

Impression 3D de terre crue

Damien Rangeard, Arnaud Perrot, Eric Courteille

▶ **To cite this version:**

Damien Rangeard, Arnaud Perrot, Eric Courteille. Impression 3D de terre crue. DiXite3dPrint : Fabrication Additive pour la Construction. Quelle Actualité Nationale ?, École des Ponts ParisTech, Jan 2019, Champs-sur-Marne, France. hal-02119325

HAL Id: hal-02119325
https://enpc.hal.science/hal-02119325

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.

Impression 3D de terre crue

3D printing of unfired earth

Rangeard Damien[2,3], Perrot Arnaud[1] Courteille Eric[2]

1 : UBS - IRDL - UMR CNRS 6027
F- 56321 LORIENT Cedex
e-mail : arnaud.perrot@univ-ubs.fr

2 : INSA – LGCGM – EA 3913
F- 35 000 RENNES Cedex
e-mail : eric.courteille@insa-rennes.fr

3 : Laboratoire CBTP
F- 35 532 NOYAL SUR VILAINE Cedex
e-mail : damien.rangeard@lcbtp.com

La construction en terre a récemment regagné beaucoup d'attention dans l'industrie du bâtiment en raison de son faible impact environnemental et de la recyclabilité du matériau. Néanmoins, le développement de la construction en terre est encore limité en raison du temps nécessaire au durcissement du matériau et d'un rythme de production plus lent que celui de l'industrie du béton. À l'heure actuelle, il est difficile d'avoir un mélange qui permette à la fois une mise en œuvre rapide et l'obtention d'une résistance suffisante à l'état sec. Afin de résoudre ces deux problèmes et d'améliorer la conception des mélanges de matériaux à base de terre, une tendance récente a été d'appliquer les connaissances scientifiques et l'expertise développée par l'industrie du béton à la construction en terre.
Une certaine attention a été portée à la possibilité de simuler la prise du ciment en utilisant des bio-polymères tels que l'alginate ou une combinaison de liants hydrauliques et d'adjuvants [1–4].
De plus, des méthodes de traitement non conventionnelles ont été récemment introduites et étudiées pour améliorer la simplicité de la construction en terre et accélérer le rythme de construction. Par exemple, l'extrusion, le « béton » de terre autoplaçant ou l'hyper compactage ont été appliqués dans cet objectif.
Une tendance récente dans la construction est d'introduire des méthodes de construction numériques telles que l'impression 3D afin d'accélérer la cadence de production, d'améliorer la sécurité des travailleurs et d'offrir une liberté de conception aux architectes. L'impression 3D de matériaux à base de ciment commence à être bien documentée. Parmi les techniques mises au point, les méthodes de fabrication additive par extrusion ont été les plus étudiées. Dans cette technique, les couches successives de béton sont déposées par un robot pour construire une structure complète. Il est important de noter que le succès de ce procédé repose sur une concurrence entre le taux d'accumulation de la structure du matériau et le taux de construction [5, 6] : le matériau déposé doit être suffisamment dur pour supporter la charge croissante induite par les couches déposées ultérieurement à la construction "en cours". Il s'ensuit que le développement rapide de ce que l'on appelle la résistance à l'état brut du matériau à base de ciment est nécessaire pour assurer à la fois une production rapide et la stabilité de la structure ; ce problème a nécessité une description précise de l'évolution du matériau à base de ciment avec le temps.
L'objectif principal de cet article est de montrer qu'il est possible d'imprimer une structure avec un matériau à base de terre. C'est un grand défi que d'essayer de mélanger les matériaux de construction les plus anciens du monde avec les techniques les plus récentes de traitement de la construction. Pour atteindre cet objectif, un bio-polymère d'alginate a été ajouté à la terre

afin d'assurer un développement rapide de la résistance verte de la terre : un tel durcissement rapide est ici étudié et décrit. Cette méthode permet de calculer la vitesse maximale de construction de la structure. La rigidité élastique de la terre fraîchement mélangée a également été évaluée par la méthode de pénétration. A notre connaissance, il s'agit d'une première étude portant sur l'impression 3D d'un matériau terre (Figure 1) [7], mais certains systèmes à base d'argile ont déjà été imprimés à petite échelle dans l'industrie céramique. Cet article présente un exemple d'impression à l'échelle du laboratoire d'une structure en terre ainsi que les essais mécaniques réalisés sur les matériaux imprimés.



Fig. 1. Impression de matériau terre.

Références

1. Landrou G, Brumaud C, Plötze ML, et al (2018) A fresh look at dense clay paste: Deflocculation and thixotropy mechanisms. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 539:252–260
2. Landrou G, Brumaud C, Habert G (2017) Clay particles as binder for earth buildings materials: a fresh look into rheology of dense clay suspensions. In: EPJ Web of Conferences. EDP Sciences, p 13010
3. Pinel A, Jorand Y, Olagnon C, et al (2017) Towards poured earth construction mimicking cement solidification: demonstration of feasibility via a biosourced polymer. Materials and Structures 50:224. https://doi.org/10.1617/s11527-017-1092-9
4. Perrot A, Rangeard D, Menasria F, Guihéneuf S (2018) Strategies for optimizing the mechanical strengths of raw earth-based mortars. Construction and Building Materials 167:496–504. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.02.055
5. Perrot A, Rangeard D, Pierre A (2016) Structural built-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques. Materials and Structures 49:1213–1220
6. Wangler T, Lloret E, Reiter L, et al (2016) Digital Concrete: Opportunities and Challenges. RILEM Technical Letters; Vol 1 (2016)DO - 1021809/rilemtechlett201616
7. Perrot A, Rangeard D, Courteille E (2018) 3D printing of earth-based materials: Processing aspects. Construction and Building Materials 172:670–676