

# Proposition de projet de thèse dans le domaine de de l'énergétique, thermique, Sciences pour l'ingénieur

---

"Développement de modèles de prévision de charges thermiques des bâtiments pour l'évaluation de leur flexibilité énergétique "

---

Contrat doctoral de 3 ans (CDD)

**Date limite de candidature : 2 avril 2021**

**Prise d'effet du contrat : automne 2021**

## 1. Description du projet de thèse (450 mots environ)

Le comportement thermique d'un bâtiment est habituellement vu comme une contrainte pour l'approvisionnement en énergie pour des conditions climatiques données, étant donné qu'il est nécessaire de garantir, à tout instant, l'équilibre entre la production et la demande. En conséquence, la production doit suivre les fluctuations des demandes (chaleur, froids, équipements...), parfois au prix d'un surdimensionnement des capacités de production (gestion des pointes de demandes). Une alternative consiste à mettre en œuvre des solutions de stockage afin d'écarter les courbes de charges. Si cette dernière alternative permet une flexibilisation de la production d'énergie, elle demeure coûteuse à grande échelle. En revanche, concernant les besoins en chaleur et en froid résidentiels ou tertiaires, les bâtiments eux-mêmes pourraient contribuer à une plus grande flexibilité de ces demandes à moindre coût, en utilisant leur capacité thermique (ou inertie) comme stockage thermique.

L'objectif de cette thèse est de mettre en place une méthodologie de caractérisation du degré de flexibilité énergétique d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments, sous contrainte d'un niveau de confort intérieur. Dans cette optique, des indices de flexibilité devront être définis et corrélés aux caractéristiques thermiques des bâtiments, ainsi qu'à leurs comportements dynamiques. A termes, ces corrélations devront conduire à une modélisation thermique dynamique des bâtiments adaptée à la problématique, simple, suffisamment précise et généralisable à tout type de bâtiments avec un minimum d'informations nécessaires. A notre connaissance, ce type de modèle traitant à la fois du chauffage et du refroidissement n'existe pas dans la littérature.

Le travail est constitué de six grandes étapes qui se dérouleront comme suit :

1- a) Réalisation d'un état de l'art des modèles de bâtiments pour la prévision de charge : quel modèle pour quel niveau de granularité et avec quelles données d'entrées ? Cela permettra le choix des méthodes de modélisation pour la suite

b) Définition des indicateurs de flexibilité d'un bâtiment (Année1)

2- Définition des typologies représentatives de bâtiments et construction des modèles de bâtiment(s) pour la prévision de charges pour les méthodes choisies (Année 2).

3- Benchmark des méthodes selon des granularités différentes sur les différentes typologies : par zones (ex : étages), par bâtiment et par ensemble de bâtiments sur un cas bien décrit pour définir les périmètres d'utilisation de chaque type de modèles. Cela permettra de choisir le modèle ainsi que la granularité les plus pertinents selon la typologie (Années 2 et 3).

5 - Conception de stratégies d'optimisation énergétique : modéliser les bâtiments selon la méthode retenue et tester les indicateurs de flexibilité thermique (Année 3)

6 – Rédaction du manuscrit (Année 3)

Une tâche de valorisation (publications et conférences) sera à considérer tout au long de la thèse.

## 2. Compétences souhaitées (80 mots environ)

Ce poste est ouvert à un titulaire d'un M2 en thermique du bâtiment / énergie.

Savoir-faire:

- Maîtrise scientifiques en physique : transferts thermiques et physique du bâtiment.

- Maîtrise de l'outil informatique et d'un code de calcul (Matlab, python, etc.).
- Bonnes connaissances en mathématiques appliquées : modélisation et approches statistiques.
- Idéalement, une connaissance des métiers du bâtiment et des réseaux de chaleur.
- Maîtrise nécessaire du français et de l'anglais en lecture écriture et discussion.

Savoir être:

- Curiosité, adaptabilité et créativité, analyse et synthèse, sens de l'engagement, rigueur, autonomie, sens de la communication et de l'organisation collective.

### 3. Conditions d'accueil du projet de thèse

- Le doctorant sera employé du Cerema sur CDD doctorant de l'automne 2021 à l'automne 2024 (*dates exactes à fixer avec le (la) doctorant(e)*)
- La rémunération sera d'environ 1500€ nets les deux premières années et 1700€ la troisième
- Le projet se déroulera majoritairement dans les locaux du Cerema à Nantes :

CeremaDter ouest- MAN, 9 rue René VIVIANI,  
44262 Nantes

- Les dispositions permettront au doctorant de bénéficier de la formation de l'école doctorale d'inscription.
- L'encadrement de thèse sera réalisé en collaboration avec le département Systèmes Energétiques et Environnement d'IMT Atlantique, des déplacements à l'IMT Atlantique (Nantes) seront à prévoir.

### 4. Equipe d'encadrement du projet de thèse

- Le doctorant sera accueilli au sein de l'équipe BPE du Cerema, dont le responsable est Marjorie MUSY.
- Le projet se déroulera sous la direction de Bruno LACARRIERE du département Systèmes Energétiques et Environnement d'IMT Atlantique et Sihem GUERNOUTI chercheure dans l'équipe Cerema.
- Le projet sera co-encadré par Auline RODLER, chercheure dans l'équipe Cerema.

### 5. Modalités de candidature

Le candidat intéressé est invité à contacter au plus tôt l'encadrant Cerema de ce projet :

Sihem GUERNOUTI  
CEREMA/DterOuest - MAN, 9 rue René VIVIANI, 44262 Nantes  
[sihem.guernouti@cerema.fr](mailto:sihem.guernouti@cerema.fr)  
Tél .+33 7 63 61 83 55

#### Contenu du dossier de candidature :

- le CV du candidat
- la copie de sa carte d'identité ou de son passeport
- les notes du master (a minima le master 1 si les notes du master 2 ne sont pas disponibles)
- la copie du dernier diplôme (maîtrise, diplôme d'ingénieur, master recherche si ce dernier est déjà soutenu).
- une lettre de motivation du candidat expliquant son intérêt pour le sujet (1 page recto-verso maximum).
- une lettre de recommandation

Le candidat lui transmettra un dossier complet (contenu ci-dessus), par mél, **avant le 2 avril 2021.**