

SUJET DE STAGE :

INTEGRER LE COMPORTEMENT DES OCCUPANTS DANS LES STRATEGIES DE RAFRAICHISSEMENT PASSIF

Titre	Intégrer le comportement des occupants dans les stratégies de rafraîchissement passif
Laboratoire d'accueil	Laboratoire I2M – Bordeaux (UMR5295, université de Bordeaux)
Laboratoire d'encadrement secondaire	Laboratoire CETHIL - Lyon (UMR5008, UCBL, INSA)
Encadrement	Laurent MORA (Professeur, I2M / Université de Bordeaux) Damien DAVID (Maitre de conférences, CETHIL / UCBL)
Dates / Durée	Mars 2025 – Aout 2025 (6 mois)
Financement	Bourse de stage associée au projet PEPR VF++
Thèse adossé	Les travaux qui seront réalisés durant ce stage sont destinés à être poursuivis et approfondis lors d'une thèse pour laquelle un financement a déjà été attribué. Ne seront retenus pour ce stage que les candidats qui envisage de poursuivre en thèse. Aussi, le stage aura lieu au laboratoire I2M à Bordeaux, alors que la thèse sera domiciliée au laboratoire CETHIL à Lyon (sous la supervision directe de Damien DAVID).
Contact	damien.david@insa-lyon.fr laurent.mora@u-bordeaux.fr

Détail du sujet de stage

Le stage consistera à réaliser des travaux préparatoires pour une thèse dont le sujet est décrit de manière plus détaillée à la fin de ce document. Ce sujet de thèse est résumé dans les paragraphes suivants, pour introduire le travail qui sera demandé lors du stage.

Le sujet de thèse adossé au stage porte sur l'influence du comportement des occupants dans la mise en place de stratégies de rafraîchissement passif dans les logements. Pendant les périodes de canicule, la manière dont les occupants interagissent avec leur logement (manipulation des ouvrants, répartition des charges internes) a un impact décisif sur les niveaux de surchauffe des logements. L'élaboration de stratégies de rafraîchissement passif doit donc intégrer des recommandations sur la manière dont les occupants doivent interagir avec leur logement pour contenir la surchauffe des locaux durant les vagues de chaleur.

La prise en compte du comportement des occupants dans l'élaboration d'une stratégie de rafraîchissement passif pose un certain nombre de questions : quel est le comportement optimal des occupants ? Des contraintes empêchent-elles d'adopter ce comportement ? Comment ces contraintes influent-elles sur les niveaux d'exposition à la chaleur ? etc. La réponse à ces questions pouvant dépendre des caractéristiques du logement étudié (caractéristiques de l'appartement, de son contexte urbain, et de sa localisation géographique), il est proposé d'utiliser la plateforme DEB pour apporter des réponses générales à ces questions. La plateforme DEB est une plateforme développée au CETHIL, qui permet d'automatiser la réalisation de larges campagnes de simulation portant sur la surchauffe des bâtiments urbains.

L'objectif du stage sera de réaliser une première étude complète avec la plateforme DEB. Cette étude visera à comparer les niveaux de surchauffe atteints dans différents types de logements, pour différents comportements d'occupants. L'analyse des résultats sera réalisée avec un objectif précis : développer un indicateur qui permettrait de caractériser le niveau de sensibilité des logements aux variations de comportements des occupants. Cette étude serait alors, pour le candidat, une occasion de prendre en main la plateforme DEB, et d'initier la réflexion sur la manière de caractériser la sensibilité des niveaux de surchauffe dans les appartements au comportement des occupants. Cette réflexion sera ensuite approfondie durant la thèse.

Profil Recherché

Le profil recherché est identique au profil recherché pour la thèse adossée au stage

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.

La plateforme DEB est implémentée dans le langage Python, elle utilise des outils dédiés à la simulation thermique des bâtiments (EnergyPlus, DesignBuilder), elle produit un volume conséquent de données de simulation à interpréter. Le candidat devra être capable de programmer en Python. Il devra maîtriser des notions de base portant sur les transferts thermiques (modes de transferts, et modèles associés) et l'analyse de données (Machine Learning). Une expérience en simulation thermique de bâtiments serait aussi très appréciée.

L'élaboration des scénarios de comportement d'occupants devra être alimentée par des résultats de travaux de recherche majoritairement issus du domaine des sciences sociales. Le candidat devra donc présenter une capacité à s'impliquer intellectuellement pour comprendre, avoir un regard critique, et interpréter les concepts mobilisés dans ces travaux de recherche.

Enfin, le travail proposé est un travail de thèse. 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/stage

Le stage et la thèse associée s'inscrivent dans le projet « Des villes fraîches par et pour les usagers » (VF++), 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.

Le stage sera financé et aura lieu au laboratoire I2M, à l'Université de Bordeaux. La Thèse qui s'en suivra fera aussi l'objet d'un contrat de travail avec l'université de Bordeaux, mais elle aura lieu dans les locaux du laboratoire CETHIL à Lyon, sous l'encadrement de Damien DAVID.

Structure d'accueil

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 de 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 groupes de recherches. Le travail du doctorant s'inscrit dans les activités du groupe THEBE (Thermique des Bâtiments et le leur Environnement). Damien DAVID est enseignant chercheur dans le groupe 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 DEB, amélioré des modèles de simulation d'îlot de chaleur urbain, travaillé sur les performances de la ventilation naturelle dans les bâtiments, et réalisé une étude grande échelle sur l'exposition à la surchauffe dans les espaces urbains extérieurs de la métropole de Lyon.

Détail du sujet de thèse

Le projet de recherche proposé aborde la problématique de surchauffe des appartements durant les vagues de chaleur, et plus particulièrement de l'impact du comportement des occupants sur la mise en place de stratégies de rafraîchissement passives.

Des solutions de rafraîchissement doivent être mises en place dans les appartements pour éviter des surexpositions à la chaleur durant les vagues de chaleur présentes et futures. Pour des raisons environnementales évidentes, les solutions de rafraîchissement passif doivent être privilégiées.

Cependant, en période de forte chaleur, les ambiances thermiques dans les logements non équipés de climatisation dépendent très fortement de la manière dont les occupants interagissent avec le logement : manipulation des ouvrants, répartition des charges internes, etc. Une stratégie de rafraîchissement passif ne peut donc pas se limiter à une liste de systèmes à intégrer au bâtiment, elle doit aussi inclure des préconisations à destination des occupants, sur la manière dont ils doivent interagir avec leur logement pour contenir la surchauffe durant les vagues de chaleur.

La définition du comportement préconisé, et sa prise en compte dans processus de dimensionnement d'une stratégie de rafraîchissement passif, soulèvent de nombreuses questions. Pour un logement équipé de systèmes dédiés au rafraîchissement passif, quel est le comportement optimal des occupants ? (Optimal dans le sens où il minimise la surchauffe). Quelle est la nature des contraintes qui empêcheraient les occupants d'adopter ce comportement optimal ? (Contraintes liées par exemple à des périodes de sommeil ou d'absences, à des nuisances sonores, ou à des limites d'acceptation psychologiques). Comment ces contraintes « sociales » se traduisent-elles sur les scénarios d'interaction entre les occupants et les logements ? Quel niveau de dégradation des ambiances thermiques entraîne le passage du comportement optimal à des comportements contraints plus réalistes ? Comment intégrer ces contraintes dans un processus de dimensionnement ?

L'objectif de la thèse sera d'apporter des éléments de réponse aux questions listée précédemment. Mais la réponse à la plupart de ces questions dépend des caractéristiques du logement étudié. Plus précisément, elle dépend de caractéristiques associées directement au logement (géométrie, placement des ouvrants, matériaux, etc.), à son contexte urbain (masques solaires, intensité de l'îlot de chaleur urbain, etc.), et à son emplacement géographique (intensité des vagues de chaleur attendues dans la localité considéré). Il ne s'agira donc pas de se contenter d'apporter des réponses

particulières qui ne seraient valables que pour un logement, mais d'apporter des réponses généralisables sur un parc de bâtiments situé sur une localité donnée.

Pour généraliser les réponses qui seront apportées dans le cadre de cette thèse, le doctorant mettra à profit une plateforme unique d'automatisation de simulations thermiques dynamiques de bâtiment développées au CETHIL, dont le nom au moment de la rédaction de ce sujet, est « Design of Experiments for Buildings » (DEB). L'étude se concentrera sur le parc de logements de la métropole de Lyon, pour laquelle des bases de données représentatives d'échantillons d'appartements, d'archétypes de contextes urbains, et de données météorologiques d'échantillons de vagues de chaleur à destination de la plateforme DEB ont été constituées.

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.

La plateforme DEB est implémentée dans le langage Python, elle utilise des outils dédiés à la simulation thermique des bâtiments (EnergyPlus, DesignBuilder), elle produit un volume conséquent de données de simulation à interpréter. Le candidat devra être capable de programmer en Python. Il devra maîtriser des notions de base portant sur les transferts thermiques (modes de transferts, et modèles associés) et l'analyse de données (Machine Learning). Une expérience en simulation thermique de bâtiments serait aussi très appréciée.

L'élaboration des scénarios de comportement d'occupants devra être alimentée par des résultats de travaux de recherche majoritairement issus du domaine des sciences sociales. Le candidat devra donc présenter une capacité à s'impliquer intellectuellement pour comprendre, avoir un regard critique, et interpréter les concepts mobilisés dans ces travaux de recherche.

Enfin, le travail proposé est un travail de thèse. 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

La thèse s'inscrit dans le projet « Des villes fraîches par et pour les usagers » (VF++), 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.

Bien que le financement de la thèse soit officiellement attribué au laboratoire I2M de Bordeaux, la thèse sera domiciliée au sein du laboratoire CETHIL à Lyon. Le travail du doctorant s'effectuera durant la quasi-totalité de la thèse dans les locaux du CETHIL, sous l'encadrement de Dr Damien DAVID. Mais le doctorant aura un contrat de travail avec l'université de Bordeaux, où sera officiellement dirigé, à distance, par Pr. Laurent MORA. Damien DAVID assurera donc un encadrement au jour le jour de la thèse. Des échanges réguliers, en visio et en présentiel, seront régulièrement organisés Laurent MORA.

Structure d'accueil

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 de 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 groupes de recherches. Le travail du doctorant s'inscrit dans les activités du groupe THEBE (THERmique des Bâtiments et le leur Environnement). Damien DAVID est enseignant chercheur dans le groupe 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 DEB, amélioré des modèles de simulation d'îlot de chaleur urbain, travaillé sur les performances de la ventilation naturelle dans les bâtiments, et réalisé une étude grande échelle sur l'exposition à la surchauffe dans les espaces urbains extérieurs de la métropole de Lyon.