

Travail de fin d'études / Projet de fin d'études : Benchmark d'émissions carbone et classification typologique de bâtiments résidentiels neufs surbase de leur impact sur le réchauffement climatique

Auteur : Forey, Simon

Promoteur(s) : Reiter, Sigrid

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23251>

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.

Benchmark d'émissions carbone et classification typologique de bâtiments résidentiels neufs sur base de leur impact sur le réchauffement climatique

FOREY Simon

Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du grade de :

**Ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en
ingénierie architecturale et urbaine**

Promotrice :

REITER Sigrid

Année académique : 2024 – 2025

Résumé

Ce mémoire explore les déterminants des émissions de gaz à effet de serre (GES) associées aux bâtiments résidentiels neufs, dans un contexte où la réduction de l'empreinte carbone du secteur du bâtiment est un enjeu central de la transition écologique. L'analyse repose sur l'exploitation approfondie de la base de données de l'expérimentation française E+C-, qui regroupe des indicateurs environnementaux issus d'analyses de cycle de vie (ACV) réglementaires. Trois indicateurs sont étudiés : l'émission de GES totale (E_{GES}), l'émission de GES relative aux produits de construction et équipements ($E_{GES\ PCE}$), et les émissions de GES opérationnelles liées aux usages ($E_{GES\ OPE}$).

La méthodologie combine un benchmarking typologique (croisant morphologies architecturales, hauteurs et types d'occupation) avec des modèles de régression linéaire multiple, afin d'identifier les choix de conception ayant un impact significatif sur les émissions carbone.

Les résultats soulignent le rôle déterminant des systèmes techniques, notamment le chauffage au gaz, dont l'impact est nettement plus élevé que celui des alternatives comme la pompe à chaleur. La morphologie des bâtiments, notamment la compacité et la forme de la toiture, influence également fortement les émissions. Des effets inattendus apparaissent dans certaines catégories, notamment l'absence d'effet significatif de la ventilation double flux sur l' $E_{GES\ OPE}$, ou l'augmentation des émissions liée à la présence de panneaux photovoltaïques.

Les matériaux (terre cuite, béton, bois) et composants d'enveloppe (façades, menuiseries) exercent aussi des effets contrastés, souvent liés à la phase produit (PCE). En conclusion, le travail propose des recommandations concrètes pour la conception bas carbone et identifie plusieurs limites : qualité hétérogène des données, absence d'informations sur la géométrie ou les quantités de matériaux, difficulté à distinguer certaines typologies intrinsèques à la base de données.

Des perspectives sont ouvertes pour enrichir les futures analyses : meilleure caractérisation des matériaux, intégration du réemploi, modélisation dynamique, et anticipation des exigences croissantes de la RE2020 à horizon 2031.

Abstract

This master thesis investigates the key determinants of greenhouse gas (GHG) emissions in newly constructed residential buildings, in a context where reducing the carbon footprint of the building sector is a central objective of ecological transition strategies. The analysis is based on an in-depth exploitation of the French E+C- experimental database, which compiles environmental indicators derived from regulatory life cycle assessments (LCAs). Three indicators are examined: total GHG emissions (E_{GES}), emissions from construction products and equipment ($E_{GES\ PCE}$), and operational GHG emissions linked to building use ($E_{GES\ OPE}$).

The methodology combines a typological benchmarking approach, cross-referencing building morphologies, heights, and occupancy types with multiple linear regression models to identify design choices that have a statistically significant impact on carbon emissions

Results highlight the decisive role of technical systems, particularly gas heating, whose impact is significantly higher than that of alternatives such as heat pumps. Building morphology, especially compactness and roof design, also has a strong influence on emissions. Some unexpected effects emerge in specific categories, such as the lack of a significant impact of double-flow ventilation on $E_{GES\ OPE}$, or the increased emissions associated with the presence of photovoltaic panels.

Material choices (clay, concrete, wood) and envelope components (facades, window frames) also show contrasting effects, often linked to the production stage (PCE). The study concludes with concrete recommendations for low-carbon building design and identifies several limitations: heterogeneous data quality, lack of information on geometry or material quantities, and difficulty distinguishing between certain typologies inherent to the database structure.

Finally, the study outlines future directions for enriching subsequent analyses, including improved material characterization, the integration of reuse and circular economy principles, dynamic LCA modeling, and anticipation of the increasingly stringent requirements of the RE2020 regulation by 2031.