



Offre de thèse 2024

Titre

Méthodologie de distribution de la flexibilité énergétique d'un parc de bâtiment tertiaire pour optimiser le confort des occupants sous profil de consommation contrainte

Résumé

Cette thèse se déroule dans le contexte de l'interconnexion croissante entre les réseaux d'énergie et les bâtiments, avec l'augmentation de l'utilisation de sources d'énergie renouvelables intermittentes. L'objectif est d'accroître la part des énergies renouvelables dans les réseaux énergétiques et de réduire l'empreinte carbone globale en exploitant la flexibilité des besoins énergétiques des bâtiments. Cette flexibilité consiste à ajuster les profils de demande d'énergie en fonction de la disponibilité des énergies et de leur coût carbone. Les bâtiments tertiaires offrent un important potentiel de flexibilité et sont soumis à de nouvelles réglementations les incitant à optimiser leur consommation d'énergie.

La thèse se concentre sur les parcs de bâtiments tertiaires gérés par un "agrégateur" d'énergie, qui optimise et valorise la modulation des besoins énergétiques en fonction des contraintes et des flexibilités de production du gestionnaire de réseau. L'utilisation de modèles dynamiques hiérarchisés est une approche prometteuse pour l'application de la flexibilité des bâtiments, permettant à un agrégateur d'anticiper les futurs besoins du parc et de négocier les profils de consommation avec le gestionnaire de réseau.

Cependant, il existe des risques que le profil de consommation négocié ne corresponde pas exactement aux besoins des bâtiments individuels, ce qui peut affecter le confort et la santé des occupants. L'objectif de la thèse est de développer une méthodologie d'optimisation de la distribution de la flexibilité au sein d'un parc de bâtiments tertiaires, en tenant compte des caractéristiques techniques des bâtiments et du confort des occupants, afin de garantir son acceptabilité. La méthodologie permettra de répondre à des questions telles que : Quels sont les moyens pertinents d'appliquer techniquement le profil de puissance fixé ? Comment prendre en compte le confort des occupants ? Comment optimiser la répartition de la demande énergétique des bâtiments ? Quels sont les avantages et les freins à la généralisation d'une telle technique ?

Les travaux seront réalisés en collaboration avec d'autres laboratoires, notamment le LOCIE et Centrale Supélec, dans le cadre du projet PEPR Flextase.

Le doctorant sera localisé dans les locaux du CEA-INES au Bourget du Lac (73).



PhD offer 2024

Subject

Methodology for distributing the energy flexibility of a tertiary building stock to optimize user comfort under a constrained consumption profile

Resume

This PhD thesis takes place in the context of the growing interconnection between energy networks and buildings, with the increasing use of intermittent renewable energy sources. The aim is to increase the share of renewable energies in energy networks and reduce the overall carbon footprint by exploiting the flexibility of buildings' energy needs. This flexibility consists of adjusting energy demand profiles according to the availability of energy sources and their carbon cost. Tertiary buildings offer significant potential for flexibility and are subject to new regulations that encourage them to optimize their energy consumption.

The PhD thesis focuses on tertiary building stock managed by an energy 'aggregator', which optimizes and enhances the modulation of energy requirements according to the constraints and production flexibilities of the network operator. The use of hierarchical dynamic models is a promising approach for the application of building flexibility, enabling an aggregator to anticipate the future needs of the stock and negotiate consumption profiles with the network operator.

However, there are risks that the negotiated consumption profile does not correspond exactly to the needs of individual buildings, which may affect the comfort and health of occupants. The aim of the thesis is to develop a methodology for optimizing the distribution of flexibility within a stock of tertiary buildings, taking into account the technical characteristics of the buildings and the comfort of the occupants, in order to guarantee its acceptability. The methodology will answer questions such as how to apply the profile technically, how to consider occupant comfort and how to optimize the distribution of energy demand in buildings.

The work will be carried out in collaboration with other laboratories, notably LOCIE and Centrale Supélec, as part of the PEPR Flextase project.

The doctoral student will be located in the CEA-INES in Bourget du Lac (73).



Description

Contexte

Ce projet de thèse s'inscrit dans le contexte de l'évolution de l'interconnexion entre les réseaux d'énergie et les bâtiments : les premiers sont de plus en plus alimentés par des ressources renouvelables intermittentes ; les derniers sont à la fois producteurs et consommateurs d'énergie.

Un levier important pour augmenter la part des Energies Renouvelables dans les réseaux énergétiques, et ainsi réduire l'empreinte carbone globale de ces derniers, est de jouer sur la flexibilité des besoins des bâtiments. Cette flexibilité consiste à déplacer autant que possible les profils de demande énergétique pour satisfaire des critères de fonctionnement des réseaux en fonction de la disponibilité des énergies et de leur coût carbone.

Le foisonnement des besoins des bâtiments, notamment de chauffage, permet de piloter plus facilement la flexibilité à l'échelle d'un parc de bâtiment. C'est ainsi que des acteurs de type "agrégateur" d'énergie apparaissent et peuvent jouer un rôle important d'intermédiaire entre les gestionnaires de réseaux et les bâtiments. En agrégeant la flexibilité des bâtiments d'un parc, il permet d'optimiser et de valoriser la modulation des besoins en fonction des contraintes et flexibilités de production du gestionnaire de réseau.

Les bâtiments tertiaires offrent un fort potentiel de flexibilité et sont actuellement soumis à de fortes contraintes réglementaires les incitant à optimiser rapidement leur consommation énergétique. L'occupation et la gestion de ces bâtiments peut offrir certaines facilités à l'application de gestion flexible de leur besoin.

Le focus sera fait dans cette thèse sur les parcs de bâtiments tertiaires gérés par un « agrégateur ».

Il existe différents processus d'application de flexibilité des bâtiments, actuellement en cours de recherche et de développement. Parmi ceux-ci, l'utilisation de modèles dynamiques hiérarchisés est prometteur. Il permettrait à un agrégateur d'utiliser un modèle agrégé du parc et des productions locales. Ce modèle est identifié avec les données locales et permet d'anticiper les besoins et productions futurs du parc. Il peut être ainsi mis avantageusement à contribution pour négocier les profils de consommation des jours à venir auprès du gestionnaire de réseau.

Une fois le profil de consommation négocié, il reste à distribuer techniquement cette flexibilité à l'ensemble des bâtiments du parc. Et malgré la qualité des prévisions et des modèles, il existe un risque non négligeable pour que ce profil ne corresponde pas exactement aux besoins des bâtiments pris individuellement. Ainsi l'environnement intérieur des occupants peut-il être fortement altéré d'un point de vue confort mais également sanitaire si aucune précaution n'est prise lors de l'application de la flexibilité. Ceci entraînerait un rejet par les occupants et les utilisateurs, ce qui empêcherait le déploiement de telles méthodologies pourtant prometteuses sur le plan énergétique et environnemental.

Comment répartir au mieux le profil de consommation au sein du parc, en prenant en compte les caractéristiques techniques des bâtiments et surtout le ressenti des occupants pour garantir son acceptabilité ?



Objectif

L'objectif de cette thèse est ainsi de développer une méthodologie d'optimisation de distribution de la flexibilité au sein d'un parc de bâtiment tertiaire pour garantir une qualité minimum d'environnement intérieur des occupants tout en respectant une contrainte d'un profil de consommation fixé.

Les travaux seront réalisés en collaboration avec d'autres laboratoires regroupés au sein du projet Flextase, notamment le LOCIE et Centrale Supélec qui supervisera une thèse en parallèle sur le développement des modèles dynamiques hiérarchiques agrégés.

La méthodologie à développer devra apporter des éléments de réponses aux questions suivantes :

- Quels sont les moyens les plus adaptés pour appliquer techniquement le profil ? Sur quels organes et systèmes internes à disposition jouer pour optimiser l'application de ce profil (chauffage, rafraîchissement, ventilation, électricité spécifique) ? Et comment les classer/hiérarchiser ?
- Comment prendre en compte le confort des occupants dans la décision de répartition du profil de consommation autorisé ? Faut-il mettre en place un mécanisme de compensation pour améliorer l'acceptabilité d'une éventuelle perte de qualité ?
- Comment optimiser la répartition de la demande énergétique des bâtiments en tenant compte tous ses aspects ?

Principales étapes

- Modélisation dynamique détaillée d'un quartier et de ses systèmes de chauffage (cas de référence)
 - Cas d'étude : Parc de bâtiment tertiaire (Quartier Cambridge)
 - Modélisation dynamique des bâtiments à l'aide d'outils de type UBEM (Urban Building Energy Modeling)
 - Amélioration des hypothèses pour les différents postes de consommation et sources de flexibilité
 - Modélisation des systèmes
 - Modélisation du ressenti des occupants
- Développement de la méthodologie de distribution
 - Définition des données d'entrées (mesures extérieures, intérieures, retour des occupants...)
 - Définition des signaux de sortie (Loi de chauffe PAC, régime des ventilateurs...)
 - Définition des critères et process d'optimisation (Hiérarchisation des postes de flexibilité par bâtiments/zones...)
- Evaluation dans différentes conditions
 - Taille du parc
 - Profil de consommation contrainte

Contacts

Antoine Leconte : Antoine.leconte@cea.fr

04 79 79 21 38

Julien Ramousse : julien.ramousse@univ-smb.fr

04 79 75 88 20