

Sujet de thèse à pourvoir dans le cadre du projet PLATSOLAR  
Équipe de recherche Commune I2M – Nobatek/INEF4

Titre : Dimensionnement et pilotage avancés d'une système  
solaire combiné innovant

## 1. Contexte

Le travail de thèse s'inscrit dans le cadre du projet PLATSOLAR démarré en mars 2019 dont le but est de développer des méthodes, outils et actifs d'une première preuve de concept/démonstrateur consistant en une plateforme CVC/Solaire appelée BATISOL et développée par l'Institut pour la Transition Energétique NOBATEK/INEF4. C'est un système de production solaire comprenant des panneaux capteurs solaires thermiques innovants, des éléments de stockage, une pompe à chaleur et des éléments de distribution (ECS et ventilo-convecteurs), le système de pilotage jusqu'aux locaux desservis.

Plusieurs axes de travail sont abordés dans ce projet : étude mécanique et durabilité des panneaux, états de surface, stockage et contrôle.

L'objectif de ce projet est, d'une part, de faire progresser la connaissance scientifique sur chacun des aspects abordés, et d'autre part d'obtenir une preuve de concept et une amorce d'outil métier en vue d'un déploiement commercial de la solution PLATSOLAR.

Le/la doctorant(e) pourra s'appuyer sur des travaux de thèse antérieurs portant d'une part sur l'optimisation multi-objectifs d'un système solaire combiné et d'autre part sur la modélisation, l'instrumentation d'une installation de chauffage et l'optimisation de sa gestion énergétique.

## 2. Sujet de thèse

Le sujet de thèse comprend un volet simulation et un volet expérimentation. Les méthodes de pilotage avancées constitueront le cœur du sujet dont l'innovation résidera dans leur conception et leur mise en œuvre sur l'installation PLATSOLAR qui servira de banc expérimental en conditions réelles (du capteur solaire au bâtiment).

Dans un premier temps il s'agira de s'approprier l'installation existante (BATISOL) et de reprendre les développements qui ont été effectués dans le cadre d'autres projets. La mission du doctorant sera ensuite de valider empiriquement les résultats du modèle, puis de maintenir un jumeau numérique de l'installation réelle tout au long du projet. Il jouera le rôle d'agrégateur lorsque des modifications seront successivement apportées sur cette installation en lien avec les travaux menés sur les autres thématiques du projet (stockage, panneaux) :

Le travail de simulation sera à double sens :

- agrégation des développements du système global et recalage avec les campagnes de mesures

- utilisation de ces modèles pour effectuer des test virtuels et proposer des améliorations (conception, pilotage, dimensionnement)

La modélisation du système PLATSOLAR complet implique probablement l'utilisation de méthodes de couplage et d'interopérabilité du fait qu'il se compose d'une multitude de sous-modèles (panneau, stockage, capteurs, régulation, bâtiment). Il faudra que le modèle développé corresponde à une vision « macro », là où des modèles très détaillés pourront être fait dans chacune des autres thématiques. Il s'agira donc d'adapter la complexité, ou le niveau de détail du modèle en fonction des résultats attendus. Une voie possible peut également être l'utilisation d'un jumeau numérique alimenté par des données issues de capteurs.

En parallèle de ce travail d'intégration, la contribution principale attendue est centrée sur l'élaboration de stratégies de contrôle avancées. Il conviendra de commencer par parcourir la littérature scientifique où de telles méthodes sont employées sur des installations équivalentes afin d'en maximiser les performances. Le contrôle de type prédictif/anticipatif est une voie à privilégier comme le montre la multiplicité des études scientifiques en ce sens dans le secteur du bâtiment (thèse H.Viot 2016) et également pour l'industrie. A l'issue de cet état de l'art, des simulations puis un déploiement du contrôle avancé (automates, capteurs, actionneurs) sur l'installation réelle est envisagé afin d'avoir une validation expérimentale faisant office de preuve de concept.

Enfin ces travaux doivent permettre de disposer à moyen terme d'une méthode de dimensionnement/conception orienté marché permettant la prise de décision selon les variantes possibles pour une implantation sur un bâtiment donné (thèse J.Bois 2017).

### 3. Profil recherché et compétences souhaitées

Le candidat recherché aura un profil de niveau BAC+5 issu d'un MASTER ou MASTERE Universitaire ou Ecole d'Ingénieur généraliste ou spécialisé. Des connaissances solides sont requises dans le domaine des transferts thermiques, de l'automatisme et des systèmes énergétiques dans le domaine du bâtiment.

La nature du travail à mener tel que décrit ci-dessus amène à penser que les compétences suivantes seront à l'avantage du candidat :

- Compétences en modélisation et maitrises d'outils de simulation (langage MODELICA, Matlab)
- Compétences ou fort intérêt pour la programmation (Python)
- Compétences en métrologie (chaîne de mesures, choix de capteur, analyse)
- Une précédente expérience en milieu industriel ou ingénierie des systèmes (stage)
- Maitrise de la langue anglaise pour la littérature scientifique (lecture et rédaction d'articles)
- Aisance à l'oral (présentation lors de points d'avancements, séminaires internes, participation à des conférences nationales et internationales)
- Qualités relationnelles de par l'aspect transverse avec les autres thématiques.

### 4. Laboratoire d'accueil

L'12M, UMR CNRS 5295, est l'institut de mécanique et d'ingénierie de l'université de Bordeaux. Il a pour principale tutelle, l'université, le CNRS, Arts et métiers Paristech et l'institut national polytechnique de Bordeaux. Le doctorant sera accueilli au sein du département TREFLE (Transfert, FLuide, Énergétique) et du groupe de recherche EBS (Énergétique des bâtiments et des systèmes). Ce groupe est impliqué dans des travaux liés aux problèmes d'énergétique notamment dans le cadre du bâtiment et des systèmes

énergétiques innovants. Les thématiques abordées concernent la simulation (modèles de composants, réduction de modèle, analyse de sensibilité, optimisation sous contraintes), la caractérisation dynamique (méthodes d'inversion) et le diagnostic énergétique (capteurs, techniques d'assimilation de données). Ces activités se développent dans le cadre de réseaux de recherche nationaux (ACI, ANR, Région Nouvelle Aquitaine) et internationaux (UE, IEA), ainsi qu'en collaboration avec des partenaires industriels (EDF, St Gobain) et des centres technologiques (CSTB, CEREMA). Le/la doctorant(e) bénéficiera de cet environnement de travail riche élargi à l'équipe de recherche commune créée avec l'Institut pour la Transition Énergétique du bâtiment NOBATEK/INEF4.

L'inscription en doctorat sera faite au sein de l'École Doctorale Sciences pour l'Ingénieur de l'Université de Bordeaux en spécialité Mécanique.

## 5. Informations

Démarrage souhaité entre octobre 2019 et le 1<sup>er</sup> janvier 2020 au plus tard.

Contrat doctoral de 3 ans.

Rémunération : 1900 € brut/mois.

## 6. Modalités de candidature et contacts

Personnes à contacter pour toute demande de renseignement ou candidature (lettre de motivation et cv) :

Laurent MORA [laurent.mora@u-bordeaux.fr](mailto:laurent.mora@u-bordeaux.fr)

Alain SEMPEY [alain.sempey@u-bordeaux.fr](mailto:alain.sempey@u-bordeaux.fr)

Hugo VIOT [hviot@nobatek.inef4.com](mailto:hviot@nobatek.inef4.com)