



Avis de Soutenance

Madame Bingcong JIAN

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **vendredi 18 décembre 2020** à 10h00

Lieu : Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, site de Sévenans.

Salle : P228

Titre des travaux : Conception basée sur les origamis pour l'impression 4D de structures déployables.

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 60

Unité de recherche : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Co-directeur de thèse : Frédéric DEMOLY HDR NON HDR

Co-encadrant de thèse : Yicha ZHANG HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Samuel GOMES	Professeur des Universités	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Directeur de thèse
M. Frédéric DEMOLY	Maître de conférences	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Co-directeur de thèse
M. Yicha ZHANG	Maître de conférences	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Co-encadrant de thèse
M. Alain BERNARD	Professeur des Universités	École Centrale de Nantes	Rapporteur
M. Lionel ROUCOULES	Professeur des Universités	Arts et Métiers ParisTech Aix-en-Provence	Rapporteur
M. Jean-Claude ANDRE	Directeur de recherche émérite	Université de Lorraine	Examineur
M. Benoit ROMAN	Directeur de recherche	Sorbonne Université	Examineur
M. Pierre-Jean COTTINET	Maître de conférences	Institut National des Sciences Appliquées Lyon	Examineur

Mots-clés : Impression 4D, Conception à base d'origami, Structure déployable, Fabrication additive, Matériaux intelligents, Conception des produits,

Résumé de la thèse (en français) :

Les structures déployables peuvent être déformées entre les différentes configurations par des mécanismes prédéterminés, ce qui montre le grand potentiel de nombreuses applications d'ingénierie. Cependant, leurs mécanismes complexes rendent également très difficile la conception de leur structure. Avec les développements croissants en impression 4D, ses caractéristiques d'auto-transformation sous des stimuli externes offrent de nouvelles possibilités pour le déploiement de structures actives, complexes et difficiles. En outre, l'ingénierie basée sur les origamis a fourni un soutien technique considérable pour la transformation des structures, en particulier en passant par les états 2D à 3D, ce qui a conduit à de nombreuses études de conception basées sur des structures déployables inspirées de l'origami. Toutefois, la relation complexe entre la géométrie de la structure déployable et les matériaux et paramètres techniques connexes de l'impression 4D n'a pas été étudiée en profondeur. Actuellement, le manque de méthodologie de conception basée sur les origamis pour l'impression 4D fait toujours défaut. Dans ce travail de recherche, nous nous concentrons sur l'exploration des connexions internes entre les multiples niveaux d'abstraction allant de la structure globale du produit et l'affectation spécifique des matériaux et la conception géométrique afin d'aligner la bonne stratégie de conception sur une technique d'impression 4D spécifique. En bref, ce travail se veut être une ligne directrice pour la conception de structures actives déployables. Pour démontrer cet objectif, nous avons d'abord introduit les informations de base de l'impression 4D, de la conception basée sur les origamis et des structures déployables. Ensuite, nous avons analysé et résumé l'état d'avancement de leurs recherches et les difficultés existantes. Ensuite, nous proposons un cadre de conception systématique pour la conception de structures actives par impression 4D. Chaque étape de l'ensemble du processus de conception est présentée en détail, en particulier la conception de modèles d'origami basée sur la stratégie "3D-2D-3D" et la planification et le contrôle de la séquence de pliage. Enfin, sur la base des connaissances existantes, nous appliquons ce processus de conception à la structure active déployable et fournissons quelques études de cas illustratives.

Abstract (in English):

Deployable structures can be deformed between the different configurations through predetermined mechanisms, showing the great potential in many engineering applications. However, their exquisite and intricate mechanisms also bring a great difficulty to the design of its structure. With the growing 4D printing efforts, its self-transforming characteristics under external stimuli provide new possibilities for deploying complex and challenging driving structures. Furthermore, origami-based engineering has provided tremendous technical support for structural conversion, especially from 2D to 3D states, leading to many design studies based on origami-inspired deployable structures. However, the complicated relationship between the deployable structure's geometry and the related materials and engineering parameters of 4D printing has not been thoroughly explored. Currently, the origami-based design methodology for 4D printing is still missing. In this research work, we focus on exploring the internal connections between the multiple abstraction levels over the overall product structure to the specific material allocation and geometric design to make the right design strategy aligned to a specific 4D printing technique. In short, this work intends to be a guideline for designing active deployable structures. To demonstrate this objective, we first introduced the basic information of 4D printing, origami-based design, and deployable structures. Then we analyzed and summarized their research status and existing difficulties. Secondly, we propose a systematic design framework for active structure design by 4D printing. Each step in the entire design process is then introduced in detail, especially the origami pattern design based on the "3D-2D-3D" strategy and the folding sequence planning and control. Finally, based on the existing knowledge, we apply this design process to the active deployable structure and provide some illustrative case studies.