
Travail de fin d'études / Projet de fin d'études : Évaluation du risque de surchauffe d'une maison QZEN et du potentiel de la ventilation naturelle nocturne et de la masse thermique : Un cas d'étude wallon

Auteur : Poskin, Jean-Loup

Promoteur(s) : Andre, Philippe

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master : ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en "urban and environmental engineering"

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/25227>

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.



« Évaluation du risque de surchauffe d'une maison Q-ZEN et du potentiel de la ventilation naturelle nocturne et de la masse thermique : Un cas d'étude wallon »

Auteur : Jean-Loup POSKIN

Master Ingénieur Civil Architecte, à finalité spécialisée en Urban and Environmental Engineering
Université de Liège, Faculté des Sciences Appliquées (FSA)

Promoteur : Prof. Philippe ANDRÉ¹

Membres du jury : Prof. Shady ATTIA², Prof. Vincent LEMORT³, Ir Alanis ZEOLI³

¹ Building Energy Monitoring and Simulation, Arlon Campus Environnement, Faculté des Sciences, Université de Liège, Belgique

² Sustainable Building Design Lab, Urban and Environmental Engineering Department, Faculté des Sciences Appliquées, Université de Liège, Belgique

³ Thermodynamics Laboratory, Aerospace and Mechanical Engineering Department, Faculté des Sciences appliquées, Université de Liège, Belgique

RÉSUMÉ

L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments résidentiels a permis de réduire significativement les besoins de chauffage. Parallèlement, le risque de surchauffe estivale a considérablement crû et reste sous-évalué par les outils de simulation quasi-statique, historiquement orientés vers la demande de chauffage. Dans un contexte de changement climatique, cette problématique devient particulièrement critique pour les logements hautement isolés et étanches en Belgique, où les stratégies de refroidissement passif sont à privilégier par rapport aux systèmes actifs.

Ce travail vise à évaluer le risque de surchauffe et le bilan énergétique d'une maison unifamiliale située en Wallonie. Les objectifs sont multiples : i) quantifier le risque de surchauffe à l'aide de simulations dynamiques et d'indicateurs de performance reconnus, ii) évaluer le potentiel de la ventilation naturelle nocturne et de l'augmentation de l'inertie thermique quotidienne comme stratégies passives d'atténuation, iii) analyser le bilan énergétique QZEN du bâtiment, incluant son interaction avec le réseau électrique et l'impact potentiel d'une batterie de stockage.

La méthodologie repose sur des simulations dynamiques réalisées avec le logiciel TRNSYS, sur base d'un pas de temps horaire. Le risque de surchauffe est évalué à l'aide des indicateurs *Indoor Overheating Degree* (IOD) et *Ambient Warmness Degree* (AWD), appliqués selon des critères de confort thermique fixes et adaptatifs. Plusieurs scénarios sont étudiés, intégrant différents débits de ventilation, plusieurs niveaux d'inertie contrastés, ainsi que des projections climatiques futures issues du modèle climatique régional MAR selon les scénarios SSP3-7.0 et SSP5-8.5.

Les résultats montrent que la ventilation naturelle nocturne constitue une stratégie passive très efficace, d'un potentiel actuel de 86% selon le modèle confort considéré, et que l'augmentation de la masse thermique apporte un effet modéré mais complémentaire. Toutefois, l'impact des conditions extérieures sur la surchauffe du bâtiment demeure fort élevé dans les scénarios climatiques futurs et témoigne du manque de résilience des bâtiments QZEN. L'analyse du bilan énergétique met en évidence le décalage temporel important entre production photovoltaïque et demande électrique, partiellement atténué par l'intégration d'une batterie.

Mots clés :

Risque de surchauffe

Confort thermique

Simulation dynamique des bâtiments

Stratégies de refroidissement passif

Indicateurs de performance

Performance énergétique des bâtiments Q-ZEN

RÉSUMÉ

ABSTRACT

The improvement of the energy performance of residential buildings has led to a significant reduction in heating demand. At the same time, summer overheating risk has increased considerably and remains inaccurately addressed by quasi-static simulation tools, which were historically designed with a primary focus on heating needs. In the context of climate change, this issue becomes particularly critical for highly insulated and airtight dwellings in Belgium, where passive cooling strategies should be preferred over active systems.

This study aims to assess the overheating risk and the energy balance of a single-family dwelling located in Wallonia. We have several objectives: (i) to quantify overheating risk using dynamic simulations and recognized performance indicators, (ii) to evaluate the potential of nocturnal natural ventilation and increased daily thermal inertia as passive mitigation strategies, and (iii) to analyze the building's Q-ZEN energy balance, with particular attention to its interaction with the electricity grid and the potential contribution of battery storage.

The methodology is based on hourly dynamic simulations performed with TRNSYS software. Overheating risk is assessed using the *Indoor Overheating Degree* (IOD) and *Ambient Warmness Degree* (AWD) indicators, applied under both fixed and adaptive thermal comfort criteria. Several scenarios are investigated, including varying ventilation rates, contrasted levels of thermal mass, and future climate projections derived from the regional climate model MAR under the SSP3-7.0 and SSP5-8.5 scenarios.

The results show that nocturnal natural ventilation is a highly effective passive cooling strategy, with a current mitigation potential of up to 86% depending on the comfort model considered. Increasing thermal mass provides a more moderate but complementary effect. However, the influence of external climatic conditions on building overheating remains very strong under future climate scenarios, highlighting the limited resilience of Q-ZEN buildings. The energy balance analysis reveals a significant temporal mismatch between photovoltaic electricity production and building demand, which can be partially mitigated through the integration of battery storage.

Key words:

Overheating risk

Thermal comfort

Dynamic building simulation

Passive cooling strategies

Performance indicators

Energy Performance of Q-ZEN building

ABSTRACT