



**HAL**  
open science

# Ondes de Bloch élastiques bidimensionnelles dans des structures périodiques hélicoïdales

Fabien Treyssède, Changwei Zhou

► **To cite this version:**

Fabien Treyssède, Changwei Zhou. Ondes de Bloch élastiques bidimensionnelles dans des structures périodiques hélicoïdales. 3ème Colloque du GdR CNRS MecaWave, May 2023, Porquerolles, France. hal-04313183

**HAL Id: hal-04313183**

**<https://univ-eiffel.hal.science/hal-04313183>**

Submitted on 29 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Ondes de Bloch élastiques bidimensionnelles dans des structures périodiques hélicoïdales

Fabien Treyssède<sup>1</sup>, Changwei Zhou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Gustave Eiffel, GERS-GeoEND, Campus de Nantes, Allée des ponts et chaussées, CS 5004, 44344 Bouguenais Cedex, France

date  
heure  
T3-T1

Notre objectif est d'étudier la propagation d'ondes de Bloch élastiques bidimensionnelles dans des structures périodiques particulières, obéissant à deux symétries hélicoïdales discrètes autour d'un même axe. Pour cela, nous construisons un système de coordonnées tridimensionnel à partir des deux directions hélicoïdales de périodicité du problème. La troisième coordonnée correspond à la direction radiale associée à l'axe de symétrie. À première vue, le système de coordonnées ainsi établi, non trivial, soulève plusieurs interrogations. Peut-on y appliquer le théorème de Bloch? Comment définir la cellule unitaire? Comment l'appliquer à des champs élastiques? Nous montrons que l'existence d'ondes de Bloch dans les structures bi-hélicoïdales peut être justifiée par l'indépendance du tenseur métrique du système de coordonnées par rapport aux deux coordonnées hélicoïdales. Considérant les équations d'équilibre élastodynamique, le théorème de Bloch doit alors être exprimé dans des bases appropriées pour projeter les champs d'ondes (vectoriels), à savoir les bases covariantes/contravariantes du système de coordonnées curviligne. Quant à la cellule unitaire (tridimensionnelle), elle doit être délimitée par des frontières non planes, qui doivent être soigneusement paramétrées. Par ailleurs, les constantes de propagation bidimensionnelles ne sont pas indépendantes l'une de l'autre en raison de la nature cylindrique du problème. Nous montrons comment établir la relation entre ces deux constantes. Finalement, la méthode des éléments finis est mise en oeuvre pour résoudre numériquement le problème. Le calcul des propriétés des modes d'ondes (nombres d'ondes, vitesses de groupe et d'énergie) est effectué le long des directions de propagation hélicoïdales, ainsi que dans les directions axiales et circonférentielles droites. Des validations numériques sont tout d'abord effectuées sur des tubes cylindriques uniformes. Puis, la méthode est appliquée à des nanotubes chiraux ainsi qu'à des structures multifilaires complexes couramment rencontrées dans les câbles de transport d'énergie, composées de deux couches de fils hélicoïdaux torsadés dans des directions opposées.

---