

## Une méthode pour l'évaluation environnementale du procédé d'impression 3D béton

Kateryna Kuzmenko, Nadja Gaudillière, Charlotte Roux, Adélaïde Feraille  
Fresnet

### ► To cite this version:

Kateryna Kuzmenko, Nadja Gaudillière, Charlotte Roux, Adélaïde Feraille Fresnet. Une méthode pour l'évaluation environnementale du procédé d'impression 3D béton. DiXite3dPrint: Fabrication Additive pour la Construction. Quelle Actualité Nationale?, École des Ponts ParisTech, Jan 2019, Champs-sur-Marne, France. hal-02119472

**HAL Id: hal-02119472**

**<https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-02119472>**

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.

## Une méthode pour l'évaluation environnementale du procédé d'impression 3D béton

### *A method for environmental assessment of concrete 3d printing technologies*

**Kateryna Kuzmenko<sup>1,2</sup>, Nadja Gaudillière<sup>3</sup>, Charlotte Roux<sup>4</sup>, Adélaïde Feraille<sup>1</sup>**

1 : Laboratoire Navier, Ecole des Ponts ParisTech  
6-8 av Blaise Pascal, Cité Descartes, 77455 Marne la Vallée cedex 2  
e-mail : [kateryna.kuzmenko@enpc.fr](mailto:kateryna.kuzmenko@enpc.fr)

2 : Kardham C&H Architecture, 10 rue de Débarcadère, 75017 Paris

3 : XtreeE, 18-20 rue du Jura, CP 40502, 94623 Rungis, France  
Laboratoire GSA, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Paris-Malaquais, 75006 Paris, France  
e-mail : [nadja.gaudilliere@xtreee.com](mailto:nadja.gaudilliere@xtreee.com)

4 : EIVP, 80 rue Rebeval, 75 019 Paris  
e-mail : [charlotte.roux@eivp.fr](mailto:charlotte.roux@eivp.fr)

Depuis 2017, plus de la moitié de la population mondiale réside dans les villes. A l'horizon de 2050, la population urbaine est supposée atteindre 68% de la population totale [1]. Cela signifie qu'en tenant compte tant de la croissance actuelle de la population mondiale que de cette forte tendance à l'urbanisation, il faudrait construire dans les 40 prochaines années près de 230 milliards de mètres carré pour pouvoir répondre aux besoins en termes de logement et d'infrastructures.

En outre, le secteur de la construction est responsable de 36% de notre consommation globale d'énergie, ainsi que de 39% des émissions de CO<sub>2</sub> [3]; il reste également le premier consommateur de ressources et de produits manufacturés [4], alors que, ni la productivité ni le rendement du secteur n'ont augmenté depuis les années 1990 [2].

Pour répondre tant aux exigences croissantes du secteur du bâtiment qu'à l'urgence des enjeux environnementaux, l'industrie de la construction doit adopter des stratégies de production novatrices, efficaces et durables.

Le développement de la fabrication additive béton à travers les recherches menées au cours de ces vingt dernières années, depuis le travail fondateur de J. Pegna[5] jusqu'aux approfondissements les plus récents [6],[7], ont permis de démontrer un fort potentiel en matière de réduction des quantités de matériaux dans les éléments constructifs. Depuis 2015, les premiers essais d'industrialisation des procédés d'impression 3D béton apparaissent également comme des pistes prometteuses pour une amélioration de la productivité dans le secteur de construction [8]. Les caractéristiques environnementales du procédé ont cependant peu été étudiées à ce jour. Si des études exploratoires ont été menées sur la fabrication additive [9],[10] ainsi que sur la fabrication robotisée [11],[12], aucune ne porte encore spécifiquement sur l'impression 3D béton.

---

Dans cette recherche, nous proposons une méthode d'évaluation environnementale de l'impression 3D béton sur le cycle de vie complet du procédé - depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie des éléments - avec un focus particulier sur la prise en compte du système robotique. Des indicateurs d'impact environnemental spécifiques seront étudiés afin de proposer un panorama des effets potentiels le plus complet possible.

L'objectif de l'étude est double : évaluer les caractéristiques environnementales du procédé ainsi qu'étudier le système en matière de transfert d'impact. La problématique fondamentale de ce travail est donc celle du compromis possible entre l'économie de matériau potentielle et la charge environnementale de la construction robotisée.

#### References:

- [1] United Nations, « World Urbanization Prospects : The 2018 Revision », Key Facts.
  - [2] McKinsey & Company, « REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY », McKinsey Global Institute, Executive Summary, févr. 2017.
  - [3] UN Environment and International Energy Agency, « Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017. », Global Status Report, 2017.
  - [4] World Economic Forum et BCG, « The critical challenge for engineering, construction, and infrastructure companies is to increase productivity. »
  - [5] J. Pegna, « Exploratory investigation of solid freeform construction », *Automation in Construction*, vol. 5, n° 5, p. 427- 437, févr. 1997.
  - [6] M. Rippmann, A. Liew, T. Van Mele, et P. Block, « Design, fabrication and testing of discrete 3D sand-printed floor prototypes », *Materials Today Communications*, vol. 15, p. 254- 259, juin 2018.
  - [7] R. Duballet, O. Baverel, et J. Dirrenberger, « Space Truss Masonry Walls With Robotic Mortar Extrusion », *Structures*, nov. 2018.
  - [8] C. Gosselin, R. Duballet, P. Roux, N. Gaudillère, J. Dirrenberger, et P. Morel, « Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete – a new processing route for architects and builders », *Materials & Design*, vol. 100, p. 102- 109, juin 2016.
  - [9] J. Faludi, C. Bayley, S. Bhogal, et M. Iribarne, « Comparing environmental impacts of additive manufacturing vs traditional machining via life-cycle assessment », *Rapid Prototyping Journal*, vol. 21, n° 1, p. 14- 33, janv. 2015.
  - [10] S. Ford et M. Despeisse, « Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges », *Journal of Cleaner Production*, vol. 137, p. 1573- 1587, nov. 2016.
  - [11] I. Agustí-Juan, F. Müller, N. Hack, T. Wangler, et G. Habert, « Potential benefits of digital fabrication for complex structures: Environmental assessment of a robotically fabricated concrete wall », *Journal of Cleaner Production*, vol. 154, p. 330- 340, juin 2017.
  - [12] I. Agustí-Juan et G. Habert, « Environmental design guidelines for digital fabrication », *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, p. 2780- 2791, janv. 2017.
-