

Travail de fin d'études / Projet de fin d'études : Analyse multi-critère de la pertinence de différents systèmes structurels pour la construction de villes flottantes en Mer du Nord

Auteur : Jennen, Thomas

Promoteur(s) : Denoël, Vincent

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/2268.2/23264>

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.

Master à finalité spécialisée en Ingénierie
Architecturale et Urbaine
Année académique 2024–2025

Auteur : Jennen Thomas
Promoteur : V. Denoël, ULiège

Analyse multi-critère de la pertinence de différents systèmes structurels pour la construction de villes flottantes en Mer du Nord

Résumé

La construction de villes flottantes représente une piste innovante pour répondre aux enjeux croissants liés à la montée du niveau des mers, à la saturation du foncier et aux pressions environnementales globales. Bien que cette solution soit encore très peu explorée à grande échelle, elle suscite un intérêt croissant en raison de son potentiel à offrir des habitats résilients, modulables et respectueux de l'environnement marin.

En parallèle, les progrès technologiques dans le domaine des structures flottantes permettent aujourd'hui d'envisager des applications plus ambitieuses. Néanmoins, la faisabilité technique, la durabilité des systèmes, la tenue aux charges environnementales et l'organisation spatiale de ces plateformes doivent encore faire l'objet d'analyses approfondies.

Le présent travail de fin d'études s'inscrit dans cette dynamique. Il vise à analyser, de manière multicritère, la pertinence de différents systèmes structurels pour la construction de villes flottantes en mer du Nord. L'étude débute par une revue de littérature approfondie, abordant l'évolution des constructions flottantes, les motivations liées à leur émergence, les contraintes techniques, économiques et environnementales, ainsi que les concepts existants à travers le monde.

Dans la seconde partie, une approche expérimentale est développée. Elle consiste en l'analyse structurelle comparative de plusieurs types de plateformes flottantes (caisson en béton, grillage de poutres en béton classique et en béton allégé), à travers des modélisations numériques, des vérifications de flottabilité, de résistance mécanique, et des simulations de comportement en mer agitée. Les implications de la géométrie, des matériaux, des connexions et des systèmes d'amarrage sont également étudiées. L'étude a, en supplément, exploré les enjeux d'approvisionnement en eau et en alimentation, les contraintes d'aménagement, ainsi que les possibilités de mobilité interne par navettes maritimes.

Les résultats obtenus permettent de dégager les avantages et les limites de chaque système étudié, et de proposer des recommandations concrètes pour le développement futur de villes flottantes. Ce travail a permis d'objectiver, par la simulation numérique, les avantages et les limites mécaniques de chaque solution dans le cadre d'une ville maritime de grande envergure en mer du Nord. Il a démontré la faisabilité technique de plusieurs types de structures flottantes, et identifié clairement le caisson en béton comme la solution structurelle la plus pertinente pour ce contexte. Il a également mis en lumière les défis liés à l'autonomie des ressources, à la stabilité dynamique et à l'urbanisme maritime. Ce travail contribue ainsi à la réflexion sur des solutions urbaines durables face aux défis du XXI^e siècle.

Mots-clés : Villes flottantes, Structures flottantes, Urbanisme maritime, Résilience climatique, Aménagement maritime, Habitat alternatif ...

Master's Degree in Architectural and Urban
Engineering
Academic Year 2024–2025

Author : Jennen Thomas
Supervisor : V. Denoël, ULiège

Multi-Criteria Analysis of the Relevance of Various Structural Systems for the Construction of Floating Cities in the North Sea

Abstract

The construction of floating cities represents an innovative approach to address the growing challenges related to rising sea levels, land scarcity, and global environmental pressures. Although this solution remains largely unexplored on a large scale, it is attracting increasing interest due to its potential to offer resilient, adaptable, and environmentally friendly habitats.

At the same time, technological advancements in floating structures now make it possible to consider more ambitious applications. However, technical feasibility, long-term durability, resistance to environmental loads, and spatial organization of these platforms still require in-depth analysis.

This final thesis is part of that broader context. It aims to evaluate, through a multi-criteria approach, the relevance of different structural systems for the construction of floating cities in the North Sea. The study begins with an extensive literature review, covering the evolution of floating construction, the motivations behind its emergence, the technical, economic and environmental constraints, as well as existing concepts around the world.

In the second part, an experimental approach is developed. It consists of a comparative structural analysis of several types of floating platforms (concrete caisson, grid of beams in conventional concrete and in lightweight concrete), using numerical modeling, buoyancy and mechanical strength assessments, and simulations of behavior in rough sea conditions. The implications of geometry, materials, structural connections, and mooring systems are also explored. In addition, the study considers challenges related to water and food supply, spatial planning, and internal mobility via maritime shuttles.

The results highlight the advantages and limitations of each structural system studied and lead to concrete recommendations for the future development of floating cities. Through numerical simulation, the study objectively assesses the mechanical performance of each solution in the context of a large-scale floating city in the North Sea. It confirms the technical feasibility of several types of floating structures and clearly identifies the concrete caisson as the most relevant structural solution for this specific context. The work also brings to light critical issues such as resource autonomy, dynamic stability, and maritime urban planning. As such, it contributes to the ongoing reflection on sustainable urban solutions in response to the major challenges of the 21st century.

*Keywords : Floating cities, Floating structures, Maritime urbanism, Climate resilience, Marine spatial planning,
Alternative habitat . . .*