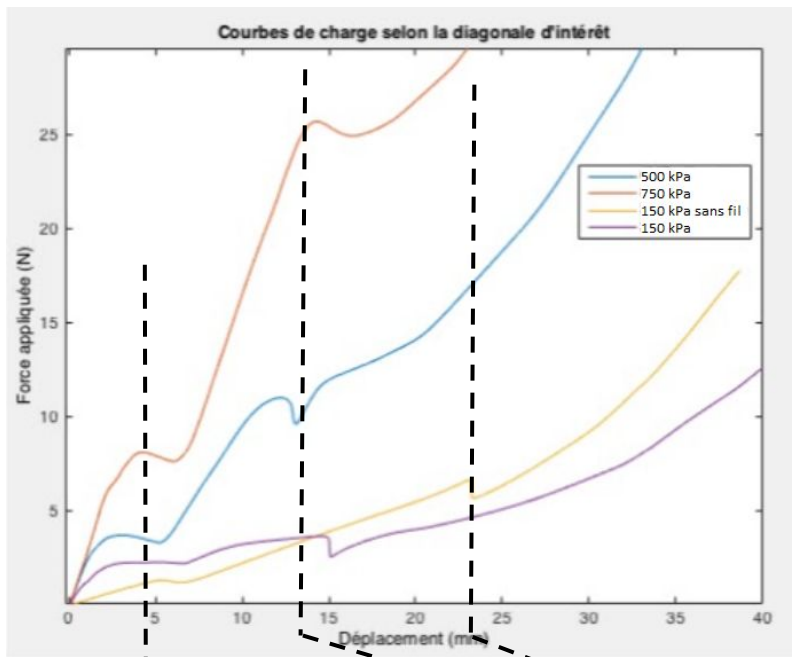


a. Montage inspiré d'une vidéo de l'artiste *Oluwaseyi Sosanya*. Le motif est tissé d'étage en étage sans espace, formant ainsi une maille 2D répétée sur la troisième coordonnée. La liberté de forme ainsi obtenue permet de construire des métamatériaux.

b. Forme sélectionnée pour une étude approfondie expérimentale et théorique. Trois silicones différents (Zhermack Elite double 8, 16 ou 32 de modules d'Young 150 kPa, 500 kPa et 750 kPa déterminés par une machine de traction) sont utilisés pour tremper les deux épaisseurs de fils (1mm et 2mm) de coton utilisés dans l'étude expérimentale. Les logiciels *Abaqus* et *CATIA* de Dassault sont utilisés pour la modélisation informatique.

c. Schéma du montage des tests expérimentaux pour obtenir les caractéristiques mécaniques de la structure soumise à une contrainte. Les tests sont effectués grâce à une machine de traction de la marque *Instron* en faisant varier la charge entre 0 et 100N.

Figure 1. Élaboration d'un protocole de tissage et d'étude de la maille sélectionnée en compression.

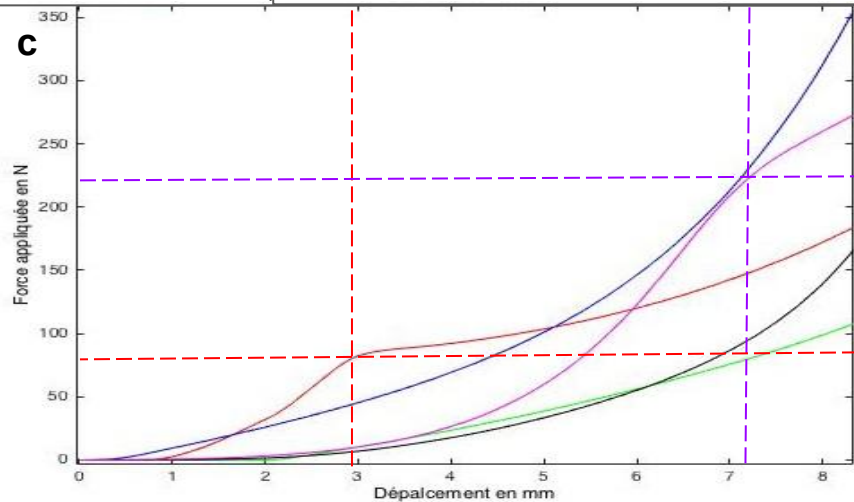
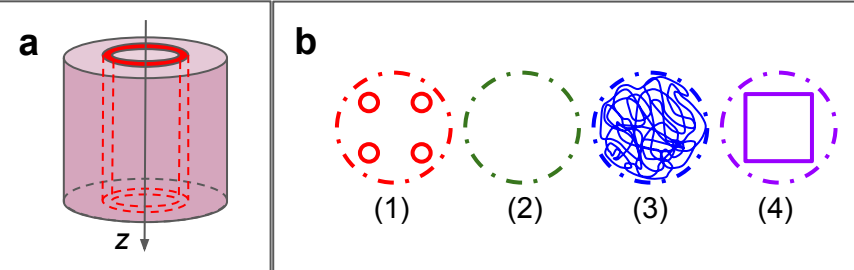
a

a. Courbe de charge en compression pour de faibles contraintes (entre 0 et 30 N) de la maille avec des silicones de modules d'Young différents. La vitesse de compression pour ce test est de $3 \text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$. Le type de silicone influence la tendance générale de la courbe mais pas les deux claquages qui interviennent entre 3 et 5 mm, et dans la zone entre 13,5 et 23 mm.

b. Photos de la maille en silicone lors des deux claquages. À gauche, celui qui intervient aux alentours de 5 mm, à droite celui intervenant dans la zone entre 13,5 et 23 mm. Les claquages peuvent intervenir d'un côté ou de l'autre, on observe souvent le claquage du côté gauche pour le deuxième claquage. Le deuxième claquage se trouve toujours du côté opposé au précédent.

b

Figure 2. Influence du type de silicone sur le comportement à la compression de la structure.



d

$$F_{flambement} = \frac{E_{fil}e^2a}{a+2e} \left(\sqrt{\frac{12L}{12L-\pi^2a}} - 1 \right)$$

	F _{exp} (N)	F _{th} (N)
Carré	218	192
4 piliers	80	63

a. Fabrication d'échantillons à base de silicone Zhermack Elite double 8 (Module d' Young 150 kPa) et de fil de coton de 1 mm. La fabrication s'effectue en tissant le fil autour de poteaux. Un gabarit circulaire est placé autour pour ensuite couler le silicone. L'image 3D donne un aperçu du rendu pour un poteau unique.

b. Échantillons (fabriqués comme **a**) étudiés vu de dessus (selon l'axe z). On distingue 4 types : (1) 4 poteaux, (2) silicone pur, (3) maillage aléatoire, (4) carré.

c. Compression (écrasement max 8 mm / contrainte max 350 N) des échantillons présentés en **b**. La couleur de chaque courbe établit le lien avec l'échantillon de la même couleur. On met en évidence l'influence de l'orientation du fil dans la structure. La disposition aléatoire (bleu-3) engendre une meilleure résistance à la compression comparée à l'échantillon en silicone pur (vert-2). La présence des 4 piliers (rouge-1) ou du carré (violet-4) donne une meilleure résistance à la compression avant le flambement des poutres, pour rejoindre le comportement du silicone pur (vert-2).

d. Comparaison entre les résultats expérimentaux des points de flambement obtenus en **c** (repérés par un trait en pointillés sur le graphique) et ceux donnés par un modèle théorique. Le modèle est obtenu en considérant une poutre carrée et le caractère incompressible du silicone. Il permet de prédire la force nécessaire au flambement de la structure. On observe une bonne correspondance ce qui semble valider notre modèle. Paramètre : a = largeur poutre / L = hauteur poutre / e = épaisseur de fil / E_{fil} = Module d'Young du fil imbibé de silicone

Figure 3. Influence de l'orientation du fil dans la matrice de silicone.