

**Titre de la thèse – PhD Title:**

Accompagnement à la transition énergétique d'un gestionnaire  
conception d'une méthodologie adaptée

**Collaboration- Partnership:**

IMT Atlantique : Campus  Brest  Nantes  Rennes  
Laboratory

École doctorale :  SPIN  3MG

Financement - Funding: ADEME + Fond de Transition Juste

**Environnement académique - Context :** *(ajouter l'environnement industriel si besoin)*

IMT Atlantique, école de l'Institut Mines-Télécom, est une université technologique internationale rattachée au ministère en charge de l'industrie et des technologies numériques. Implantée sur trois campus (Brest, Nantes et Rennes), IMT Atlantique a pour objectif d'allier les technologies de l'information et de la communication, l'énergie et l'environnement pour transformer la société et l'industrie par la formation, la recherche et l'innovation. IMT Atlantique regroupe 1 800 étudiants de niveau master et doctorat. L'activité de recherche est centrée sur les technologies numériques, l'énergie et l'environnement. Elle est menée par 270 chercheurs permanents et produit environ 900 publications par an. Le département Systèmes Energétiques et Environnement (DSEE) est l'un des 12 départements d'IMT Atlantique. Il emploie environ 70 collaborateurs, dont 20 chercheurs permanents, 6 ingénieurs et techniciens, 3 personnels administratifs, des doctorants, des ingénieurs de recherche et des post-doctorants. Le département fait partie de l'unité CNRS GEPEA et mène des recherches en ingénierie des procédés appliquée aux bio-ressources et aux technologies environnementales à travers 3 équipes de recherche : Traitement Eaux Air Métrologie (TEAM), Valorisation Energie/Matière des Résidus et Traitement des Emissions (VERTE), Optimisation - Système - Énergie (OSE).

IMT Atlantique is an international technological university attached to the ministry in charge of industry and digital technologies. Located on three campuses (Brest, Nantes and Rennes), IMT Atlantique aims to combine information and communication technologies, energy and the environment to transform society and industry through training, research and innovation. IMT Atlantique brings together 1,800 master's and doctoral level students. Research activity focuses on digital technologies, energy and environment. It is led by 270 permanent researchers and produces around 900 publications per year. The Energy Systems and Environment department (DSEE) is one of the 12 departments of IMT Atlantique. It employs around 70 people, including 20 permanent researchers, 6 engineers and technicians, 3 administrative staff, doctoral students, research engineers and post-doctoral students. The department is part of the CNRS GEPEA unit and conducts research in process engineering applied to bio-resources and environmental technologies through 3 research teams: Water Air Metrology Treatment (TEAM), Energy/Material Valorization of Residues and Treatment of Emissions (GREEN), Optimization - System - Energy (OSE).

**Contexte ou état de l'art scientifique :**

La politique de transition énergétique et environnementale se décline en de multiples axes portant sur tous les objets pertinents (les mobilités, les activités industrielles, la gestion des déchets, etc.). Pour ce qui est du bâti, elle est encadrée par plusieurs lois au niveau national, comme par exemple le décret tertiaire ou la RT2020. A ceux-ci s'ajoutent des objectifs et des contraintes définis par les gestionnaires de chaque bâtiment, comme les collectivités.

Réunissant des partenaires dans des champs d'expertise complémentaires (énergie renouvelable, montage juridico-économique, aménagement du territoire, gestion de données, modélisation des systèmes énergétiques), OSER (Outil de Simulation de systèmes Multi-Energies Renouvelables patrimonial) se propose d'être un référentiel d'aide à la décision pour les gestionnaires de patrimoine (collectivités, bailleurs, ...) afin de construire une feuille de route pour couvrir tout ou partie de leurs besoins en énergie (électricité, gaz, réseau de chaleur, ...) par des énergies renouvelables locales, au plus près du temps réel. L'ambition du projet est de montrer que grâce au couplage des différents vecteurs énergétiques (électricité, chaleur, gaz) et moyennant des dispositions réglementaires adaptées, un fort taux de pénétration d'énergies renouvelables locales dans le mix énergétique peut être atteint, tout en respectant le fonctionnement réel des réseaux d'énergies.

The energy and environmental transition policy is broken down into multiple axes covering all relevant subjects (mobility, industrial activities, waste management, etc.). As for buildings, it is governed by several laws at the national level, such as the « décret tertiaire » or the RT2020. Objectives and constraints defined by the managers of each building, such as communities can complete these laws.

Bringing together partners in complementary fields of expertise (renewable energy, legal-economic arrangement, territorial planning, data management, modeling of energy systems), OSER (Multi-Energy Renewable Heritage Systems Simulation Tool) aims to be a decision-making framework for asset managers (communities, landlords, etc.) in order to build a roadmap to cover all or part of their energy needs (electricity, gas, heat network, etc.) through local renewable energies, as close as possible to real time. The ambition of the project is to show that thanks to the coupling of different energy vectors (electricity, heat, gas) and through appropriate regulatory provisions, a high penetration rate of local renewable energies in the energy mix can be achieved, while respecting the real functioning of energy networks.

## **Objectifs de la thèse- Expected contributions of the Thesis?**

En résumé, OSER a pour but d'aider le gestionnaire de bâti de la métropole à planifier sa transition énergétique à moyens et longs termes, avec en toile de fond une notion de dynamique temporelle de déploiement des systèmes énergétiques, considérant l'existant, les stratégies et décision de transition établies à l'instant initial pour les horizons courts (2025-2030), ainsi que les scénarios prospectifs à plus longs termes (2030-2050).

D'un point de vue technique, cet exercice consiste en un ou plusieurs calculs d'optimisation permettant d'identifier et de dimensionner des actions pertinentes à mener à un instant donné, dans l'optique de minimiser ou maximiser un score. Les principaux verrous de la démarche à envisager sont les suivants : construire des scénarios, mettre au point une méthodologie adaptée à la planification dynamique, intégrant le développement de la brique logicielle de modélisation de réseaux et systèmes énergétiques, et définir des objectifs pertinents.

Le problème à traiter implique plusieurs actions énergétiques (installer un système énergétique, rénover un bâtiment, contracter avec un producteur d'ENR, etc.), sur plusieurs dizaines d'années (2025-2050/60) et à décliner sur plusieurs centaines de sites variés (écoles, équipements sportifs, bâtiments tertiaires, logements, etc.). De plus, un fort accent est mis sur les aspects dynamiques : on s'intéresse à l'équilibrage des flux d'énergie du système multi-énergie, à l'échelle temporelle la plus réduite possible, en employant les synergies inter-vecteur. La taille du problème résultant de ces contraintes impose un travail méthodologique visant à le réduire.

Le sujet comprend un exercice de projection sur les décennies à venir autour de plusieurs aspects : évolution des prix de l'énergie, évolution réglementaire et des contraintes juridiques sur l'achat d'énergie renouvelable et l'autoconsommation ainsi que l'évolution de la demande en énergie dans un contexte de changement climatique. De tels exercices prospectifs s'accompagne de fortes incertitudes et il faudra analyser la sensibilité des résultats obtenus par rapport aux scénarios

Enfin, de nombreuses interactions avec les partenaires du projet OSER sont prévues tout au long de la thèse, sur plusieurs sujets : discussions sur le contenu des scénarios, co-définition des indicateurs de performance, restitution des résultats, etc.

In summary, OSER aims to help the city's building manager to plan its energy transition in the medium and long terms, with the notion of temporal dynamics of deployment of energy systems as a backdrop, considering the existing, the transition strategies and decisions established at the initial time for short horizons (2025-2030), as well as longer-term prospective scenarios (2030-2050).

From a technical point of view, this exercise consists of one or more optimization calculations making it possible to identify and size relevant actions to be carried out at a given moment, with the aim of minimizing or maximizing a score. The main obstacles of the approach to be considered are as follows: building scenarios, developing a methodology adapted to dynamic planning, integrating the development of the software brick for modeling energy networks and systems, and defining relevant objectives.

The problem to be addressed involves several energy actions (installing an energy system, renovating a building, contracting with an ENR producer, etc.), over several decades (2025-2050/60) and to be declined on several hundred varied sites (schools, sports facilities, tertiary buildings, housing, etc.). In addition, a strong emphasis is placed on dynamic aspects : we are interested in balancing the energy flows of the multi-energy system, on the smallest possible temporal scale, by employing inter-vector synergies. The size of the problem resulting from these constraints requires methodological work aimed at reducing it.

The subject includes a projection exercise over the decades to come around several aspects : evolution of energy prices, regulatory evolution and legal constraints on the purchase of renewable energy and self-consumption as well as evolution of demand of energy in a context of climate change. Such prospective exercises are accompanied by strong uncertainties and it will be necessary to analyze the sensitivity of the results obtained in relation to the scenarios.

Finally, numerous interactions with the OSER project partners are planned throughout the thesis, on several subjects: discussions on the content of the scenarios, co-definition of performance indicators, restitution of results, etc.

### **Profil du candidat – Required skills:**

Le/la candidat.e sera titulaire d'un master ou diplôme équivalent, dans le domaine de l'ingénierie énergétique ou des mathématiques appliquées avec une expérience dans le domaine de l'énergie. Il/Elle aura des compétences en modélisation de systèmes énergétiques, dans le développement de modèles d'un ou plusieurs systèmes énergétiques (production / conversion / stockage / transport etc.) et en programmation scientifique et de l'algorithmique. Des connaissances des algorithmes d'optimisation, d'analyse de sensibilité et d'usage de la donnée sont des plus.

Le/La candidat.e démontrera un niveau d'anglais compatible avec le travail quotidien dans un contexte international, ajouté à des compétences en travail d'équipe ainsi que des capacités rédactionnelles avérées, en français et en anglais.

The candidate will hold a master's degree or equivalent diploma in the field of energy engineering or applied mathematics with experience in the field of energy. He/She will have skills in modeling energy systems, in the development of models of one or more energy systems (production / conversion / storage / transport etc.) and in scientific and algorithmic programming. Knowledge of optimization algorithms, sensitivity analysis and use of data is a plus.

The candidate will demonstrate a level of English compatible with daily work in an international context, added to teamwork skills as well as proven writing skills, in French and English.

### **Plan de travail – Work Plan:**

Dans le contexte du projet OSER, le/la candidat.e aura pour mission de développer une méthodologie de planification dynamique de la transition énergétique d'un gestionnaire de bâti, basée sur un outil de simulation et d'optimisation des flux énergétiques de systèmes multi-énergie. Il devra par la suite l'appliquer aux divers scénarii élaborés par les partenaires du projet, selon une démarche suivante :

- Rédiger des bibliographies et état de l'art sur les systèmes multi-énergie, leur modélisation, les outils de simulation et d'optimisation
- Sur la base de l'état de l'art, développer les outils de simulation de systèmes multi-énergie et d'optimisation de flux énergétiques en les adaptant au contexte du projet : prise en compte voire réduction de la complexité du problème, de la quantité importante de données et d'informations.
- Tester les outils développés via les scénarios initiaux et courts termes maîtrisés
- Mettre en œuvre les outils sur des scénarios alternatifs prospectifs générés par les partenaires du projet, incluant leurs incertitudes et une analyse de sensibilité à ces incertitudes
- Analyse de résultats : définition et mise en œuvre des indices de performance et de diagnostic,
- Assurer la répliquabilité de l'outil
- Valoriser le travail de recherche dans des publications scientifiques et lors de conférences

In the context of the OSER project, the candidate will have the mission of developing a dynamic planning methodology for the energy transition of a building manager, based on a tool for simulating multi-energy systems and optimizing the energy flows. He will then have to apply it to the various scenarios developed by the project partners, using the following approach :

- Write bibliographies and state of the art on multi-energy systems, their modeling, simulation and optimization tools
- Based on the state of the art, develop tools for simulating multi-energy systems and optimizing energy flows by adapting them to the context of the project : taking into account or even reducing the complexity of the problem, the large amount of data and information.
- Test the tools developed via initial and short-term controlled scenarios
- Implement tools on prospective alternative scenarios generated by the project partners, including their uncertainties and a sensitivity analysis to these uncertainties

- Analysis of results: definition and implementation of performance and diagnostic indices,
- Ensure the replicability of the tool
- Promote research work in scientific publications and at conferences

### **Candidature – Application:**

To apply for this position, please send a detailed application including a cover letter, an up-to date CV, transcripts of grades and reference letters will be addressed to :

Pour postuler à ce poste, veuillez envoyer une candidature détaillée comprenant une lettre de motivation, un CV à jour, des relevés de notes et des lettres de références qui sera adressée à :

- Pierrick HAURANT ([pierrick.haurant@imt-atlantique.fr](mailto:pierrick.haurant@imt-atlantique.fr))
- Timothé GRONIER ([timothe.gronier@imt-atlantique.fr](mailto:timothe.gronier@imt-atlantique.fr))

### **Renseignements complémentaires - Additional Informations :**

Date de fin de candidature - Application deadline : 10 Aout 2024

Date de démarrage de la thèse- Start date : 1st Oct. 2024

Durée du contrat- Contract duration : 36 months

Localisation - Location : Nantes

Contact(s) :

- Pierrick HAURANT ([pierrick.haurant@imt-atlantique.fr](mailto:pierrick.haurant@imt-atlantique.fr))
- Timothé GRONIER ([timothe.gronier@imt-atlantique.fr](mailto:timothe.gronier@imt-atlantique.fr))
- Bruno LACARRIERE ([bruno.lacARRIERE@imt-atlantique.fr](mailto:bruno.lacARRIERE@imt-atlantique.fr))