

## Optimisation topologique de structures et fabrication additive: la question des supports.

Grégoire ALLAIRE, CMAP, Ecole Polytechnique - Palaiseau

La fabrication additive (ou impression 3-d) permet de construire des pièces mécaniques de formes et de topologies inédites et inaccessibles par les techniques usuelles de fabrication (fonderie, usinage). Pour fixer les idées on se concentre ici sur l'un des procédés de la fabrication additive, à savoir la fabrication, couche par couche, par fusion sélective sur un lit de poudre métallique. Cette technique de fabrication est idéale pour les structures conçues par optimisation topologique.

Néanmoins la fabrication additive a ses propres contraintes dont les plus connues sont d'une part l'impossibilité de construire des parties en porte-à-faux et, d'autre part, les importantes déformations induites par les forts gradients thermiques du procédé. Pour y remédier il est courant d'ajouter à la structure des "supports" qui servent à garantir sa fabricabilité. Nous discuterons donc de l'optimisation de ces supports afin qu'ils soient à la fois efficaces et de volume minimal (pour réduire leur coût).

Cela sera l'occasion de présenter différents modèles qui représentent le comportement des supports lors de la fabrication, ainsi que des fonctions objectifs utilisées [1, 2, 3, 4, 3, 5]. En fait, c'est un terrain de jeu extraordinaire pour la modélisation et l'optimisation et les questions ouvertes abondent! J'évoquerai donc des pistes de recherche et des enjeux pour le futur. Ces travaux ont été réalisés avec l'aide de nombreux collaborateurs dont M. Bihr, B. Bogosel, M. Godoy.

- [1] G. Allaire, M. Bihr, B. Bogosel. *Support optimization in additive manufacturing for geometric and thermo-mechanical constraints*. Structural and Multidisciplinary Optimization, **61**, 2377–2399, 2020. doi :10.1007/s00158-020-02551-1.
- [2] G. Allaire, B. Bogosel. *Optimizing supports for additive manufacturing*. Structural and Multidisciplinary Optimization, **58**, 2493–2515, 2018. doi :10.1007/s00158-018-2125-x.
- [3] G. Allaire, B. Bogosel, M. Godoy. *Shape optimization of an imperfect interface : steady-state heat diffusion*. J. Optim. Theory Appl., **191(1)**, 169–201, 2021. doi :10.1007/s10957-021-01928-6.
- [4] G. Allaire, C. Dapogny, R. Estevez, A. Faure, G. Michailidis. *Structural optimization under overhang constraints imposed by additive manufacturing technologies*. Journal of Computational Physics, **351**, 295–328, 2017.
- [5] M. Bihr, G. Allaire, X. Betbeder-Lauque, B. Bogosel, F. Bordeu, J. Querois. *Part and supports optimization in metal powder bed additive manufacturing using simplified process simulation*. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, **395**, 114975, 2022. doi : <https://doi.org/10.1016/j.cma.2022.114975>.