

## Développement d'un système de gestion de l'énergie fondé sur la théorie de la commande prédictive destiné aux bâtiments publics

Projet Interreg Sudoe IMPROVEMENT

*Integration of combined cooling, heating and power microgrids in zero-energy public buildings under high power quality and continuity of service requirements*

### Le projet IMPROVEMENT

Le projet IMPROVEMENT (*Integration of combined cooling, heating and power microgrids in zero-energy public buildings under high power quality and continuity of service requirements*) est lauréat du troisième appel à projets Interreg Sudoe (<https://tinyurl.com/ya5vrtp>). Le projet est coordonné par le CNH2 (*Centro Nacional del Hidrógeno*), situé à Puertollano, en Espagne, et implique, entre autres laboratoires de recherche et partenaires institutionnels, le laboratoire PROMES-CNRS (une unité propre de recherche du CNRS conventionnée avec l'UPVD).

Les missions confiées à l'ingénieur-e de recherche portent sur le développement d'un système avancé de gestion de l'énergie (ou BEMS, pour *building energy management system*) destiné aux bâtiments publics faisant face à des charges critiques pour la gestion prédictive de l'énergie thermique et du confort thermique des usagers. Le BEMS sera fondé sur une structure de commande prédictive (ou structure MPC, pour *model-based predictive control*) hiérarchisée à deux niveaux. La structure MPC de niveau bas définira les consignes des systèmes de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) et pilotera le confort thermique des usagers. Les prédictions de la consommation énergétique seront transmises à la structure MPC de niveau haut pour la gestion du système de stockage thermique, conformément aux besoins des usagers en matière de chauffage et de climatisation, et pour le stockage des surcharges du micro-réseau électrique, par la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique. En retour, la structure MPC de niveau haut transmettra au micro-réseau sa prévision de consommation électrique. Deux bâtiments pilotes, l'un à Lisbonne au Portugal (laboratoire LNEG), l'autre à Puertollano en Espagne (laboratoire CNH2), permettront la mise en œuvre du système de gestion de l'énergie développé.

La mise en œuvre de la stratégie décrite ci-avant requiert des prévisions, à horizon de temps infra-journalier, de grandeurs (présence des usagers, ensoleillement, température extérieure, etc.) influant sur la dynamique du système. Des algorithmes pour la prévision de séries temporelles – les outils de l'apprentissage automatique/profond seront mis à profit – seront développés par l'ingénieur-e de recherche.

### Objectif

L'objectif du projet est le développement d'outils pour la conversion de bâtiments publics faisant face à des charges critiques en bâtiments à très basse consommation énergétique par l'intégration de micro-réseaux pour la génération combinée de chaud, de froid et d'électricité. Ces micro-réseaux sont équipés de systèmes de stockage hybrides et devront contribuer à la continuité des services. Plus précisément, IMPROVEMENT vise à :

- améliorer l'efficacité thermique des bâtiments publics par la production de chaud et de froid par voie solaire et l'intégration de solutions techniques actives et passives ;
- améliorer la qualité et la fiabilité de l'alimentation électrique par le développement d'un système de gestion des micro-réseaux résilient aux pannes ;
- maximiser la consommation d'énergie renouvelable par l'intégration d'un système avancé de gestion de l'énergie, exploitant les systèmes de stockage hybrides équipant les micro-réseaux.

Deux bâtiments pilotes, l'un à Lisbonne au Portugal (laboratoire LNEG), l'autre à Puertollano en Espagne (laboratoire CNH2), permettront la mise en œuvre du système avancé de gestion de l'énergie. Le premier bâtiment est équipé d'une pompe à chaleur géothermique et d'une pompe à chaleur classique ainsi que de systèmes de stockage hydrothermiques qui, par ailleurs, échangent de l'énergie thermique avec les systèmes de production et de consommation d'hydrogène du micro-réseau, le tout

alimentant les systèmes de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) et d'eau chaude sanitaire du bâtiment. Le deuxième bâtiment est équipé de collecteurs solaires thermiques, de collecteurs thermo-photovoltaïques (PVT), de pompes à chaleur et d'un système de stockage hydrothermique, le tout alimentant les systèmes de CVC et d'eau chaude sanitaire.

### **PROMES-CNRS**

PROMES-CNRS est une Unité Propre de Recherche (UPR 8521) rattachée à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS) et conventionnée avec l'UPVD. Le laboratoire, qui est structuré en trois axes thématiques, fédère les compétences de chercheurs et enseignants-chercheurs autour de l'énergie solaire et de sa valorisation. Ses activités, pluridisciplinaires, couvrent un large spectre, du matériau jusqu'au réseau d'énergie. PROMES-CNRS aborde, entre autres activités de recherche, le contrôle/commande des systèmes ayant trait à l'énergie solaire : les centrales solaires photovoltaïques et thermodynamiques, possiblement équipées de systèmes de stockage, et les réseaux et micro-réseaux thermiques/électriques. La performance énergétique des bâtiments basse consommation – un important vecteur de valorisation des technologies solaires – et la gestion de la production décentralisée, qui affecte la stabilité du réseau électrique de distribution et, de fait, la distribution de l'énergie électrique, sont au cœur de ces activités. PROMES-CNRS développe des algorithmes à coût calculatoire maîtrisé, fondés sur les outils de l'automatique avancée et de l'intelligence artificielle, en particulier les outils de l'apprentissage automatique/profond. Une activité transversale, essentielle à la gestion (prédictive) des systèmes susmentionnés, traite de la prévision dans le temps et l'espace de la ressource solaire.

### **Compétences**

- Contrôle/commande avancé (commande prédictive)
- Intelligence artificielle (apprentissage automatique/profond)
- Modélisation et identification des systèmes
- Optimisation mathématique
- Energétique du bâtiment

### **Savoir-faire**

- Programmation scientifique (Matlab/Tomlab)
- Développement d'algorithmes pour la gestion énergétique des bâtiments et du confort thermique
- Développement d'algorithmes pour la prévision des séries temporelles

### **Savoir-être**

- Autonomie
- Prise d'initiative
- Esprit d'équipe

### **Contacts PROMES-CNRS**

- Stéphane Grieu, Professeur des Universités, PROMES-CNRS, grieu@univ-perp.fr
- Julien Eynard, Maître de Conférences, PROMES-CNRS, julien.eynard@univ-perp.fr
- Stéphane Thil, Maître de Conférences, PROMES-CNRS, stephane.thil@univ-perp.fr

### **Conditions de recrutement**

- Diplôme : doctorat en sciences de l'ingénieur
- Contrat : ingénieur de recherche
- Durée : 16 mois à temps plein
- Prise de fonction au : 01/12/2021
- Lieu de travail : PROMES-CNRS, rambla de la Thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan
- Rémunération : environ 2200 € (net mensuel)