

## Sujet de stage Master 2 – PFE Ingénieur

### **Dimensionnement et gestion de l'énergie dans un micro-réseau associant énergie renouvelables, système de stockage et électromobilité**

Début : Premier trimestre 2024 pour une durée de 6 mois

**Mots clés : batteries, vieillissement, gestion de l'énergie, dimensionnement, micro-réseau, soutenabilité**

#### **Contexte :**

Deux tendances se dessinent dans les secteurs de l'énergie et des transports suite aux problématiques environnementales et aux réglementations sur les émissions de CO<sub>2</sub>.

D'une part, on observe une forte pénétration des énergies renouvelables (éolienne et photovoltaïque) au sein du réseau et notamment via l'installation de micro-réseaux à l'échelle d'un bâtiment ou d'un quartier. Cette tendance amène de nouveaux verrous à lever liés à une distribution de l'énergie bidirectionnelle et une production intermittente et distribuée plutôt que centralisée :

- Difficulté de continuité de service liée à l'intermittente de la production qui nécessite d'avoir l'installation de systèmes de stockage de l'énergie (SSE) ;
- Problématiques de gestion et de dimensionnement des sources et des SSE par rapport à des critères technico-économique et environnementaux, voir sociaux ;
- Problématique d'imbrication entre la gestion d'un système et le dimensionnement de celui-ci ;
- Problématiques liées à l'intégration de ces micro-réseaux distribués au sein du réseau principal de distribution.
- Problématiques liées à la validité de ces solutions ayant pour but de limiter l'impact environnemental de l'énergie électrique et de la mobilité.

D'autre part, l'électrification des véhicules est en plein essor et les batteries des véhicules électriques (VE) deviennent plus attrayantes en termes de taille et de densité énergétique. Le concept de *Vehicule to Grid* (V2G) devient de plus en plus présent dans la littérature académique et dans l'industrie et laisse envisager la possibilité que les batteries des VE soient utilisées comme des SSE pour rendre différents services au réseau. De plus, une autre approche aujourd'hui développée est celle de la réutilisation des batteries de VE en seconde vie pour le stockage stationnaire, après une première vie dans un VE. Enfin, le déploiement massif des VE encourage la réflexion autour d'une production et d'une distribution de l'énergie électrique efficace et soutenable.

Dans ce contexte, la conception optimale, c'est-à-dire l'étude de la gestion et du dimensionnement des micro-réseaux de manière couplée, tout en prenant en compte le vieillissement des SSE, représente un enjeu majeur. Cette question est aujourd'hui étudiée au cas par cas, sans méthodologie généralisable et principalement en ne considérant que des critères d'optimisation technico-économique. Plus largement, il semble également nécessaire de simuler ces solutions et de les évaluer/comparer grâce à des critères permettant de rendre compte de leur pertinence face aux enjeux environnementaux et sociétaux.

#### **Objectifs du stage :**

Ce stage a pour but de développer un outil de simulation et de conception de micro-réseau pour évaluer les performances du système d'un point de vue énergétique et environnemental. L'outil devra être capable d'utiliser une approche couplée de dimensionnement/gestion et de prendre en compte le

vieillessement des batteries des véhicules et/ou des SSE stationnaires. Pour cela, le système devra être modélisé et des stratégies de gestion devront être développées et optimisées. Le travail se basera sur des modèles existant (gestion d'énergie et simulation de véhicule, vieillissement de batterie) développés sur Matlab/Simulink et notamment la bibliothèque VEHLIB développée par le laboratoire LICIT-ECO7. Ce travail aura pour vocation d'être le point de départ de plusieurs analyses et possiblement d'une thèse, permettant de tester différents critères d'optimisation technico-économique et surtout environnementaux, en essayant de développer un outil le plus flexible et le plus généralisable possible. Pour cela le ou la stagiaire sera amené à :

- Enrichir la bibliothèque VEHLIB avec des modèles de micro-réseau (sources de production éolienne solaire ..., stockeurs d'énergie stationnaire, consommateurs (résidence, industrie), interactions avec les véhicules V2G) et adapter les modèles (électrique et vieillissement) au cas des batteries stationnaires (voir des batteries de seconde vie).
- Adapter les modèles de gestion de l'énergie développés au laboratoire LICIT-ECO7 au cas des micro-réseaux ou développer de nouvelles méthodes de gestion de l'énergie
- Développer une méthode d'optimisation permettant le couplage dimensionnement/gestion

Dans la cadre du projet Grid4Mobility et du projet REMED, portés en partie par les laboratoires impliqués dans ce stage, des plateformes de démonstration seront déployées sur les sites de Transpolis et du campus de la Doua. L'outil développé dans ce stage pourra ainsi contribuer à l'étude permettant de mettre au point les stratégies de gestion implémenter au sein de ces plateformes. De même, à plus long terme, les résultats de simulation pourront éventuellement être validés expérimentalement sur ces plateformes.

Un financement de thèse sera demandé à la suite de ces travaux pour intégrer de plus en plus de critères environnementaux dans le processus de gestion/dimensionnement des micro réseaux.

#### **Profil du candidat ou de la candidate recherchée :**

Le ou la candidat(e) devra avoir des bases solides en génie électrique, une bonne connaissance des SSE, et des méthodes d'optimisation, ainsi qu'une sensibilité aux questions environnementales.

#### **Informations pratiques :**

Le ou la stagiaire sera principalement basé(e) sur le site du laboratoire LICIT-ECO7, Université Gustave Eiffel, à Bron. Cependant, des déplacements entre le LICIT-ECO7 et le site du laboratoire Ampère, campus de la Doua à Villeurbanne seront à prévoir.

Le ou la stagiaire sera rémunéré(e) 27,3€ jour travaillé, plus remboursement de la moitié de l'abonnement TCL, soit en moyenne environ 500 € par mois.

#### **Contacts :**

Emmanuel Vinot : [emmanuel.vinot@univ-eiffel.fr](mailto:emmanuel.vinot@univ-eiffel.fr)

Bilal Kabalan: [bilal.kabalan@univ-eiffel.fr](mailto:bilal.kabalan@univ-eiffel.fr)

Hugo Helbling, [hugo.helbling@univ-lyon1.fr](mailto:hugo.helbling@univ-lyon1.fr)

Margot Gaetani-Liseo, [margot.gaetani-liseo@univ-lyon1.fr](mailto:margot.gaetani-liseo@univ-lyon1.fr)

#### **Bibliography:**

Mwasilu, J. J. Justo, E. K. Kim, T. D. Do, and J. W. Jung, "Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 34, no. June, pp. 501–516, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.03.031.

G. Guérard, S. Ben Amor, and A. Bui, "Survey on smart grid modelling," *Int. J. Syst. Control Commun.*, vol. 4, no. 4, pp. 262–279, 2012, doi: 10.1504/IJSCC.2012.050822.

M, Hassini, "Batteries lithium-ion de seconde vie dans des applications de recharge : maîtrise du vieillissement," <http://www.theses.fr/s262697#>

S. Sarabi, "Contribution of Vehicle-to-Grid (V2G) to the energy management of the Electric Vehicles fleet on the distribution network," <http://www.theses.fr>, Nov. 2016, Accessed: Sep. 30, 2021. [Online]. Available: <http://www.theses.fr/2016ENAM0050>.