (La structure du démonstrateur smart grid de Junia) ;
- Modélisation des composants (PV, BTSV, bornes de recharge, connexion au réseau électrique, électronique de puissance, etc.) ;
- Collecte de données (production et consommation des VEs) ;

2^{ème} étape : Prioriser la recharge des VEs en fonction de leurs exigences individuelles et de l'urgence associée... (9 mois)

- Développement d'un algorithme de prévision à j-1 de la production PV ;
- Développement d'un algorithme de prévision à j-1 des habitudes des utilisateurs des VEs ;
- Gérer l'intermittence de la production PV et les incertitudes liées au profil de charge des VEs : Prioriser la recharge des VEs en fonction de leurs exigences individuelles et de l'urgence associée...

3^{ème} étape : Gestion en temps réel et caractérisation de BTSV (9 mois)

- Ajustement de la gestion face à des imprévues et optimisation de l'utilisation des BTSV ;
- Une analyse comportementale des BTSV sur un prototype.

4^{ème} étape : Validation expérimentale des algorithmes développés (6 mois) :

- Une validation expérimentale des algorithmes de gestion et d'optimisation sur le démonstrateur smart grid à Junia.

5^{ème} étape : Rédaction du rapport de thèse (6 mois)

Références

- [1] Swibki, T., Ben Salem, I., Kraiem, Youssef, Abbes, Dhaker, & El Amraoui, L. (2023). Imitation Learning-Based Energy Management Algorithm: Lille Catholic University Smart Grid Demonstrator Case Study. *Electronics*, 12(24), 5048.
- [2] KRIM, Youssef, SECHILARIU, Manuela, LOCMONT, Fabrice, et al. Global cost and carbon impact assessment methodology for electric vehicles' PV-powered charging station. *Applied Sciences*, 2022, vol. 12, no 9, p. 4115.
- [3] CHEIKH-MOHAMAD, Saleh, SECHILARIU, Manuela, LOCMONT, Fabrice, et Youssef KRIM. Pv-powered electric vehicle charging stations: Preliminary requirements and feasibility conditions. *Applied Sciences*, 2021, vol. 11, no 4, p. 1770.
- [4] CHEIKH-MOHAMAD, Saleh, SECHILARIU, Manuela, LOCMONT, Fabrice, et Youssef KRIM. Pv-powered electric vehicle charging stations: Preliminary requirements and feasibility conditions. *Applied Sciences*, 2021, vol. 11, no 4, p. 1770.
- [5] DANIEL, Nicolas, KRAIEM, Youssef, ABBES, Dhaker, et Abdel AITOUICHE. An Optimal Power Management Strategy Based on the Parking Time for Electric Vehicles Charging Station Powered by PV-Based DC Microgrid. In : 2023 IEEE 11th International Conference on Systems and Control (ICSC). IEEE, 2023. p. 63-69.
- [6] KERMIA, Mohamed Hamza, BOCHE, Jérôme, et ABBES, Dhaker. Predictive energy management in an electric vehicle charging station. 2022.

- [7] KERMIA, Mohamed Hamza, BOSCHE, Jerome, et ABBES, Dhaker. Comparison of photovoltaic production forecasting methods. *International Journal of Renewable Energy Research*, 2022, vol. 12, no 2, p. 1041-1051.
- [8] KRIM, Youssef, ABBES, Dhaker, et ROBYNS, Benoit. Joint optimisation of sizing and fuzzy logic power management of a hybrid storage system considering economic reliability indices. *IET renewable power generation*, 2020, vol. 14, no 14, p. 2581-2591.
- [9] Xingyu Yan, Dhaker ABBES, Antoine LABRUNIE, Youssef KRIM, Benoit ROBYNS. Economic analysis of a hybrid storage system associated to PV sources and supervised by fuzzy logic power management. *ELECTRIMACS 2019*, Springer, Cham, 2020, pp. 695-709.
- [10] Dhaker ABBES, Antoine LABRUNIE, et Benoit ROBYNS. Sizing and techno-economic analysis of a grid connected photovoltaic system with hybrid storage. In : *51st International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*, Coimbra, Portugal, 6–9 Sept. 2016.
- [11] Amini, S., Bahramara, S., Golpîra, H., Francois, Bruno, & Soares, Joao (2022). Techno-economic analysis of renewable-energy-based micro-grids considering incentive policies. *Energies*, 15(21), 8285.

Les demandes d'informations ainsi que les candidatures (CV, lettre de motivation, relevé de notes des trois dernières années) sont à envoyer à Dhaker ABBES, professeur à Junia-L2EP de Lille, dhaker.abbes@junia.com.