

Les technologies de fabrication additive (FA) donnent de plus en plus de liberté de conception aux concepteurs et aux ingénieurs pour concevoir et définir des géométries et des compositions de matériaux très complexes. En raison d'un traitement couche par couche, les contraintes, méthodes, outils et processus de conception en FA sont différents de ceux des processus de fabrication traditionnels. Les méthodes et outils de conception traditionnels ne peuvent pas répondre aux besoins de la conception en FA. Par conséquent, un nouveau domaine de recherche, la conception pour la FA (Design for AM - DfAM), a émergé pour répondre à ce besoin. Cependant, les méthodes de DfAM existantes sont soit des lignes directrices, soit des outils de calculs, qui ont une prise en compte limitée des contraintes couplées le long de la chaîne de traitement numérique de la FA et peinent à garantir la fabricabilité de la conception en FA. Pour contribuer à l'obtention d'une conception qualifiée en FA, ce travail de thèse se concentre sur trois problèmes existants typiques dans le domaine du DfAM : premièrement, comment concevoir des structures de supports allégées, faciles à retirer pour le post-traitement et de diffusion de chaleur adéquates pour assurer la précision de la forme et améliorer la rugosité de surface des pièces imprimées ? Deuxièmement, comment assurer la fabricabilité dans le processus d'optimisation topologique ? Enfin, comment éviter les pertes de précision lors de la préparation de l'impression de structures en treillis complexes et assurer leur fabricabilité lors de la conception ?

Pour résoudre les trois problèmes identifiés, ce travail de thèse propose un ensemble de nouvelles méthodes de conception générative constructive : 1. Méthode de conception générative constructive basée sur des modèles pour optimiser la conception de la structure de supports ; 2. Méthode de conception générative basée sur un modèle CSG pour assurer la fabricabilité dans l'optimisation de la topologie de la structure allégée et 3. Conception constructive inversée basée sur les « parcours d'outils » pour obtenir directement des modèles de traitement de structures poreuses ou de réseaux complexes correspondants avec des « parcours d'outils » d'impression qualifiés. Les trois méthodes proposées intègrent les contraintes de processus de FA, réalisent un contrôle paramétrique et économisent des coûts de calcul dans le processus de conception pour obtenir un ensemble de solutions de conception candidates avec une fabrication garantie. Un ensemble d'études comparatives avec les méthodes DfAM existantes et quelques études de cas expérimentaux dans des applications médicales ont démontré les avantages des méthodes proposées. Ces méthodes constructives peuvent avoir un grand potentiel d'application pour être adoptées comme outils de conception et de prise de décision pour d'autres applications industrielles lorsqu'un DfAM qualifié est requis.

Mots-clés : Conception pour la FA ; manufacturabilité ; conception générative ; conception constructive ; système basé sur la connaissance