



**HAL**  
open science

# Évaluation de l'impact des joints froids sur les propriétés mécaniques de mortiers imprimables accélérés

Vivien Esnault, Mouloud Behloul, Alban Mallet

## ► To cite this version:

Vivien Esnault, Mouloud Behloul, Alban Mallet. Évaluation de l'impact des joints froids sur les propriétés mécaniques de mortiers imprimables accélérés. DiXite3dPrint : Fabrication Additive pour la Construction. Quelle Actualité Nationale?, École des Ponts ParisTech, Jan 2019, Champs-sur-Marne, France. hal-02119370

**HAL Id: hal-02119370**

**<https://enpc.hal.science/hal-02119370>**

Submitted on 3 May 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Evaluation de l'impact des joints froids sur les propriétés mécaniques de mortiers imprimables accélérés**

### ***Assesment of cold jointing impact on mechanical properties of 3D printable accelerated mortars***

**Vivien Esnault<sup>1</sup>, Mouloud Behloul<sup>1</sup>, Alban Mallet<sup>2</sup>**

1 : Lafarge Centre de Recherche  
95 rue de Montmurier, 38290 Saint Quentin Fallavier, FRANCE  
e-mail : vivien.esnault@lafargeholcim.com

2 : XtreeE  
18 rue du Jura, 94150 Rungis, FRANCE  
e-mail : deuxième@yyy.fr

La question de l'adhésion entre les couches d'une structure imprimée par extrusion de mortier ou béton est un enjeu clé du développement de ces méthodes. En cause, la formation éventuelle de « joints froids », déjà connus pour d'autres applications dans la littérature [1].

Dans cette étude nous étudions ce phénomène dans le cadre de l'utilisation de mortiers accélérés en ligne. Ce procédé, présenté pour la première fois dans [2], et décrit plus complètement dans [3], consiste à formuler un béton ou un mortier très fluide pour assurer une bonne pompabilité, avant d'injecter dans la buse juste avant extrusion un additif qui modifiera les propriétés du matériau pour le rendre imprimable : épaissement qui permet la tenue du matériau sous son propre poids, accélération de la cinétique de prise afin de favoriser l'acquisition de propriétés mécaniques permettant l'accumulation rapide de couches successives. Ces additifs peuvent être des accélérateurs ou des VMA (pour « Viscosity Modifier Agents ») [3].

Si cette méthode permet de proposer des matériaux imprimables dotés de propriétés remarquable, elle interroge quant à la formation de joints froids, tout particulièrement quand un accélérateur est utilisé dans la buse. En effet, en accélérant la cinétique de prise, cette méthode augmente le risque que les couches successives développent un problème d'adhérence via la non continuité du réseau d'hydrates.

Ce problème est évalué dans cette étude au moyen de deux approches complémentaires.

La résistance mécanique d'éléments imprimés par la société XtreeE est évaluée selon une procédure rappelant [4] Des éléments de plaque (450x150x20 mm) sont découpés au sein de la structure imprimée avec un mortier accéléré et testé en regard de leur résistance en flexion. Les éléments de plaques sont orientés selon deux directions différentes relativement aux couches, et comparés aux propriétés de plaques homogènes coulées avec un matériau de composition identique à celui imprimé.

Nous procédons aussi à des essais de traction sur des éprouvettes modèles selon une méthode rappelant [5]. Ces essais permettent de démontrer le risque que constitue une trop longue attente entre deux dépôts de couches, ainsi que le fait que d'utiliser un accélérateur pour modifier les propriétés du mortier renforce les risques de ce point de vue (par rapport à l'utilisation d'un VMA).

---

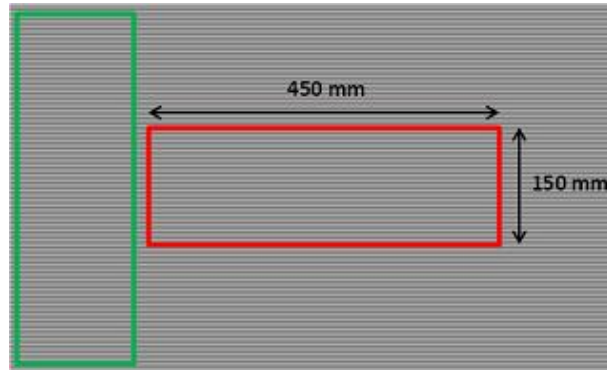


Fig. 1. Disposition schématique des éprouvettes prélevées pour les essais de flexion. La comparaison des propriétés des éprouvettes alignées avec les couches (rouge) et transverses à celle-ci permet de détecter une éventuelle anisotropie.

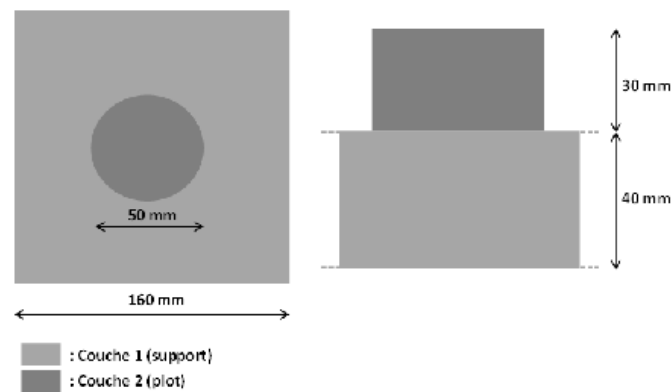


Fig. 2. Schéma du dispositif d'essais de traction. La couche 2 (plot) est déposée sur la couche 1 (support) après un temps contrôlé variant de 2 à 15 min. Le plot est ensuite arraché du support après une durée de cure de 7 jours.

#### Références

- [1] K.H. Khayat, P. Desnerck, « Bond properties of self-compacting concrete » in *Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete*, Springer, pp. 95-139, 2014.
- [2] C. Gosselin et al. « Large scale 3D printing of ultra-high performance concrete – a new processing route for architect and builder » in *Material Design*, Vol. 100 , pp. 102-109 , 2016.
- [3] V. Esnault et al. « Experience in online modification of rheology and strength acquisition of 3D printable mortars » in *Proceedings of the first RILEM international conference on concrete and digital fabrication – Digital Concrete 2018*, Springer, pp. 24-38, 2018.
- [4] T.T. Le et al. « Hardened properties of high performance printing concrete » in *Cement and Concrete Research*, Vol. 42 , pp. 558-566 , 2012.
- [5] B. Panda et al. « Measurement of tensile bond strength of 3D printed geopolymer mortar » in *Measurement*, Vol. 113 , pp. 108-116 , 2018.