

UM5MES13 – Origine microscopique de la dissipation (Microscopic origin of dissipation)

Lev Truskinovsky

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

Informations générales

Title (EN)	Microscopic origin of dissipation
Titre (FR)	Origine microscopique de la dissipation
Nom du ou de la responsable de l'UE	Lev Truskinovsky
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	27
ECTS	3
Semestre	Automne (S3)
Semester	Sept-Jan (S3)
Periode (pour les cours M2)	Sept-Nov
Quarter (for M2 classes)	P1
Langue	Anglais
Language	Anglais
Localisation	campus PMC
Lien vers l'emploi du temps / trad en	https://calendar.google.com/calendar/embed?src=uarpr9gmur
Code de l'UE	UM5MES13

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Questions principales : Pourquoi les modèles macroscopiques purement mécaniques non linéaires ne sont-ils nécessairement pas auto-cohérents ? Quelle est la nature microscopique des termes thermodynamiques dans la structure constitutive des théories du continuum ? Par exemple, quel est le flux de chaleur et la production d'entropie du point de vue mécanique microscopique ? Peut-on expliquer la dissipation sans introduire explicitement des termes dissipatifs et en se référant plutôt à des processus à petite échelle spatiale et temporelle ? Nous présentons quelques exemples analytiques transparents abordant, par exemple, la nature microscopique de notions macroscopiques telles que le coefficient de restitution et l'onde de

choc. Nous expliquons ensuite la perte apparente d'énergie impliquée par le théorème classique de Clapeyron en élasticité linéaire. Nous comparons ensuite la structure microscopique des ondes de choc et des ondes de transition de phase, en expliquant pourquoi les premières sont nécessairement dissipatives alors que les secondes peuvent ne pas l'être. Les idées principales du cours sont également étayées par plusieurs exemples amusants mais instructifs issus de la théorie classique des chaînes lourdes tombantes et des fontaines de chaînes, qui nécessitent parfois l'hypothèse de pertes d'énergie et parfois non. Nous montrons ensuite pourquoi la dissipation apparaît dans la plasticité quasi-statique indépendante du taux et expliquons la nature microscopique de l'hystérésis. La nature mécanique de l'entropie et la perspective mécanique sur la thermodynamique d'équilibre sont également abordées. À la fin du cours, nous discutons brièvement de l'anti-dissipation impliquée dans la mécanique de la matière active. Les exemples incluent les moteurs moléculaires et la contraction musculaire.

Content (EN)

Main questions: Why nonlinear purely mechanical macro-scale models are necessarily not self-consistent. What is the microscopic nature of the thermodynamic terms in the constitutive structure of continuum theories. For instance, what is the heat flux and the entropy production from the microscopic mechanical point of view? Can dissipation be explained while avoiding introducing dissipative terms explicitly and instead referring to processes on small space and time scales? We present few analytically transparent examples addressing, for instance, the microscopic nature of such macroscopic notions as the restitution coefficient and the shock wave. We proceed by explaining the apparent energy loss implied by the classical Clapeyron's theorem of linear elasticity. We then compare the microscopic structure of shock waves and phase transition waves explaining why the former are necessary dissipative while the latter may be not. The main ideas of the course are also corroborated by several amusing but instructive examples from the classical theory of falling heavy chains and chain fountains which sometimes require the assumption of energy losses and sometimes not. We then show why dissipation emerges in quasi- static rate independent plasticity and explain the microscopic nature of hysteresis. The mechanical nature of entropy and the mechanical perspective on equilibrium thermodynamics are addressed as well. At the end of the course we briefly discuss anti-dissipation implied in the mechanics of active matter. Examples include molecular motors and muscle contraction.

Mots clés (FR)

Dissipation, instabilités, mécanique nonlinéaire

Keywords (EN)

Dissipation, Instabilities, Nonlinear mechanics

Prérequis (FR)

Continuum mechanics

Pre-requisites (EN)

Continuum mechanics

Modalité d'évaluation

100% examen finale

Assessment

100% final exam

Version PDF