



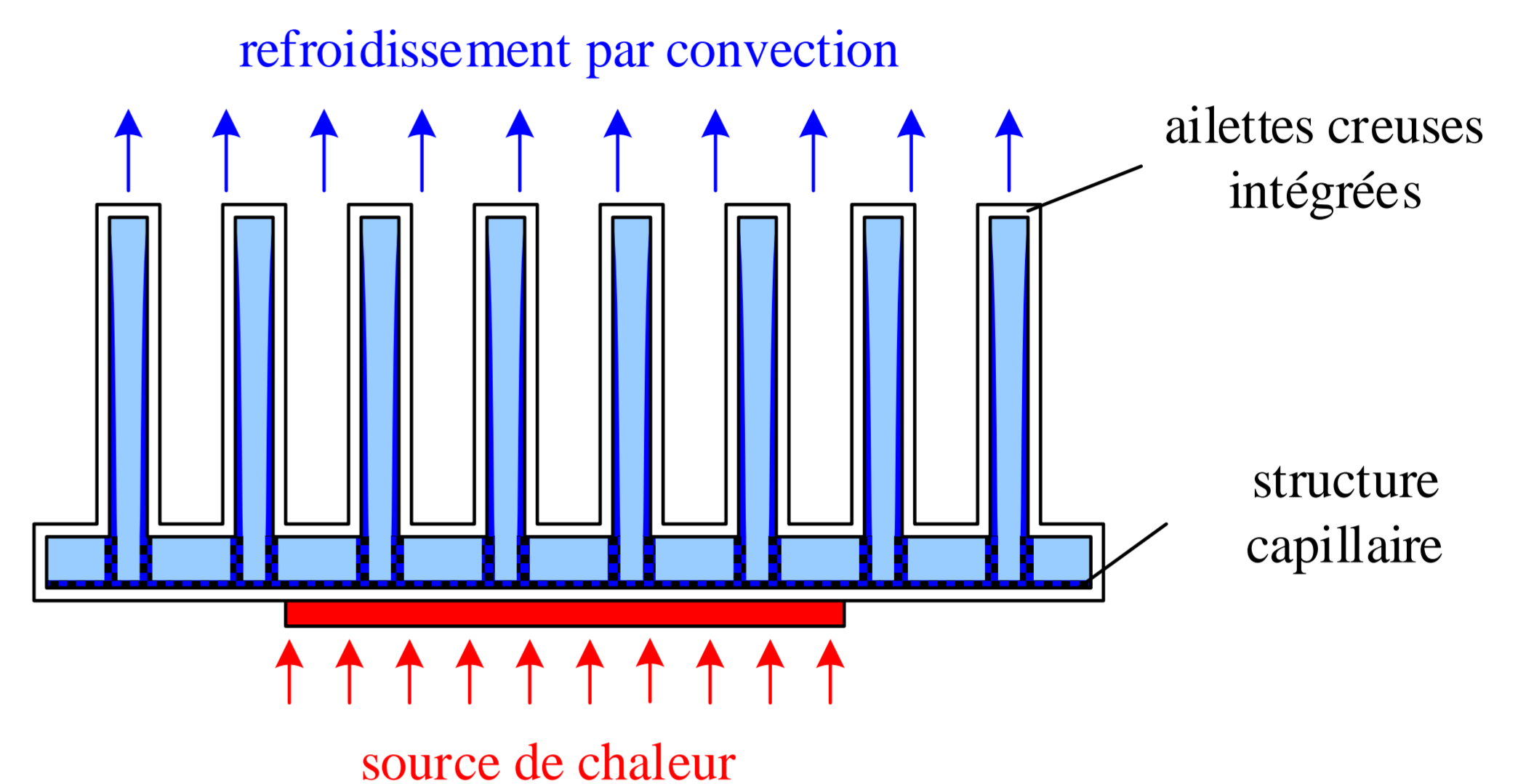
Porteur : Julien Bajolet



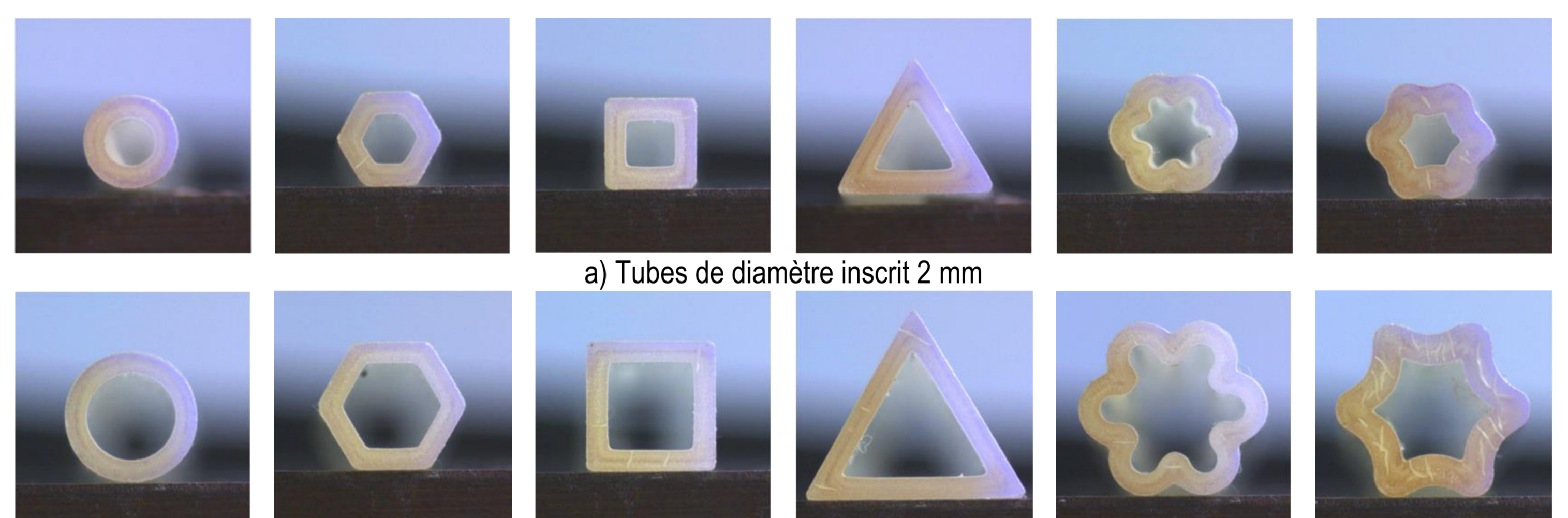
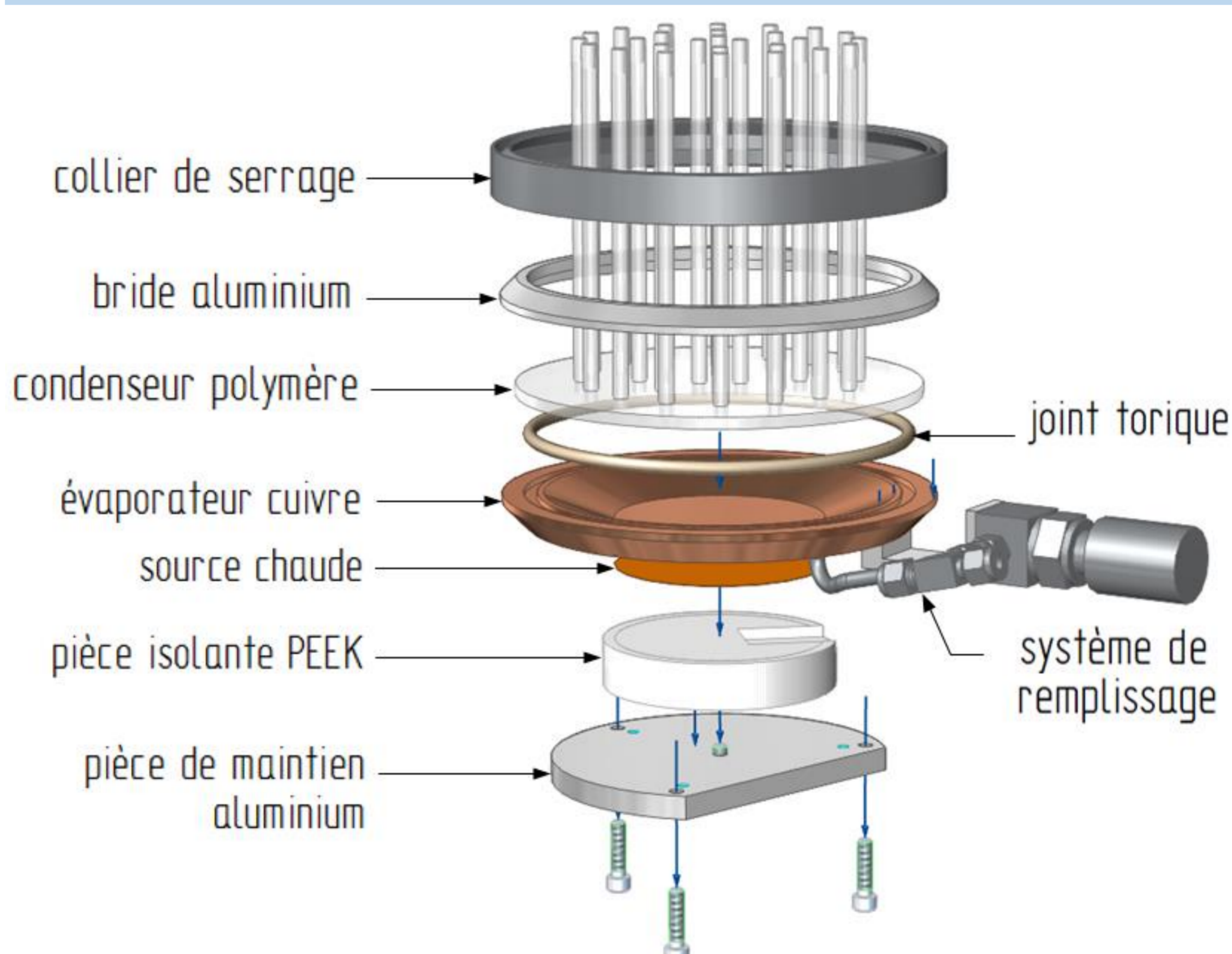
Contexte scientifique

Le développement de systèmes de refroidissement passifs, efficaces, légers et peu coûteux est un enjeu important dans de nombreux secteurs industriels, en particulier pour le contrôle thermique de l'électronique embarquée. L'objectif du projet CAPIT4L est de concevoir, réaliser et caractériser un caloduc en polymère à ailettes intégrées permettant de répondre à ce besoin.

Le fonctionnement du caloduc est basé sur le changement de phase d'un liquide caloporteur qui s'évapore au niveau de la source chaude à refroidir et se condense à l'intérieur des ailettes creuses intégrées. Les performances thermiques dépendent particulièrement de la forme des tubes qui doivent favoriser le phénomène de condensation tout en garantissant le drainage du liquide vers la source chaude. L'utilisation de la fabrication additive s'impose pour réaliser des ailettes de formes complexes avec des rapports diamètre / hauteur encore jamais atteints.



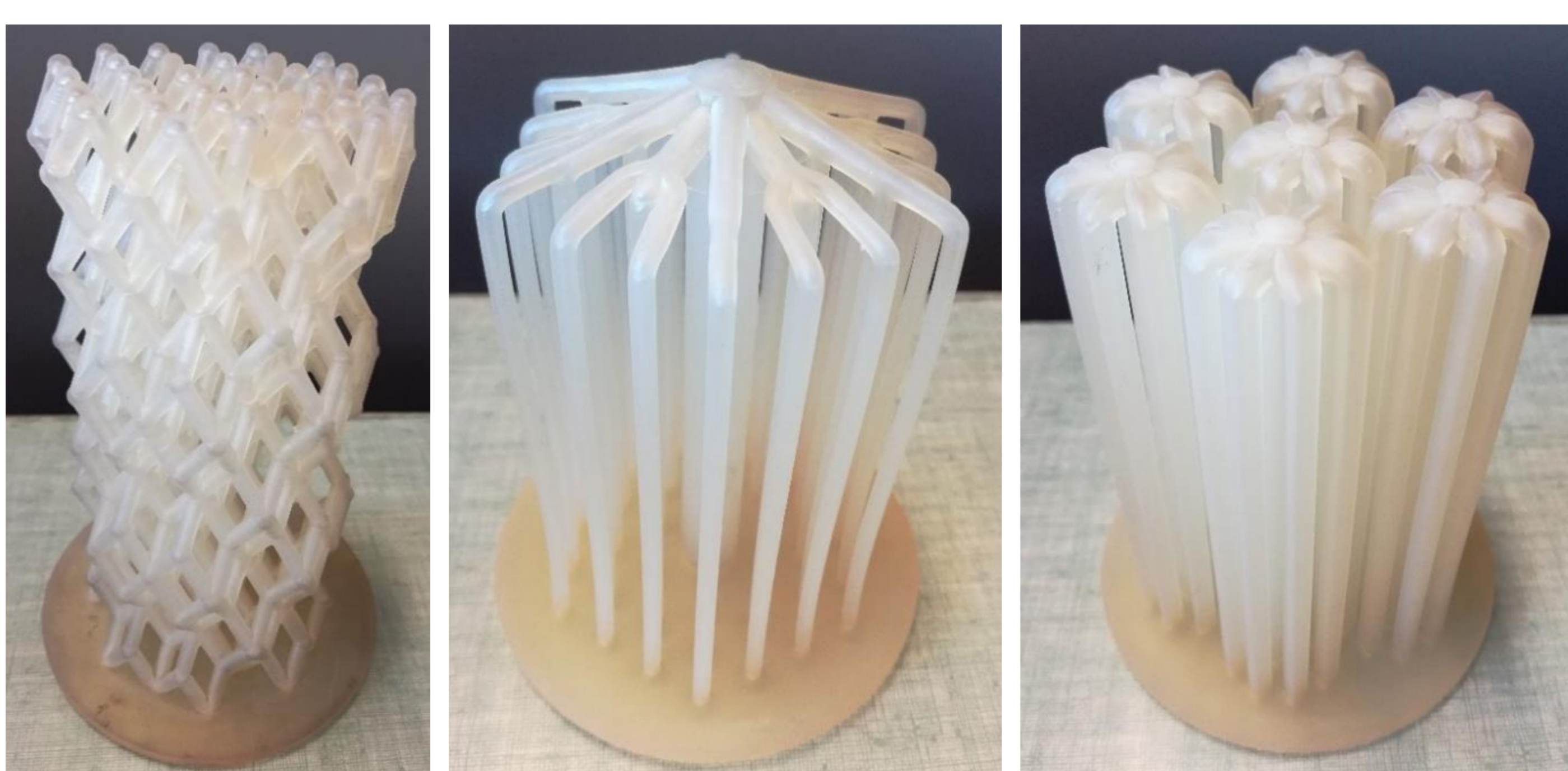
Présentation du dispositif et sections des tubes testées



a) Tubes de diamètre inscrit 2 mm
b) Tubes de diamètre inscrit 3,5 mm
Photographies de l'extrémité des différents tubes fabriqués en SLA avec la résine high temp (sections de gauche à droite : cercle, hexagone, carré, triangle, fleur, hexagone réentrant)

Le prototype comporte un évaporateur en cuivre muni d'une résistance chauffante qui simule la source chaude. Le condenseur en polymère comporte de nombreux tubes, connectés ou non qui sont refroidis par convection naturelle ou forcée.

Résultats obtenus



L'approche expérimentale mise en œuvre dans le projet CAPIT4L, couplée à des modélisations, a permis de choisir la technologie de fabrication additive et le matériau polymère les plus adaptés à la conception et à la température de fonctionnement d'un condenseur de caloduc à ailettes creuses intégrées. Les prototypes testés ont été réalisés par stéréolithographie (SLA) en utilisant la résine polymère High Temp et l'imprimante Formlabs Form2. Une meilleure connaissance de la condensation confinée au sein de ces structures a été acquise. Des puissances supérieures à 200 W ont été obtenues en fin de projet, ce qui répond aux performances visées initialement par le projet.

Deux déclarations d'invention ont été déposées auprès de la SATT PULSALYS sur la base des résultats du projet, l'une en novembre 2019 portant sur les ailettes creuses autodrainantes, l'autre en février 2020 sur le condenseur architectural. En septembre 2020, des négociations ont abouti à un accord afin de déposer un brevet commun CETHIL/IPC portant sur le condenseur architectural à ailettes autodrainantes.

Conclusion

La conception de systèmes de refroidissement diphasiques en polymère, et en particulier le développement de caloducs en polymère, est une problématique scientifique récente portée par seulement quelques laboratoires dans le monde. En France, cette problématique a été initiée par le CETHIL en 2017, via des recherches sur fond propres, puis via le soutien de l'Institut Carnot Ingénierie@Lyon à travers le présent projet CAPIT4L, en collaboration avec le centre technique IPC. Ce projet a permis de démontrer la faisabilité d'un condenseur de caloduc en polymère, au travers de nouvelles architectures spécifiquement imaginées par rapport aux contraintes identifiées.