

## Offre de stage Master 2

### ***Définition de scénarios et de stratégies de gestion de l'énergie de stations de recharge pour véhicules bas-carbone***

**Période du stage :** 5-6 mois, démarrage en février - mars 2025

**Organisme d'accueil :** Laboratoire IREENA (Institut de Recherche en Energie Electrique de Nantes Atlantique) - UR 4642, Nantes Université

#### Description du sujet de stage

##### Contexte et enjeux

Afin de répondre aux enjeux de décarbonation du transport et en particulier de la mobilité terrestre, un développement massif de solutions de mobilité basées sur les vecteurs hydrogène et électricité est attendu dans les années à venir. Ces évolutions impliquent le développement de stations de recharge mais aussi la production d'électricité et d'hydrogène décarbonés à partir de sources d'énergie renouvelable. La conception et la gestion de ces stations de recharge doivent être définies de manière suffisamment robuste pour garantir la viabilité technique et économique, en considérant différentes incertitudes liées notamment à la nature fluctuante des profils de demande (événements de recharge) et de production d'électricité renouvelable (solaire photovoltaïque et éolien).

La nature stochastique des profils à considérer peut impliquer une quantité importante de scénarios à simuler afin de déterminer le design optimal de la station, pouvant amener à des temps de calcul prohibitifs. Ainsi, il s'avère nécessaire de procéder à une phase de réduction de scénarios pour limiter la quantité de profils de production et de demande à considérer lors de la phase d'optimisation du dimensionnement et définition de règles de gestion, tout en veillant à conserver une représentativité statistique des scénarios possibles.

##### Objectifs du stage

Ce stage aura pour premier objectif de proposer une démarche de génération et de réduction de scénarios en termes de profils de demande et de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable (solaire photovoltaïque et éolien). Il conviendra en particulier de considérer les caractéristiques temporelles des profils, la dépendance entre certaines caractéristiques, les incertitudes et le séquençement des journées à simuler. Cette phase de travail alimentera ensuite une phase de définition de stratégies optimisées de gestion de l'énergie, afin de définir les règles de pilotage des éléments de production et de stockage d'énergie permettant d'assurer la recharge des véhicules au moment où ils se présentent, tout en considérant les tarifs d'achat et de vente de l'énergie.

Le stage sera composé des phases de travail suivantes :

- Etude bibliographique sur la génération et la réduction de scénarios de profils de demande et de production ;
- Caractérisation de profils de demande et de production et formalisation d'une démarche de génération, classification et réduction de scénarios ;
- Définition de stratégies de gestion de l'énergie optimisées ;
- Validation des stratégies de gestion développées sur les scénarios issus de la phase de génération et réduction ;
- Rédaction du mémoire et soutenance.

Ce stage pourra faire l'objet d'une poursuite en thèse de doctorat sur la même thématique à partir de septembre-octobre 2025 (financement dans le cadre du projet ANR JCJC OSIRMEH).

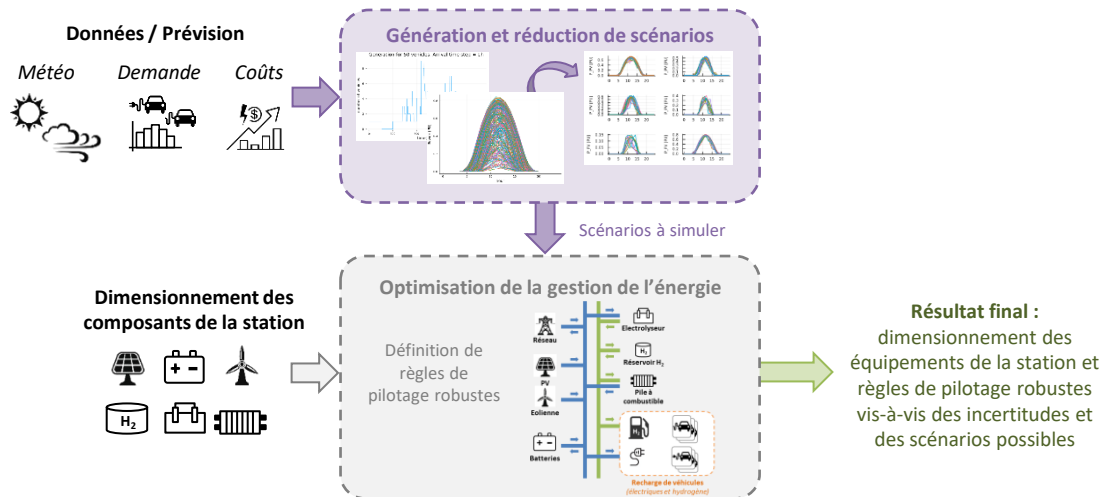


Figure 1 : Vue globale de l'étude proposée

**Mots-clés :** mobilité électrique, mobilité hydrogène, énergies renouvelables, stockage de l'énergie, gestion de l'énergie, dimensionnement, optimisation.

### Candidat(e) recherché(e)

- Formation : Bac+5 en mathématiques appliquées, optimisation, génie électrique, énergétique ou informatique (Master, Ingénieur) ;
- Autonomie, rigueur, capacité à communiquer et restituer des résultats (oral et écrit), appétence pour la recherche scientifique et la réalisation d'une thèse de doctorat ;
- Connaissances souhaitées dans le domaine des réseaux électriques, de l'hydrogène, du stockage de l'énergie, de la modélisation énergétique et de l'optimisation ;
- Logiciels/programmation : Matlab, Python ou Julia (autonomie en programmation requise) ;
- Anglais courant (lu, écrit).

### Informations pratiques

**Lieu de déroulement du stage :** Laboratoire IREENA, Centre de Recherche et de Transfert de Technologie (CRTT), 37 bd de l'Université, CS 90406, 44612 Saint-Nazaire, France

**Encadrement :** Anthony ROY (MCF, IREENA), Salvy BOURGUET (PR, IREENA)

**Financement :** Projet OSIRMEH (financé par l'ANR, dispositif JCJC), rémunération du stage au taux en vigueur.

**Processus de candidature/contacts :** candidature à envoyer avec CV, lettre de motivation, relevés de notes des deux dernières années et si possible une personne à contacter pour recommandation, avant le 30/11/2024 à l'adresse suivante : [anthony.roy@univ-nantes.fr](mailto:anthony.roy@univ-nantes.fr)

## Références

- [1] Roy, A., Olivier, J.-C., Auger, F., Auvity, B., Schaeffer, E., Bourguet, S., Schiebel, J., Perret, J., 2021. A combined optimization of the sizing and the energy management of an industrial multi-energy microgrid: Application to a harbour area. *Energy Conversion and Management: X* 100107. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100107>
- [2] Çiçek, A., 2022. Optimal operation of an all-in-one EV station with photovoltaic system including charging, battery swapping and hydrogen refueling. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(76), 32405-32424. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.07.171>
- [3] Robinius, Martin, Linßen, Jochen Franz, Grube, Thomas, *et al*, 2018. Comparative analysis of infrastructures: hydrogen fueling and electric charging of vehicles. *Energie & Umwelt / Energy & Environment*, Band / Volume 408, ISBN 978-3-95806-295-5
- [4] Ligen, Y., Vrabel, H., & Girault, H. H., 2018. Mobility from renewable electricity: Infrastructure comparison for battery and hydrogen fuel cell vehicles. *World Electric Vehicle Journal*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.3390/wevj9010003>
- [5] Tostado-Véliz, M., Ghadimi, A. A., Miveh, M. R., Bayat, M., & Jurado, F., 2022. Uncertainty-aware energy management strategies for PV-assisted refuelling stations with onsite hydrogen generation. *Journal of Cleaner Production*, 365, 132869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132869>
- [6] Coppitters, D., Verleysen, K., De Paepe, W., & Contino, F., 2022. How can renewable hydrogen compete with diesel in public transport? Robust design optimization of a hydrogen refueling station under techno-economic and environmental uncertainty. *Applied Energy*, 312, 118694. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118694>

## Master 2 internship proposal

### ***Definition of scenarios and energy management strategies of fueling stations for low-carbon vehicles***

**Period:** 6 months, starting in February - March 2025

**Laboratory:** IREENA (Institut de Recherche en Énergie Électrique de Nantes Atlantique) - UR 4642, Nantes Université

#### Internship description

##### Context and challenges

In order to meet the challenges of decarbonizing transport and in particular land-based mobility, a massive development of solutions based on hydrogen and electricity carriers is expected in the coming years. These evolutions involve the development of fueling stations but also the production of low-carbon electricity and hydrogen from renewable energy sources. The design and management of these fueling stations must be robust to guarantee technical and economic viability, taking into account various uncertainties linked in particular to the fluctuating nature of demand profiles (fueling events) and renewable electricity production (solar photovoltaic and wind).

The stochastic nature of the profiles to be considered may involve a significant number of scenarios to be simulated in order to determine the optimal design of the station, which may lead to prohibitive computation time. Thus, it is necessary to carry out a scenario reduction phase to limit the number of production and demand profiles to be considered during the optimization phase of the sizing and definition of management rules, while ensuring that the possible scenarios are statistically representative.

##### Objectives

The first objective of this internship will be to propose an approach for the generation and the reduction of scenarios in terms of profiles, for the demand and the electricity production from renewable energy sources (solar photovoltaic and wind). In particular, it will be necessary to consider the temporal characteristics of the profiles, the dependence between certain characteristics, the uncertainties and the sequencing of the days to be simulated. This work phase will then feed into a phase of defining optimized energy management strategies, in order to define the control rules of sources and storage solutions to ensure the fueling of vehicles when they arrive, considering the energy purchase and sale prices.

The internship will be organized as follows:

- Literature review on the scenarios generation and reduction, for fueling events and power generated by renewable sources;
- Characterization of demand and production profiles and formalization of an approach for generating, classifying and reducing scenarios;
- Definition of optimized energy management strategies;
- Validation of the proposed energy management strategies on the scenarios obtained after the scenarios generation and reduction step;
- Writing of the internship thesis and defence.

This internship may be followed by a doctoral thesis on the same topic from September-October 2025 (funding within the framework of the ANR JCJC OSIRMEH project).

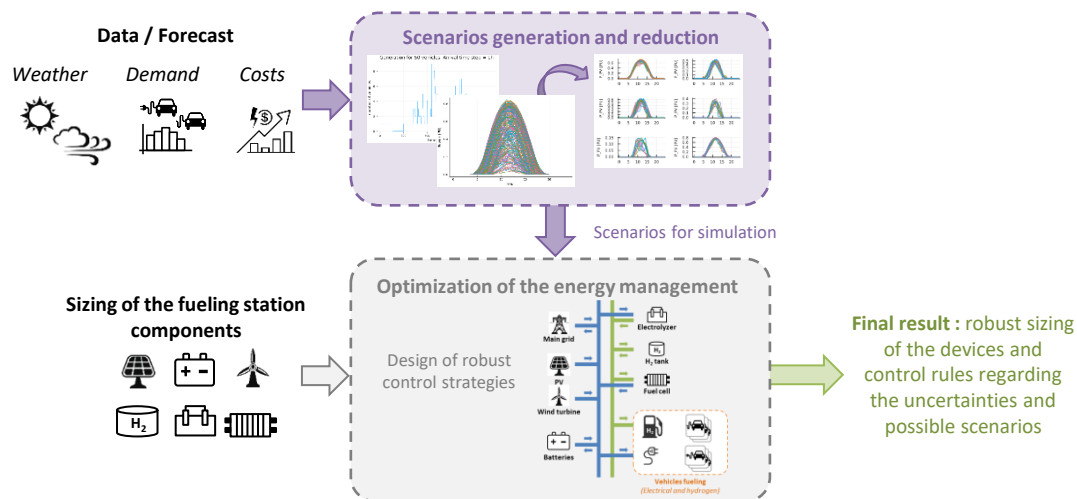


Figure 1: Overview of the proposed study

**Keywords:** electrical mobility, hydrogen mobility, renewable energy, energy storage, energy management, sizing, optimization.

### Background required

- Master in applied mathematics, optimization, electrical engineering or energy;
- Autonomous, rigorous, ability to communicate and present results, interest in research and completing a doctoral thesis;
- Knowledge in the fields of multi-sources systems, hydrogen, energy storage solutions, modeling and optimization;
- Software/programming: Matlab or Python or Julia;
- English (spoken, written).

### Practical information

**Internship location:** Laboratoire IREENA, Centre de Recherche et de Transfert de Technologie (CRTT), 37 bd de l'Université, CS 90406, 44612 Saint-Nazaire, France

**Supervisors:** Anthony ROY (MCF, IREENA), Salvy BOURGUET (PR, IREENA)

**Funding:** OSIRMEH projet (funded by ANR JCJC), remuneration of the intern at the prevailing rate.

**Application process and contacts:** application to be sent with CV, cover letter, transcripts of the last two years and if possible a person to contact for recommendation, before Nov. 30, 2024 to : [anthony.roy@univ-nantes.fr](mailto:anthony.roy@univ-nantes.fr)

## Bibliography

- [1] Roy, A., Olivier, J.-C., Auger, F., Auvity, B., Schaeffer, E., Bourguet, S., Schiebel, J., Perret, J., 2021. A combined optimization of the sizing and the energy management of an industrial multi-energy microgrid: Application to a harbour area. *Energy Conversion and Management: X* 100107. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100107>
- [2] Çiçek, A., 2022. Optimal operation of an all-in-one EV station with photovoltaic system including charging, battery swapping and hydrogen refueling. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(76), 32405-32424. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.07.171>
- [3] Robinius, Martin, Linßen, Jochen Franz, Grube, Thomas, *et al*, 2018. Comparative analysis of infrastructures: hydrogen fueling and electric charging of vehicles. *Energie & Umwelt / Energy & Environment*, Band / Volume 408, ISBN 978-3-95806-295-5
- [4] Ligen, Y., Vrabel, H., & Girault, H. H., 2018. Mobility from renewable electricity: Infrastructure comparison for battery and hydrogen fuel cell vehicles. *World Electric Vehicle Journal*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.3390/wevj9010003>
- [5] Tostado-Véliz, M., Ghadimi, A. A., Miveh, M. R., Bayat, M., & Jurado, F., 2022. Uncertainty-aware energy management strategies for PV-assisted refuelling stations with onsite hydrogen generation. *Journal of Cleaner Production*, 365, 132869. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132869>
- [6] Coppitters, D., Verleysen, K., De Paepe, W., & Contino, F., 2022. How can renewable hydrogen compete with diesel in public transport? Robust design optimization of a hydrogen refueling station under techno-economic and environmental uncertainty. *Applied Energy*, 312, 118694. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118694>