

UM4MEA20 – Elastic waves (Ondes élastiques dans les solides)

Quentin Grimal

2025-07-04 15:29:55 +0200

Informations générales

Title (EN)	Ondes élastiques dans les solides
Titre (FR)	Elastic waves
Nom du ou de la responsable de l'UE	Quentin Grimal
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	8
Volume h TD / Amount of exercise hours	8
Volume h TP / Amount of practical work hours	8
Volume h Projet / Amount of project hours	0
ECTS	3
Semestre	Printemps (S2)
Semester	Jan-May (S2)
Langue	Français
Language	Français
Code de l'UE	UM4MEA20

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

##Thématique Ce cours porte sur l'étude de la propagation des ondes élastiques dans les solides isotropes. Le découplage de l'équation des ondes montre l'existence de deux ondes susceptibles de se propager dans un solide isotrope : une onde longitudinale et une onde transverse. Le cours traite d'abord de la propagation dans un solide illimité, où ces deux ondes se propagent de manière indépendante. Le cours détaille ensuite le couplage de ces ondes en présence d'une interface et les phénomènes de réflexion et de transmission. La dernière partie du cours porte sur les ondes guidées se propageant dans les solides, qui l'on connaît sous les noms de physiciens et géophysiciens célèbres (Rayleigh, Lamb, Scholte, etc.). Pour chaque type d'onde, la polarisation et l'équation caractéristique donnant la vitesse de phase sont explicitées.

##Objectifs d'apprentissage

##Modalités d'enseignement En plus des cours et des travaux dirigés, l'enseignement comporte des travaux pratiques numériques pendant lesquels les étudiants utilisent notamment un code de calcul de la propagation des ondes élastiques basé sur la méthode des différences finies.

Content (EN)

##Topic

This course focuses on the study of elastic wave propagation in isotropic solids. By decoupling the wave equation, it is shown that two types of waves can propagate in an isotropic solid: longitudinal and transverse waves. The course first addresses wave propagation in an unbounded solid, where these two wave types propagate independently. It then examines their coupling at an interface, along with the associated reflection and transmission phenomena. The final part of the course deals with guided waves propagating in solids, known by the names of prominent physicists and geophysicists (Rayleigh, Lamb, Scholte, etc.). For each wave type, the polarization and the characteristic equation determining the phase velocity are detailed.

##Teaching Methods

In addition to lectures and tutorial sessions, the course includes hands-on numerical practicals, during which students use a wave propagation simulation code based on the finite-difference method.

Mots clés (FR)

Ondes longitudinales et transverse ; onde de Rayleigh ; ondes de Lamb

Keywords (EN)

Longitudinal and transverse waves ; Rayleigh waves ; Lamb waves

Prérequis (FR)

Cours d'acoustique générale M1 ; cours de mécanique des milieux continus M1

Pre-requisites (EN)

Course of fundamentals acoustics (M1 level) and continuum mechanics course (M1)

Modalité d'évaluation

0,75E1+0,25TP1 (E1 = examen écrit terminal) ; TP = note de travaux pratiques

Assessment

0,75E1+0,25TP1

Acquis d'Apprentissage Visés

Énoncer et expliquer les équations fondamentales de l'élasticité linéaire dans les milieux isotropes. Formuler les équations de propagation des ondes longitudinales et transverses dans les solides isotropes à partir des lois de conservation et du comportement élastique. Démontrer les équations de dispersion pour les différents types d'ondes élastiques (longitudinales, transversales, de surface, guidées) et caractériser leurs propriétés (vitesse, polarisation, dispersion). Énoncer et expliquer l'influence des paramètres matériaux (coefficients élastiques, masse volumique) sur les vitesses de propagation. Appliquer les conditions de continuité aux interfaces pour déduire les coefficients de réflexion et de transmission des ondes. Analyser les phénomènes de propagation d'ondes guidées (ondes de Rayleigh, ondes de Lamb) dans des géométries simples. Résoudre analytiquement des cas-typés de propagation (milieux infinis, semi-infinis, interfaces planes) et interpréter les résultats obtenus. Interpréter des résultats expérimentaux ou numériques pour identifier les types d'ondes présents et en déduire des caractéristiques du milieu traversé.

Learning outcomes

State and explain the fundamental equations of linear elasticity in isotropic media. Formulate the propagation equations for longitudinal and transverse waves in isotropic solids based on conservation laws and elastic behavior. Derive dispersion relations for different types of elastic waves (longitudinal, transverse, surface, guided) and characterize their properties (velocity, polarization, dispersion). Explain the influence of material parameters (elastic constants, mass density) on wave propagation speeds. Apply continuity conditions at interfaces to derive reflection and transmission coefficients of elastic waves. Analyze the propagation of guided waves (Rayleigh waves, Lamb waves) in simple geometries. Solve analytically standard wave propagation problems (infinite and semi-infinite media, planar interfaces) and interpret the resulting solutions. Interpret experimental or numerical results to identify wave types and infer physical properties of the medium through which they propagate.

Bibliographie

*Ondes élastiques dans les solides, Daniel Royer, et Tony Valier-Brasier, ISTE

Version PDF