

UM5MES01 – Homogénéisation (Homogenisation)

Karam Sab

2025-08-29 10:51:06 +0200

Informations générales

Title (EN)	Homogenisation
Titre (FR)	Homogénéisation
Nom du ou de la responsable de l'UE	Karam Sab
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	21
ECTS	3
Semestre	Automne (S3)
Semester	Sept-Jan (S3)
Periode (pour les cours M2)	Sept-Nov
Quarter (for M2 classes)	P1
Langue	Français/Anglais
Language	Français/Anglais
Localisation	campus PMC
Lien vers l'emploi du temps / trad en	https://calendar.google.com/calendar/embed?src=uarpr9gmur
Code de l'UE	UM5MES01

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Le comportement des matériaux peut être modélisé de deux manières complémentaires : la démarche phénoménologique et le changement d'échelle.

L'approche phénoménologique consiste à identifier expérimentalement des lois de comportement à l'échelle d'un élément de volume représentatif du matériau.

Les techniques de changement d'échelle proposent de calculer des estimations du comportement du matériau à partir du comportement de ses constituants et de leurs fractions volumiques.

L'objet de ce cours est d'introduire les élèves aux techniques de changement d'échelle.

Contenu de UE:

1. Introduction des différentes échelles d'observation dans les solides hétérogènes. Notion de Volume Élémentaire Représentatif (VER).
2. Conditions aux limites homogènes en déformation ou en contrainte. Tenseurs d'élasticité et de souplesse du VER.
3. Bornes de Voigt et de Reuss. Cas du composite unidirectionnel.
4. Méthodes approchées dans le cas de faibles concentrations d'inclusions. Aperçu des méthodes auto-cohérentes.
5. Cas des milieux à structure périodique.

Content (EN)

The behavior of materials can be modeled using two complementary approaches: the phenomenological approach and scale transition techniques.

- Phenomenological Approach: Experimentally identifies behavior laws at the scale of a representative volume element (RVE) of the material.
- Scale Transition Techniques: Estimate the overall material behavior based on the properties and volume fractions of its constituents.

This course introduces fundamental concepts and techniques for homogenizing linear elastic heterogeneous materials using scale transition methods.

Teaching Unit Content:

- Scales of Observation: Introduction to different observation scales in heterogeneous solids and the concept of the Representative Elementary Volume (RVE).
- Boundary Conditions: Homogeneous boundary conditions in strain or stress; elasticity and compliance tensors of the RVE.
- Voigt and Reuss Models: Application to unidirectional composites.
- Low Inclusion Concentration Methods: Overview of suitable methods for low concentrations of inclusions, including consistent approaches and the Mori-Tanaka model.
- Periodic Media: Analysis of materials with periodic structures.

Mots clés (FR)

Homogénéisation. Milieux périodiques. Méthodes approchées

Keywords (EN)

Homogenisation, periodic media, approximation methods

Prérequis (FR)

MMC, méthodes variationnels

Pre-requisites (EN)

Continuum mechanics, variational methods

Modalité d'évaluation

100% examen final

Assessment

100% final exam

Bibliographie

1. HASHIN Z., Analysis of composite materials, a survey. *J. Appl. Mech.*, 50, 481-505 (1983).
2. SANCHEZ-HUBERT J., SANCHEZ-PALENCIA E., Introduction aux méthodes asymptotiques et à l'homogénéisation, Masson, Paris, 1992.
3. SAB K., On the homogenization and simulation of random materials. *Eur. J. Mech. A/Solids*, 11, n°5, 585-607 (1992).
Nemat-Nasser S., Hori M., Micromechanics: Overall Properties of Heterogeneous Materials, North-Holland, 1993.
4. KOZLOV S.M., OLENIK O., ZHIKOV V., Homogenization of Differential Operators, Springer Verlag, 1994.
5. SAB K., Propriétés homogénéisées des matériaux hétérogènes élastiques : définition et bornes. Actes des journées "changement d'échelle". 7 et 8 juin 2000. Nantes. LCPC (2000).
6. BORNERT M., BRETHERAU T., GILORMINI P. (Eds), Homogénéisation en mécanique des matériaux, Hermes, Paris, 2001.

Version PDF