

## **Durabilité des encres cimentaires à base de sable recyclé pour l'impression 3D**

**Auteur :** Michels, Charlotte

**Promoteur(s) :** Courard, Luc

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

**Année académique :** 2022-2023

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/18184>

---

### *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.*

---



UNIVERSITÉ DE LIÈGE

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

---

# DURABILITÉ DES ENCREs CIMENTAIRES À BASE DE SABLE RECYCLÉ POUR L'IMPRESSION 3D

---

Travail de fin d'études réalisé par

**Charlotte MICHELS**

en vue de l'obtention du grade de master Ingénieur Civil des constructions

**Composition du jury :**

Luc Courard (Promoteur, ULiège)

Boyan Mihaylov (ULiège)

Julien Hubert (ULiège)

Yeakleang Muy (ULiège)

David Bulteel (Membre extérieur)

Aurélien de Boissieu (ULiège)

Année académique 2022-2023

# Résumé

L'impression 3D béton est une nouvelle méthode de fabrication qui est actuellement en développement dans le secteur de la construction. Bien qu'il y ait encore de nombreuses limitations de cette méthode de fabrication à l'heure actuelle, elle est sujet de multiples recherches à cause de son potentiel considérable et ses nombreux avantages.

Un autre sujet qui gagne de plus en plus en importance à cause des problèmes liés au réchauffement climatique et à l'exploitation excessive des ressources naturelles est le recyclage des déchets de construction et de démolition. Une application potentielle du sable recyclé se trouve dans l'impression 3D béton.

Le présent travail de fin d'études qui est réalisé dans le cadre du projet CIRMAP combine ces deux thématiques actuelles. Le but du projet CIRMAP est d'imprimer du mobilier urbain en utilisant un mortier à base de sable recyclé. Dans le cadre de ce travail de fin d'études, l'influence du processus de fabrication par impression 3D ainsi que l'influence de la substitution du sable naturel par du sable recyclé sur les propriétés mécaniques et sur la durabilité ont été étudiées. Pour cela, différents essais ont été réalisés au laboratoire sur des échantillons moulés avec des mortiers à base de sable naturel et à base de sable recyclé ainsi que sur des échantillons imprimés avec un mortier à base de sable recyclé.

Les essais réalisés ont révélé que le mortier testé dans le cadre du présent projet constitue un matériau très compact et d'une qualité excellente. En effet, les résultats obtenus indiquent que ce mortier imprimé à base de sable recyclé présente des résistances mécaniques élevées et des propriétés de porosité et d'absorption d'eau favorables. De plus, les essais de gel-dégel et de carbonatation ont montré que sa durabilité est également bonne et que les pièces imprimées en utilisant ce mortier subiront peu de vieillissement face à leur environnement extérieur.

Ce travail de fin d'études est divisé en deux parties principales. La première est une revue de littérature qui traite les sujets d'impression 3D, de sable recyclé et de durabilité et présente les résultats de différentes études qui ont déjà été réalisées sur ces thèmes. Dans la deuxième partie principale, les différents essais réalisés au laboratoire sont présentés et les résultats obtenus sont discutés.

# Abstract

Concrete 3D printing is a new manufacturing method that is currently in the development stage in the construction sector. Although there are still many limitations to this method in this sector, concrete 3D printing is the subject of many different research programs because of its considerable potential and its numerous advantages.

Recycling construction and demolition waste is another subject that is becoming increasingly important in the light of global warming and the over-exploitation of natural resources. One potential application for recycled sand is in 3D concrete printing.

This master thesis, which is part of the CIRMAP project, combines these two current topics. The aim of the CIRMAP project is to print urban furniture using a mortar based on recycled sand. In this master thesis, the influence of the 3D printing manufacturing process as well as the influence of the substitution of natural sand by recycled sand on mechanical and durability properties were studied. Various tests were carried out in the laboratory on both moulded and printed samples. Moulded samples with mortars based on natural and recycled sand as well as printed samples with a mortar based on recycled sand were tested.

The tests that were carried out revealed that the mortar developed and tested as part of this project is a very compact material of excellent quality. In fact, the results obtained during the different tests indicate that this printed mortar which contains recycled instead of natural sand presents high mechanical resistances as well as favourable porosity and water absorption properties. In addition, freeze-thaw and carbonation tests have shown that its durability is also good and that pieces printed using this mortar will suffer little ageing because of the external environment on which they are exposed.

This master thesis consists of two main parts. The first one is a state-of-the-art that deals with the subjects of 3D printing, recycled sand and durability, and presents the results of various studies that have already been carried out on these topics. In the second main part, the various tests carried out in the laboratory are presented and the results obtained are discussed.