
Master thesis : The effects of transparent adaptive façades on energy and comfort performances in office buildings

Auteur : Bertrand, Stéphanie

Promoteur(s) : Attia, Shady

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9099>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

University of Liège
Faculty of Applied Sciences
Academic year: 2019-2020

Abstract

The effects of transparent adaptive façades on energy and comfort performances in office buildings

Electrochromic glazing, dynamic shading devices
and double-skin façades

Master's thesis in order to obtain a master degree in
« Architectural Civil Engineering », by **Stéphanie BERTRAND**

Promoter: Pr. Shady Attia
Jury members: Pr. Sigrid Reiter
Pr. Vincent Lemort

Abstract

The effects of transparent adaptive façades on energy and comfort performances in office buildings

Electrochromic glazing, dynamic shading devices and double-skin façades

For the last decades, international organizations have attached a huge importance to building's energy-efficiency. In fact, the construction sector is one of the most responsible for the greenhouse gas emissions and accounts for more than 40% of the total energy consumption. Furthermore, the occupant comfort became a decisive factor of the user's satisfaction. In addition, the European Union intends to recognize the smartness of building with a Smart Readiness Indicator (SRI). In this way, emerging dynamic building envelopes that are adaptive façades are high potential solutions for the building sector. Moreover, these can significantly reduce the energy demand and improve occupant comfort. Many studies analyzed the impact of such façades by investigating one or several of these technologies. However, a single adaptive façade family was mostly studied. Thereby, in this thesis, four smart envelopes from four different families have been simulated and investigated through EnergyPlus with the help of DesignBuilder. Additionally, three control strategies were chosen to study the dynamic aspect of such systems. These are based on solar, operative temperature and glare control. The study aims to perform the energy, thermal and visual comforts performances. Then, the building envelope technologies are compared with a base case based on BESTEST case 600 which consist of a single office room with two windows. The simulated location is Uccle, in the Brussels-capital region in Belgium. Finally, a sensitivity analysis is made to strengthen the results and to determine influential parameters.

By comparing the different dynamic building technologies, it is demonstrated that dynamic shading devices and electrochromic glazing have a remarkable influence on the energy savings with a decrease of the total annual loads that can reach 31,3% compared to a simple office room without smart technologies. They mostly influence the cooling energy loads. Double-skin façades have a smaller impact on the energy consumption. However, these can significantly improve thermal comfort by decreasing discomfort hours by 14,8% compared to the base case. In fact, electrochromic glazing and dynamic shading do not really influence thermal comfort. In addition, this study points out the importance of control strategy's choice and parameters. Due to DesignBuilder limitations, visual comfort has only been investigated for double-skin façade cases. Nevertheless, this adaptive façade is able to reduce drastically unwanted daylight by more than 35%.

In conclusion, this thesis helps to determine the impacts of transparent adaptive façades on energy and comfort performances in office buildings. By studying several adaptive façade families and control strategies and different impact criteria, an overview of their potential is possible and can help in decision making of such façades.

Résumé

Les effets des façades adaptives transparentes sur les performances énergétiques et le confort dans les bâtiments de bureaux

Vitrage électrochromique, pare-soleil dynamique et façade double peaux

Depuis quelques décennies, les organisations internationales accordent de plus en plus d'importance à l'efficacité énergétique des bâtiments. En réalité, le secteur de la construction est responsable de plus de 40% de la consommation d'énergie totale. En outre, le confort des occupants est un facteur primordial pour améliorer leur satisfaction. De plus, l'Union Européenne désire évaluer l'intelligence des bâtiments à l'aide d'un indicateur : le *Smart Readiness Indicator* (SRI). Ainsi, les nouvelles technologies dynamiques d'enveloppes, que sont les façades adaptatives, promettent d'offrir des solutions de qualité pour le secteur de la construction. Aussi, celles-ci peuvent considérablement diminuer la demande d'énergie et améliorer le confort des occupants. Plusieurs études portent sur l'analyse d'une ou plusieurs de ces technologies. Mais la plupart du temps, ces dernières font partie de la même famille de façade adaptative. C'est pourquoi, cette thèse de master simule et étudie quatre systèmes de quatre familles différentes de façades adaptatives à l'aide du logiciel EnergyPlus. D'autre part, trois stratégies de contrôle ont été choisies pour évaluer l'aspect dynamique de ce genre de système. Celles-ci sont basées sur le contrôle par les gains solaires, la température opérative et l'index d'éblouissement. L'étude porte sur l'évaluation des performances énergétiques et de confort thermique et visuel. Outre cela, ces technologies sont comparées à un cas de base, fondé sur le cas 600 de BESTEST qui consiste en une simple pièce de bureau avec deux fenêtres. La localisation de la simulation est, quant à elle, fixée à Uccle, ville de la région de Bruxelles-capitale en Belgique. Finalement, une étude de sensibilité est effectuée afin de déterminer si des paramètres sont susceptibles de varier.

En comparant ces différentes technologies d'enveloppes intelligentes, il est démontré que les pare-soleils dynamiques et le vitrage électrochromique permettent d'économiser remarquablement la consommation d'énergie jusqu'à 31,3% comparé au cas de base. Ceux-ci agissent principalement sur la demande de refroidissement. Les façades double-peau ont un impact plus modeste sur la demande d'énergie. Néanmoins, elles permettent d'améliorer le confort thermique en diminuant les heures d'inconfort thermique jusqu'à 14,8% par rapport au cas de base. En réalité, le vitrage électrochromique et le pare-soleil dynamique n'influencent que très peu le confort thermique. De plus, cette étude met en évidence l'importance du choix de la stratégie de contrôle et du paramétrage. Cependant, les limitations du logiciel utilisé ont réduit l'étude du confort visuel aux cas de façade double-peau. Toujours est-il que ce type de façade peut réduire le rayonnement solaire non-désiré de plus de 35%.

En conclusion, cette thèse de master permet de déterminer les impacts des façades adaptatives transparentes sur les performances énergétiques et de confort dans les bâtiments de bureaux. En étudiant différentes familles, diverses stratégies de contrôle ainsi que plusieurs domaines d'impact, une vue globale de leur potentiel est possible et peut aider dans le choix de façade intelligente.