

SUJET DE POST-DOC :

Génération de comportements d'occupants pour l'évaluation de la surchauffe dans les appartements urbains

Titre	Génération de comportements d'occupants pour l'évaluation de la surchauffe dans les appartements urbains
Laboratoire d'accueil, lieu de travail	Laboratoire CETHIL - Lyon (UMR5008, UCBL, INSA)
Laboratoire de direction et contractuel	Laboratoire I2M – Bordeaux (UMR5295, université de Bordeaux)
Encadrement	Damien DAVID (Maitre de conférences, CETHIL / UCBL) Laurent MORA (Professeur, I2M / Université de Bordeaux)
Ecole doctorale	A définir
Démarrage / Durée / Salaire	24 mois, 2700€ brut Ajustable selon expérience
Interactions Envisagées	Syndics de copropriétés, Bailleurs sociaux, Laboratoires en Sciences Humaines
Stage Master adossé	-
Contact	damien.david@insa-lyon.fr laurent.mora@u-bordeaux.fr
Rémunération	-
Source de Financement	Ce post-doc est financé par le PEPR VDBI, porté par l'Université Gustave Eiffel et le CNRS, dans le cadre du Plan France 2030 mis en place par l'État et géré par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).
Courte description	L'objectif du post-doc est de développer une méthodologie de génération de comportements d'occupants pour les études opérationnelles sur la surchauffe dans les appartements urbains passifs. Le travail consistera à définir, sur la base de résultats de recherche notamment en sciences sociale, des jeux de comportements d'occupants à prendre en compte lors de campagnes de simulations portant sur le diagnostic de la surchauffe ou l'évaluation de solutions de rafraîchissement passif.

Détail du sujet

L'objectif du post-doc est de **développer une méthodologie pour la génération de règles de comportement d'occupants pour les études opérationnelles sur la surchauffe dans les appartements urbains passifs.**

Une **situation de surchauffe** se caractérise par des ambiances thermiques suffisamment chaudes pour dégrader le bien-être des individus. Les situations de surchauffe peuvent se produire dans tous les lieux de vie intérieurs et extérieurs. Avec le changement climatique, elles deviennent plus fréquentes et plus intenses.

Depuis plusieurs années, la surchauffe fait l'objet d'études scientifiques dans le champ des sciences de l'ingénieur, et certaines de ces études ont une **vocation opérationnelle** : elles visent à produire des connaissances et des outils directement mobilisables par les acteurs de terrains pour mieux anticiper et faire face aux situations de surchauffe. Ces études peuvent porter sur le diagnostic de la surchauffe

(quelles combinaisons de facteurs mènent à une forte vulnérabilité à la surchauffe ?), ou sur l'évaluation des performances de solutions de rafraîchissement.

Les études opérationnelles sur la surchauffe sont généralement des études paramétriques : les niveaux de surchauffe sont évalués pour un **ensemble varié de cas d'étude** (type de bâtiment + données météo + matériaux de parois et équipements de fenêtre + règle de comportement des occupants). L'évaluation des niveaux de surchauffe se fait généralement par le biais de simulations. Des conclusions sont tirées de l'analyse des données produites. La portée des conclusions dépend fortement de la diversité des cas d'étude couverts par l'étude.

Par **comportement d'occupants**, on désigne ici les actions qui modifient l'exposition à la chaleur des individus (manipulation des menuiseries, utilisation de ventilateurs, hydratation, déplacement vers des zones plus fraîches, etc.). Les **règles de comportement** sont des règles qui peuvent être implémentées dans des outils de simulation thermique de bâtiments, ou être utilisées dans le post traitements de résultats de simulation, et qui régissent le comportement des occupants. Elles peuvent se matérialiser sous la forme de plannings prédéfinis, ou de règles dynamiques qui dépendent des paramètres d'ambiances.

Le post-doc devra développer un outil de génération de règles de comportement d'occupants. Les ensembles de règles de comportement produits devront remplir à minima les critères suivants : ils devront être **représentatifs de la diversité** des comportements qui peuvent être envisagés raisonnablement dans les logements étudiés en période de forte chaleur, leur **nombre** devra être suffisamment **réduit** pour permettre de réaliser des campagnes de simulation à grande échelle (sur plusieurs milliers de configurations de bâtiments), et ils devront permettre de **faciliter l'analyse des résultats** de simulation, tout particulièrement lorsque l'objectif de l'étude sera d'identifier les comportements permettant de limiter la surchauffe.

La stratégie envisagée sera de générer de manière **synthétique** les règles de comportements. Chaque règle de comportement résulterait de l'adaptation d'une ou de plusieurs stratégies de rafraîchissement à un ensemble des facteurs contextuels liées au profil des occupants et aux caractéristiques des logements. Les **facteurs contextuels** délimitent le champ des actions qui peuvent être prises par les occupants. Voici quelques exemples de facteurs contextuels associés au profil des occupants : horaires de présence dans les logements, présence ou non d'enfants en bas âge, indisposition au manque de luminosité. Voici quelques exemples de facteurs contextuels associés aux logements : présence de nuisances sonores ou de moustiques dans l'environnement du bâtiment, orientation par rapport au soleil.

La **première étape** de travail consistera à d'établir une liste exhaustive de facteurs contextuels tels que définis précédemment, et d'identifier comment ces facteurs peuvent contraindre les actions des occupants. Cette liste sera établie sur la base d'une étude bibliographique approfondie, qui couvrira notamment les résultats des études qualitatives en sociologie dont l'objectif était de comprendre le comportement des occupants lors des vagues de chaleurs. L'identification des facteurs contextuels pourra aussi s'appuyer sur les observations et enquêtes issues des terrains d'expérimentation du projet VF2+.

La **seconde étape** de travail consistera à identifier les moyens d'adapter les différentes stratégies passives de rafraîchissement (sur-ventilation nocturne, protections solaires, mise en mouvement de l'air) aux facteurs contextuels recensés précédemment. Cette étape du travail sera, elle aussi,

alimentée par des résultats d'observations obtenus lors d'études sociologiques qualitatives. Un travail prospectif devra être réalisé pour couvrir un ensemble plus large de stratégies d'adaptation envisageables.

Enfin, la **troisième étape** du travail consistera à implémenter la génération des règles de comportement dans le langage Python. L'implémentation devra permettre le paramétrage automatique de simulations thermiques dynamiques, notamment avec l'outil EnergyPlus. Elle devra aussi permettre d'adapter automatiquement les règles de comportement aux spécificités des logements (orientation des façades, partitionnement interne, etc.).

Les jeux de comportements d'occupants générés pourront, à l'issue de ce travail, être testés lors de campagnes de simulations à grande échelle, qui viseront à identifier des jeux de paramètres pour lesquels les ambiances thermiques dans les appartements urbains sont acceptables (étude de vulnérabilité).

Profil Recherché

Le travail envisagé est **multidisciplinaire**. Il mobilisera principalement des compétences associées aux sciences de l'ingénieur, mais nécessitera aussi une ouverture vers les sciences humaines et sociales.

Côté science de l'ingénieur : le candidat, titulaire d'un doctorat dans le domaine de l'énergétique du bâtiment devra absolument être capable de **maitriser la programmation dans le langage Python**. En effet, le générateur de règles de comportement d'occupants sera implémenté dans ce langage pour faciliter son interface avec les outils de paramétrisations de simulations développés par les acteurs du projet. Aussi, le candidat devra avoir une expérience en **analyse de données** (Machine Learning) pour le traitement des résultats des campagnes de simulation, et éventuellement pour la génération de comportements d'occupants à partir de données de mesure. Enfin, il est essentiel que le candidat ait des notions de base sur la **thermique du bâtiment** afin d'interpréter correctement les résultats de simulations.

Côté sciences sociales : le candidat devra présenter une **capacité à s'impliquer intellectuellement** pour comprendre, avoir un regard critique, et synthétiser des concepts mobilisés dans des travaux de recherche en science sociale, afin d'alimenter la définition des profils d'occupants.

Enfin, le travail proposé est un travail de recherche. Cela implique que le candidat ait une certaine aisance dans la **rédaction en français et en anglais**, et qu'il ait une capacité de compréhension et de synthèse des concepts scientifiques.

Financement – Cadre du projet

Le post-doc s'inscrit dans le projet « Des villes fraîches par et pour les usagers » (VF2+), financé par le PEPR « Villes Durables et Bâtiments Innovants » (VDBI). Ce projet réunit **12 laboratoires de recherche** français ainsi que des **acteurs opérationnels** dans la conception des villes (villes, métropoles, bureaux d'étude, etc.), et vise à élaborer de nouvelles stratégies de conception des villes au travers d'approches multidisciplinaires.

De nombreux et très riches échanges entre les différentes parties prenantes du projet sont envisagés. Plus particulièrement, pour ce post-doc, le consortium comprend des chercheurs provenant du

domaine des science sociales et qui abordent dans leurs recherche la question du comportement des occupants en période de forte chaleur.

Structure d'accueil – encadrement

Le post-doc sera co-encadrée par Damien DAVID du laboratoire CETHIL à Lyon, et Laurent MORA du laboratoire I2M à Bordeaux. Il sera principalement **domicilié au laboratoire CETHIL**. Des trajets à Bordeaux seront à prévoir, pour fluidifier l'encadrement de thèse par les deux partis, et pour régler les formalités administratives.

Le laboratoire CETHIL (Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon) est un laboratoire de recherche publique dédié à l'étude des transferts d'énergie faisant intervenir la chaleur. Il compte environ 30 chercheurs et enseignants-chercheurs, et il est géré par trois tutelles : l'INSA de Lyon, le CNRS, et l'Université Claude Bernard Lyon 1. Le laboratoire est divisé en 5 thèmes de recherches. Le travail du doctorant s'inscrit dans les activités du thème THEBE (Thermique des Bâtiments et le leur Environnement). Damien DAVID est enseignant chercheur dans le thème THEBE. Il a axé ses recherches depuis 5 ans sur les problématiques de confort estival dans les bâtiments urbains. Il a, entre autres, développé la plateforme de simulation DEBORA, qui permet d'automatiser la réalisation de des campagnes de simulations thermiques de bâtiments pour l'évaluation de la surchauffe. Les outils de génération de règles de comportement d'occupants réalisés dans le cadre de ce post-doc pourront être intégrés dans DEBORA.