

**Titre :** Tenseur d'élasticité et critère limite d'élasticité des milieux architecturés périodique

**Mots clés :** Matériaux architecturés, homogénéisation périodique, élasticité linéaire, stabilité, surface limite

**Résumé :** Les matériaux architecturés présentent un arrangement spatial de la matière à l'échelle mésoscopique. Du fait de cette structure interne, ces matériaux peuvent remplir les zones vides dans les diagrammes d'Ashby, celles des matériaux légers mais rigides. Les matériaux abordés dans ce document sont à réseau de poutres triangulaire (en 2D) et tétraédrique (3D). Ce sont des matériaux rigides, d'application structurelle, stockant principalement l'énergie en tension. La connaissance de l'élasticité et du domaine de linéarité permettent des démarches de conception et d'optimisation rapides et efficaces. Cependant, l'apparition de modes de flambement en compression rend leur domaine d'élasticité asymétrique et complexe. Dans un premier temps, l'élasticité linéaire de ces matériaux est étudiée par homogénéisation. Celle-ci consiste à considérer une cellule unitaire déformée par un champ homogène,

selon l'hypothèse de Cauchy-Born. Une équivalence énergétique permet alors d'identifier le tenseur d'élasticité anisotrope. Dans un second temps, le domaine d'élasticité linéaire est étudié selon trois critères : la limite d'élasticité du matériau constitutif, les modes de flambement périodiques sur un nombre fini de cellules et enfin les modes aperiodiques. Ces derniers peuvent correspondre à des bandes de localisation ou à un flambement macroscopique et sont détectés par l'analyse du critère de Mandel-Rice sur le matériau homogénéisé en grandes transformations. Les modes périodiques sont déterminés par l'analyse de la singularité de la réponse de la cellule, en grandes transformations, déformée par des ondes de Bloch. Le domaine d'élasticité linéaire final est considéré comme l'intersection de ces trois domaines.

**Title :** Elasticity tensor and elastic limit criteria of periodic architected media

**Keywords :** Architected materials, periodic homogenization, linear elasticity, stability, limit surface

**Abstract :** Architected materials are a type of material with peculiar setting of the matter at mesoscopic scale. Du to this internal structure, they can fill the voids in Ashby's diagram, those of light but stiff materials. Studied material in this document have triangular (2D) or tetrahedral (3D) beam networks. These are rigid, stretching dominated materials with structural application. The understanding of the elastic behavior and the linearity domain will allow fast and efficient design. Meanwhile, the apparition of buckling mode when subjected to compression make their elasticity domain asymmetric and complex. At first, linear elasticity of these material is studied with a periodic homogenization method. This method uses a unit cell deformed by a homogeneous displacement field according to the Cauchy-Born hypothesis.

Energy equality then allows to identify the anisotropic elasticity tensor. At second, the linear elastic domain is studied according to three criteria: the elastic limit of the constitutive material, the periodic buckling modes over a finite number of cells and finally, the aperiodic buckling modes. These last ones correspond to localization band or to macroscopic buckling and are detected by the analysis of the Mandel-Rice criterion on the homogenized material under large displacements. Periodic modes are identified by the singularity analysis of the unit cell response, under large deformations and deformed by Bloch waves. The final domain of linear elasticity is considered as the intersection of these three domains.