

Offre de stage Master 2

Intégration de flexibilité sur la demande dans les communautés d'énergie

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

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, auquel cas la production survient en journée) et les besoins des consommateurs, une flexibilité sur la demande peut être intégrée. Cette flexibilité peut se manifester par une anticipation ou un report de certaines consommations par exemple. 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 la phase d'étude, notamment pour le dimensionnement des composants de production et stockage d'électricité et pour la définition de règles de répartition de l'énergie.

Objectifs du stage

Ce stage a pour objectif de caractériser et modéliser les possibilités de flexibilité sur la demande dans les communautés d'énergie afin d'identifier l'impact sur les profils de consommation. Aussi, il est attendu une définition d'indicateurs d'évaluation et de décision liés à ces flexibilités, pouvant être utilisés dans une phase d'optimisation du design mais aussi de pilotage de ces communautés. Une étude de l'impact sur les performances économiques mais aussi sur la répartition de l'énergie est envisagée.

Le stage proposé sera composé des phases de travail suivantes :

- Étude bibliographique sur les mécanismes de flexibilité dans les communautés d'énergie, en particulier pour les opérations d'autoconsommation collective ;
- Identification et modélisation des flexibilités sur la demande dans une communauté d'énergie, avec une phase de traitement de données de consommation (résidentiel et/ou tertiaire) ;
- Définition de critères d'évaluation et d'indicateurs liés à la flexibilité ;
- Caractérisation de l'apport de la flexibilité dans le design et la gestion de communautés (répartition des participants, règles de répartition de l'énergie, dimensionnement des composants de production et stockage de l'énergie) ;
- Rédaction du mémoire et soutenance.

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

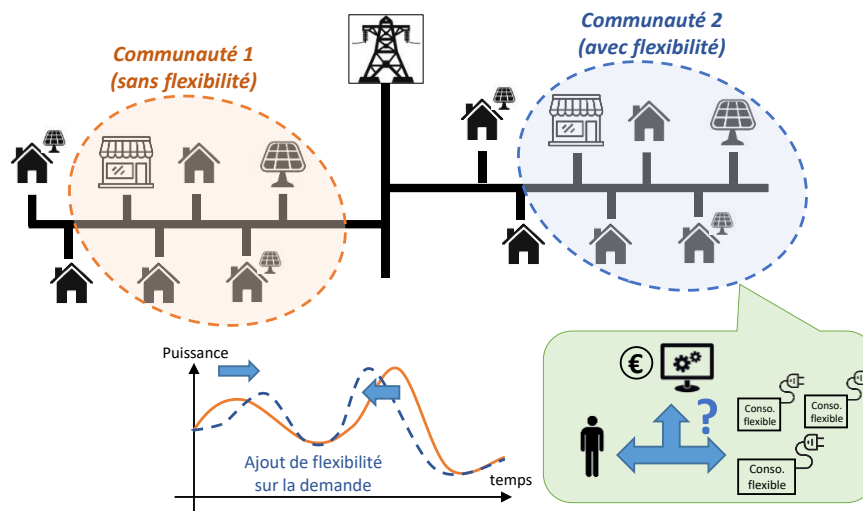


Figure 1 : Intégration de flexibilité sur la demande dans une communauté d'énergie

Candidat(e) recherché(e)

- Formation : Bac+5 en Génie électrique, énergétique, mathématiques appliquées, optimisation, 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 (opportunités à pourvoir dans le laboratoire à l'automne 2025) ;
- 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)

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 30/11/2024, à l'adresse suivante : anthony.roy@univ-nantes.fr

Références

- [1] D. Frieden, A. Tuerk, J. Roberts, S. d'Herbemont, et 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, et 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] C. Goncalves, R. Barreto, P. Faria, L. Gomes, Z. Vale, «Energy community consumption and generation dataset with appliance allocation», *IFAC-PapersOnLine*, 55(9), 285-290, juin 2022, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109218>

Master 2 internship proposal

Integration of demand-side flexibility in energy communities

Period: 6 months, starting in February - March 2025

Laboratory: IREENA (Institut de Recherche en Energie Electrique 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 and for the definition of energy distribution rules.

Objectives

This internship aims to characterize and model the possibilities of flexibility on demand in energy communities in order to identify the impact on consumption profiles. Also, a definition of evaluation and decision indicators related to these flexibilities is expected, which can be used in a design optimization phase but also in the management of these communities. A study of the impact on economic performance but also on energy sharing is expected.

The internship will be organized as follows:

- Literature review on flexibility mechanisms in energy communities, in particular for collective self-consumption operations;
- Identification and modeling of demand-side flexibilities in an energy community, with a phase of processing consumption data (residential and/or tertiary);
- Definition of evaluation criteria and indicators related to flexibility;
- 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.

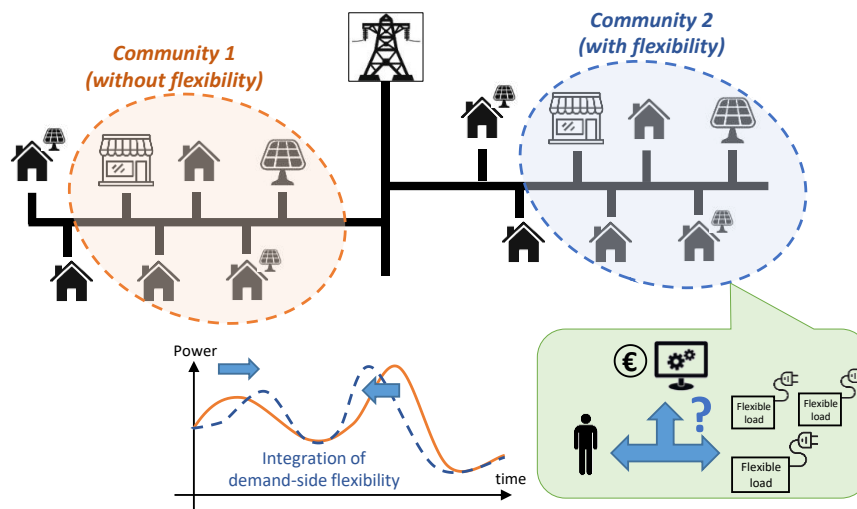


Figure 1 : Integration of demand-side flexibility in an energy community

Background required

- Master in electrical engineering, energy, applied mathematics or optimization;
- Autonomous, rigorous, ability to communicate and present results, interest in research and completing a doctoral thesis (opportunities to be filled in the lab in fall 2025);
- 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)

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, 2024 to : anthony.roy@univ-nantes.fr

Bibliography

[1] D. Frieden, A. Tuerk, J. Roberts, S. d'Herbemont, et 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, feb. 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136001>

[3] A. D. Mustika, R. Rigo-Mariani, V. Debusschere, et 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, march 2022, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118484>

[4] Nana Kofi Baabu Twum-Duah. Direct and indirect energy flexibility interactions at the building and community scale: From system to the human-interfaced system. PhD thesis, Université Grenoble Alpes, sept. 2023, <https://theses.hal.science/tel-04390253>

[5] C. Goncalves, R. Barreto, P. Faria, L. Gomes, Z. Vale, «Energy community consumption and generation dataset with appliance allocation», *IFAC-PapersOnLine*, 55(9), 285-290, june 2022, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109218>