

Offre de stage Master 2

Etude de l'impact de la flexibilité sur la demande dans les communautés d'énergie

Période du stage : 5-6 mois, démarrage en février 2027

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

Description du sujet de stage

Contexte et enjeux

La vente d'électricité entre des producteurs et des consommateurs géographiquement proches, à l'échelle d'un quartier ou d'une ville par exemple, est devenue possible par le développement de cadres réglementaires dédiés aux communautés d'énergie [1]. L'autoconsommation collective fait partie des dispositifs possibles, permettant aux consommateurs d'acheter leur électricité à un ou plusieurs producteurs situés à proximité, à un tarif économiquement attractif à la fois pour le consommateur et pour le producteur [2], selon une clé de répartition [3].

Pour améliorer l'adéquation temporelle entre cette production générée par des sources d'énergie renouvelable (solaire photovoltaïque par exemple, avec une production diurne) et les besoins des consommateurs, une flexibilité sur la demande peut être intégrée. Celle-ci peut par exemple se manifester par une anticipation ou un report de certaines consommations. Les mécanismes de flexibilité existants se distinguent en trois catégories : flexibilité directe, flexibilité indirecte et flexibilité mixte, ayant chacune des moyens techniques et dispositifs tarifaires spécifiques [4]. L'activation de ces flexibilités ayant des conséquences sur les performances technico-économiques des communautés d'énergie, il est nécessaire de les considérer dans les phases d'étude les plus amont, notamment pour le dimensionnement des composants (production, stockage), pour la définition de règles de répartition de l'énergie et également la composition optimale des communautés au regard de l'hétérogénéité des participants.

Objectifs du stage

Ce stage a pour objectif d'étudier la composition optimale de communautés d'énergie selon les possibilités de flexibilités de différents consommateurs résidentiels. Les données d'entrée nécessaires à cette optimisation intégreront des profils de consommation, les comportements sans et avec flexibilité, ainsi que les caractéristiques des foyers. Une approche *bottom-up* sera ainsi considérée (connaissance de la flexibilité sur chaque usage) [5]. Une comparaison des résultats obtenus sera réalisée selon des indicateurs technico-économiques afin de déterminer l'influence de consommations flexibles sur les performances des communautés.

Le stage proposé sera composé des phases de travail suivantes :

- Etude bibliographique sur les mécanismes de flexibilité dans les communautés d'énergie, en particulier pour les opérations d'autoconsommation collective ;
- Traitement et analyse des données de consommations flexibles et non-flexibles issues du modèle détaillé (« bottom-up ») ;
- Ajustement du modèle de flexibilité agrégé (ex : potentiel disponible selon le temps, selon les typologies de bâtiments) ;
- Formulation d'un problème d'optimisation de la composition de communautés ;

- Caractérisation de l'apport de la flexibilité dans le design et la gestion de communautés (ex : répartition des participants, règles de répartition de l'énergie, dimensionnement des composants de production) ;
- Rédaction du mémoire et soutenance.

Mots-clés : communautés d'énergie, flexibilité, énergies renouvelables, stockage de l'énergie, gestion de l'énergie, dimensionnement, optimisation.

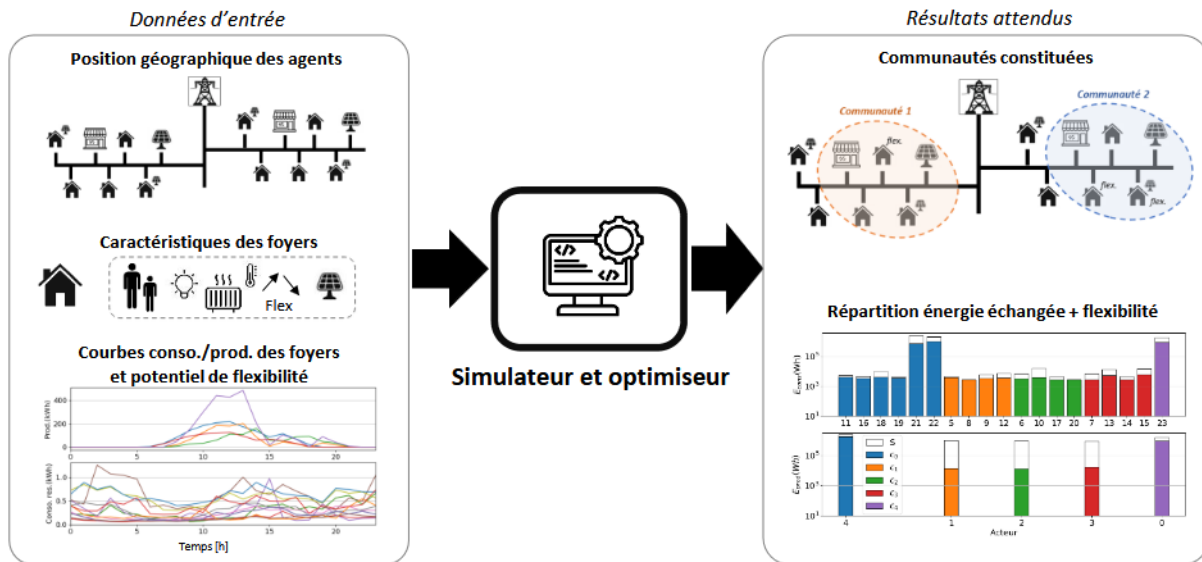


Figure 1 : Vue globale du travail envisagé dans le stage

Candidat(e) recherché(e)

- Formation : Bac+5 en Génie électrique, énergétique, mathématiques appliquées, optimisation, informatique, sciences des données (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 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), Jean-Christophe OLIVIER (PR, IREENA), Jérôme LE DREAU (MCF HDR, LaSIE), collaboration possible avec des partenaires du projet

Financement : Projet FlexTASE (PEPR TASE), rémunération du stage au taux en vigueur.

Processus de candidature/contacts : candidature à envoyer avec **CV, lettre de motivation et relevés de notes des deux dernières années*** avant le 30/11/2026, à l'adresse suivante : anthony.roy@univ-nantes.fr

*Seules les candidatures comportant l'ensemble des documents demandés seront traitées.

Références

- [1] D. Frieden, A. Tuerk, J. Roberts, S. d'Herbemont, A. Gubina, « Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in Europe », H2020 funded project Compile, 2019. Consulté le: 11 mars 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE_Collective_self-consumption_EU_review_june_2019_FINAL-1.pdf
- [2] A. Roy, J.-C. Olivier, F. Auger, B. Auvity, S. Bourguet, E. Schaeffer, « A comparison of energy allocation rules for a collective self-consumption operation in an industrial multi-energy microgrid », *Journal of Cleaner Production*, p. 136001, fev. 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136001>
- [3] A. D. Mustika, R. Rigo-Mariani, V. Debusschere, A. Pachurka, « A two-stage management strategy for the optimal operation and billing in an energy community with collective self-consumption », *Applied Energy*, vol. 310, p. 118484, mars 2022, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118484>
- [4] Nana Kofi Baabu Twum-Duah. Interactions directes et indirectes de la flexibilité énergétique à l'échelle du bâtiment et de la communauté : du système aux système à interface humaine. Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes, Septembre 2023, <https://theses.hal.science/tel-04390253>
- [5] S. Martinez, M. Vellei, J. Le Dréau, « Demand-side flexibility in a residential district: What are the main sources of uncertainty? », *Energy and Buildings*, 255, 111595, 2022., <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111595>
- [6] Y. Froger, A. Roy, J.-C. Olivier, S. Bourguet, F. Auger, « Optimal Allocation of Agents among Collective Self-Consumption Communities », In 2025 IEEE Kiel PowerTech (pp. 1-6). IEEE, 2025

Master 2 internship proposal

Study of the impact of demand-side flexibility in energy communities

Period: 6 months, starting in February 2027

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

Internship description

Context and challenges

The sale of electricity between producers and consumers who are geographically close, at the scale of a district or a city for example, has become possible thanks to the development of regulatory frameworks dedicated to energy communities [1]. Collective self-consumption is one of the possible frameworks, allowing consumers to buy their electricity from one or more producers located nearby, at an economically attractive price for both the consumer and the producer [2], according to a distribution key [3].

To improve the temporal adequacy between this production generated by renewable energy sources (solar photovoltaic for example, in which case production occurs during the day) and the needs of consumers, flexibility on demand can be integrated, for example thanks to load shifting (postponement or anticipation of flexible loads). The existing flexibility mechanisms are divided into three categories: direct flexibility, indirect flexibility and mixed flexibility, each having specific technical means and pricing arrangements [4]. Since the activation of these flexibilities has consequences on the technical and economic performance of energy communities, it is necessary to consider them in the study phase, in particular for the sizing of electricity production and storage components, the definition of energy distribution rules and also the composition of energy communities according to the demand heterogeneity of the load demand.

Objectives

This internship aims to study the optimal composition of energy communities based on the flexibility options available to different residential consumers. The input data required for this optimization will include consumption profiles, behaviours with and without flexibility, and household characteristics. A bottom-up approach will be considered (knowledge of the flexibility on each use) [5]. A comparison of the results obtained will be performed using techno-economic indicators to determine the influence of flexible consumption on community results.

The internship will be organized as follows:

- Literature review on flexibility mechanisms in energy communities, in particular for collective self-consumption operations;
- Processing and analysis of flexible and no-flexible consumption data from a detailed flexibility model (*bottom-up* approach);
- Adjustment of the aggregated flexibility model (for example: available potential according to time, according to building types);
- Formulation of a community composition optimization problem;
- Characterization of the contribution of flexibility in the design and management of communities (distribution of participants, energy distribution rules, sizing of production components and energy storage);
- Writing of the internship thesis and defence.

Keywords: energy communities, flexibility, renewable energy, energy storage, energy management, sizing, optimization.

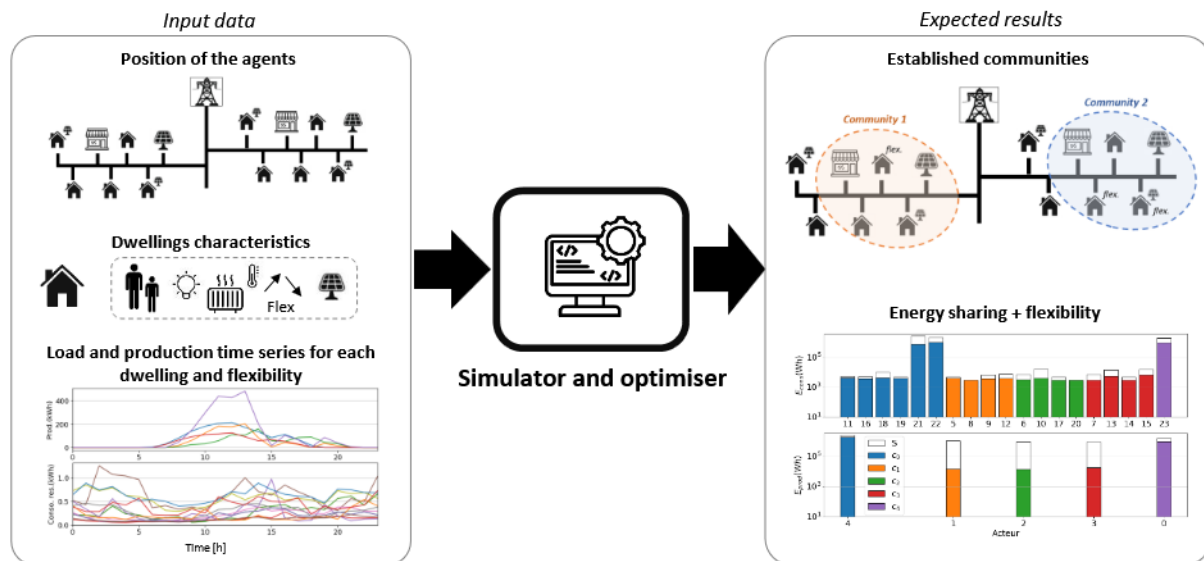


Figure 1 : Overview of the work planned during the internship

Background required

- Master in electrical engineering, energy, applied mathematics, optimization, data science;
- Autonomous, rigorous, ability to communicate and present results, interest in research and completing a doctoral thesis;
- Knowledge in the fields of electrical networks, microgrids, 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), Jean-Christophe OLIVIER (PR, IREENA), Jérôme LE DREAU (MCF HDR, LaSIE), possible collaboration with project partners

Funding: FlexTASE project (PEPR TASE), remuneration of the intern at the prevailing rate.

Application process and contacts: application to be sent with **CV, cover letter and transcripts of the last two years*** before Nov. 30, 2026 to : anthony.roy@univ-nantes.fr

**Only the applications submitted with all requested documents will be processed*

Bibliography

- [1] D. Frieden, A. Tuerk, J. Roberts, S. d'Herbemont, A. Gubina, « Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in Europe », H2020 funded project Compile, 2019. Consulté le: 11 mars 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://www.compile-project.eu/wp-content/uploads/COMPILE_Collective_self-consumption_EU_review_june_2019_FINAL-1.pdf
- [2] A. Roy, J.-C. Olivier, F. Auger, B. Auvity, S. Bourguet, E. Schaeffer, « A comparison of energy allocation rules for a collective self-consumption operation in an industrial multi-energy microgrid », *Journal of Cleaner Production*, p. 136001, fev. 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136001>
- [3] A. D. Mustika, R. Rigo-Mariani, V. Debusschere, A. Pachurka, « A two-stage management strategy for the optimal operation and billing in an energy community with collective self-consumption », *Applied Energy*, vol. 310, p. 118484, mars 2022, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118484>
- [4] Nana Kofi Baabu Twum-Duah. Interactions directes et indirectes de la flexibilité énergétique à l'échelle du bâtiment et de la communauté : du système aux système à interface humaine. Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes, Septembre 2023, <https://theses.hal.science/tel-04390253>
- [5] S. Martinez, M. Vellei, J. Le Dréau, « Demand-side flexibility in a residential district: What are the main sources of uncertainty? », *Energy and Buildings*, 255, 111595, 2022., <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111595>
- [6] Y. Froger, A. Roy, J.-C. Olivier, S. Bourguet, F. Auger, « Optimal Allocation of Agents among Collective Self-Consumption Communities », In 2025 IEEE Kiel PowerTech (pp. 1-6). IEEE, 2025