

PROPOSITION DE STAGE INGENIEUR(E)

Machine learning pour l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments à partir de données de compteurs communicants

Mots-clés

Energétique des bâtiments ; physics informed machine learning ; séries temporelles ; modèles inverses ; compteurs communicants

Eléments de contexte

Le secteur du bâtiment est un des principaux consommateurs d'énergie et la réduction de la consommation énergétique des bâtiments est un important levier mobilisable dans le cadre de la transition énergétique. Dans cette optique, mesurer et qualifier précisément la performance réelle des bâtiments est un enjeu important. On parle de performance réelle par opposition à la performance à la conception car comme le montre la littérature un gap existe entre les deux (« building energy performance gap » – EPG).

La consommation énergétique des bâtiments étant affectée par une multitude de facteurs (climat, scénario d'occupation, qualité de l'enveloppe, des systèmes...) la simple donnée de la consommation annuelle d'un bâtiment ne permet pas d'évaluer sa performance de manière objective. Le but des méthodes de caractérisation de la performance réelle des bâtiments (MPEB) est ainsi d'évaluer des indicateurs de la performance « intrinsèque » permettant de comparer des bâtiments entre eux. Un exemple important est le HLC (heat loss coefficient) qui est un indicateur de la performance thermique de l'enveloppe du bâtiment.

L'intérêt pour les méthodes de caractérisation de la performance réelle a beaucoup augmenté depuis les années 2000, notamment pour essayer de comprendre l'origine du EPG. Différents types de méthodes ont été développés, allant de méthodes « in-situ » nécessitant une instrumentation spécifique et un site inoccupé (ex : méthode SEREINE développée au CSTB) à des méthodes se basant sur des données collectables à distance et réalisables en site occupé. Cette seconde catégorie de méthodes a pour avantage sa facilité d'implémentation mais le niveau de finesse d'analyse possible est moindre qu'avec les méthodes in situ. Du fait de la disponibilité de plus en plus grande de données collectables à distance (notamment données de consommation, données météo et données open data relatives au bâti, voir notamment la BDNB), l'amélioration de ce type de méthodes est un enjeu R&D intéressant. En effet les applications possibles sont nombreuses : évaluation de la performance de bâtiments ou de parc ; suivi de performance de rénovations ; compréhension du performance gap ; recommandation d'actions d'efficacité énergétique...

Objectifs et contenu de la mission

Le stage sera centré sur une étude théorique et numérique des méthodes d'évaluation de la performance à distance, en se basant sur l'étude d'un jeu de données simulées. On cherchera en particulier à comprendre les opportunités offertes par l'utilisation de données à une résolution temporelle fine (données horaires) par rapport aux données journalières, notamment pour la détermination de la valeur du HLC. Pour ce faire une analyse du problème de résolution inverse d'un modèle thermique sera étudiée en utilisant une approche probabiliste (bayésienne). L'enjeu général sera de comprendre quel type de modèle est identifiable en se basant sur des données de consommation horaire ainsi que d'obtenir des barres d'incertitude fiables sur les paramètres identifiés.

Le stage pourrait déboucher sur une thèse sur des thématiques proches en visant notamment une application à des données réelles à grande échelle pour des bâtiments résidentiels et tertiaire. Le stagiaire et potentiel futur thésard sera co-encadré au CSTB (Direction Energie Environnement – Division Performance en Service) et à l'université Gustave Eiffel (laboratoire IMSE - Instrumentation Modélisation Simulation et Expérimentations). La thèse sera de plus réalisée en collaboration avec Deepki, entreprise française leader dans le domaine de l'utilisation des données pour la transition énergétique des bâtiments du tertiaire.

Profil et compétences requises

Vous poursuivez actuellement une formation de niveau Bac+5 (Master ou école d'ingénieur). Vous disposez de connaissances théoriques en mathématiques appliquées et en modélisation. Vous êtes intéressé par l'application de ces outils à des sujets liés à l'énergie.

Compétences requises :

- Programmation Python
- Analyse de données
- Approches statistiques
- Approches physiques (modélisation)

Bonus :

- Connaissances en énergétique du bâtiment
- Approches bayésiennes
- Problèmes inverses
- Etude de séries temporelles

Durée du stage et indemnités

Durée : stage de 5 à 6 mois

Démarrage : début 2026

Indemnités : 1200€ brut par mois

Le CSTB en quelques mots

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche et expertise, l'évaluation, la certification et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétence couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes, acteurs publics et privés, de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Lieu du stage :

Site du CSTB Marne-la-Vallée

84 avenue Jean Jaurès 77447 Champs-sur-Marne

Contact :

thimothée.thiery@cstb.fr ; julien.waeytens@univ-eiffel.fr ; guillaume.perrin@univ-eiffel.fr