



**HAL**  
open science

# Etude numérique du comportement d'un élément en béton imprimé en 3D

Rashid Hameed, Aurélie Papon

► **To cite this version:**

Rashid Hameed, Aurélie Papon. Etude numérique du comportement d'un élément en béton imprimé en 3D. DiXite3dPrint : Fabrication Additive pour la Construction. Quelle Actualité Nationale?, École des Ponts ParisTech, Jan 2019, Champs-sur-Marne, France. hal-02119257

**HAL Id: hal-02119257**

**<https://enpc.hal.science/hal-02119257>**

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.

## Etude numérique du comportement d'un élément en béton imprimé en 3D

### *Numerical study on the behavior of 3D printed concrete element*

Rashid Hameed<sup>1,2</sup>, Aurélie Papon<sup>2</sup>

1: Civil Engineering Department,  
University of Engineering & Technology Lahore, Pakistan  
e-mail : rashidmughal@uet.edu.pk

2 : Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC),  
Université de Toulouse, UPS, INSA, Toulouse, France  
e-mail : r\_hameed@insa-toulouse.fr, papon@insa-toulouse.fr

L'impression 3D du béton est une technique de construction émergente qui a attiré l'attention des chercheurs de nombreux pays. Dans cette étude, nous nous intéressons à l'impression 3D par extrusion ; dans ce cas, des couches de béton sont successivement déposées pour construire une structure. Des études expérimentales ont été menées récemment pour caractériser la liaison intercouche ainsi que la capacité du matériau à être extrudé, à ne pas ségréguer et à être stable après sa mise en place [1]. Le béton frais doit notamment être suffisamment solide, rigide et stable pour supporter son propre poids et le poids des couches supérieures, et limiter les déformations [2]. Il est important de mentionner que le coût d'une campagne expérimentale impliquant le développement et le test de la composition du béton est généralement très élevé et qu'il apparaît donc nécessaire d'explorer différentes approches permettant d'étudier numériquement le comportement de structures imprimées.

Dans la présente étude, la stabilité d'une structure imprimée a été étudiée par simulation numérique à l'aide d'un logiciel aux éléments finis et en utilisant le critère de plasticité de Mohr-Coulomb comme modèle de comportement (Eq. 1).

$$\tau = \tan \varphi \sigma + c \quad (\text{Eq. 1})$$

où  $\tau$  est la contrainte de cisaillement,  $\sigma$  est la contrainte normale,  $\varphi$  est l'angle de frottement et  $c$  est la cohésion. Les valeurs des paramètres de ce modèle sont généralement déterminées en effectuant des essais classiques de compression non confinée uni-axiale et de cisaillement direct sur des échantillons de béton à jeune âge. Pour cette étude, les valeurs des paramètres disponibles dans la littérature [2] ont été utilisées et sont présentées dans le tableau 1.

Paramètres	Masse volumique	Module d'élasticité	Cohésion	Angle de frottement	Coefficient de Poisson
Valeur	2070 kg/m <sup>3</sup>	70 - 90 kPa	2,5 - 4,5 kPa	20 degrés	0,3

Tab. 1. Valeurs des paramètres du modèle

L'objectif principal de cette étude est de montrer comment la cohésion et le module d'élasticité affectent le nombre maximal de couches pouvant être imprimées sans que des problèmes de déformation et de stabilité n'apparaissent. En outre, l'effet de l'épaisseur et de la largeur de la couche de filament sur la stabilité d'un élément de béton imprimé d'une certaine hauteur fixe

est également étudié. Dans ce travail, nous avons étudié numériquement l'impression d'un cylindre creux stratifié ayant un rayon interne de 230 mm, une largeur de filament variant de 40 mm à 100 mm et une épaisseur de couche de filament variant de 5 mm à 15 mm. Un exemple de déformée est présenté figure 1. De manière similaire, l'évolution du déplacement radial le long de la hauteur du cylindre avec l'augmentation du nombre de couches est présentée à la figure 2.

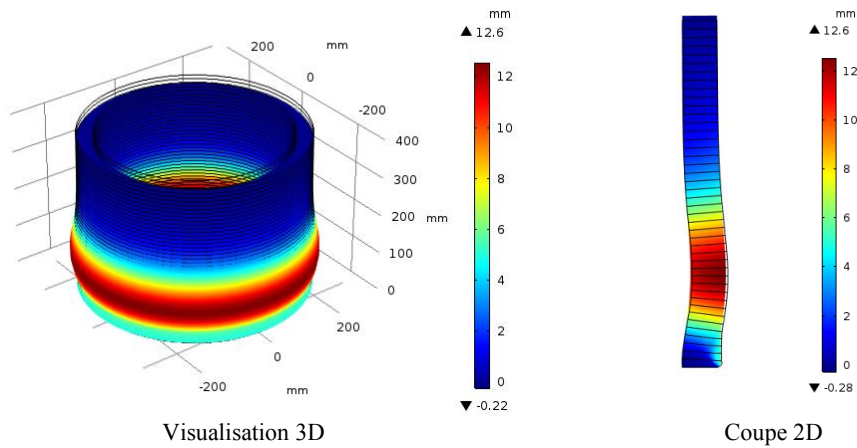


Fig.1. Déformée du cylindre creux et déplacement radial (mm)

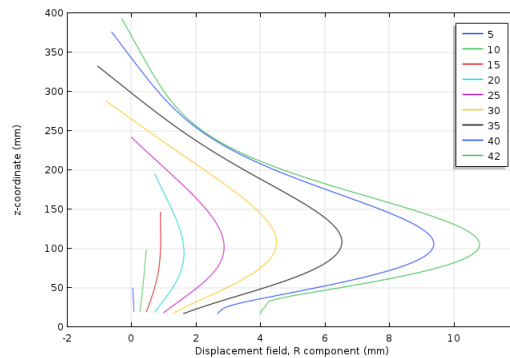


Fig.2. Evolution du déplacement radial le long de la hauteur du cylindre avec l'augmentation du nombre de couches

### Remerciements

Les auteurs remercient le groupe GA Smart Building pour son soutien financier dans le cadre de la Chaire « Construction et Innovation ».

### Références

- [1] D. G. Soltan, V. C. Li, « A self-reinforced cementitious composite for building-scale 3D printing », *Cement and concrete composites* Vol. 90, pp. 1-13, 2018.
- [2] R.J.M. Wolfs, F.P. Bos, T.A.M. Salet, « Early age mechanical behaviour of 3D printed concrete: Numerical modelling and experimental testing », *Cement and concrete research* Vol. 106, pp. 103-116, 2018.