

Milieux Continus

Bachelor semestre 3, coefficient 4

Prof. Jean-Marie Drezet
Maitre d'enseignement et de recherches
jean-marie.drezet@epfl.ch

Cours: Me 10h15-12h00 MXF-1

Exos/TD: Lu 16h15-18h00 en MXG 110

2 assistants:

Thomas Bour <thomas.bour@epfl.ch>
et Sebastian Leser <sebastian.leser@epfl.ch>

Moodle: cours MSE-203

Science des matériaux: importance des échelles

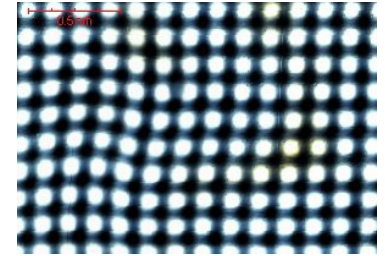
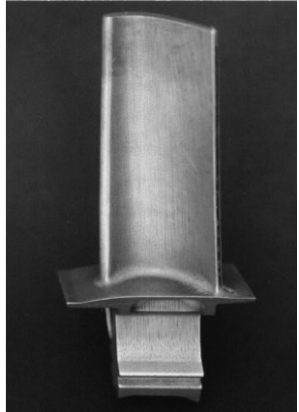
macroscale
m, cm

Aube de turbine pour un turbo-réacteur

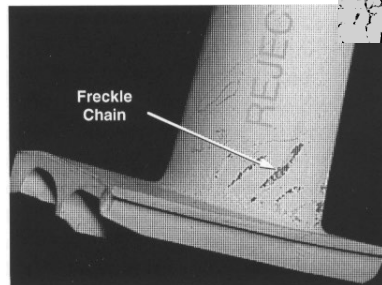
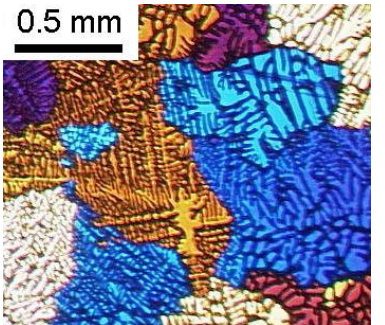
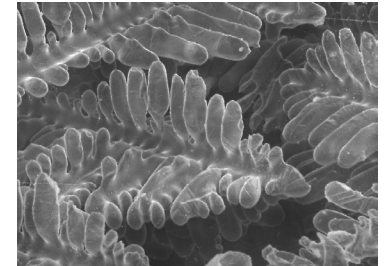
atomic scale
Å nm

La science des MX fait le lien entre :

- le procédé de fabrication (ici solidification dirigée)
- la microstructure/défauts obtenus
- et les propriétés en service résultantes.



microscale μm



mesoscale
mm

Science des matériaux: importance des échelles

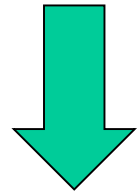
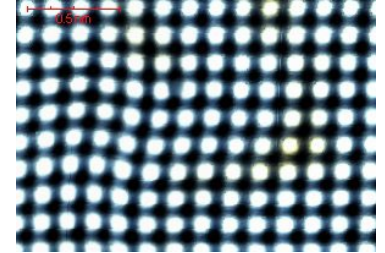
Définition d'un milieu continu

La mécanique dite « des milieux continus » s'intéresse au comportement de la matière à une échelle grande devant les distances inter-moléculaires, si bien que la structure moléculaire pourra ne pas être prise en compte de façon explicite.

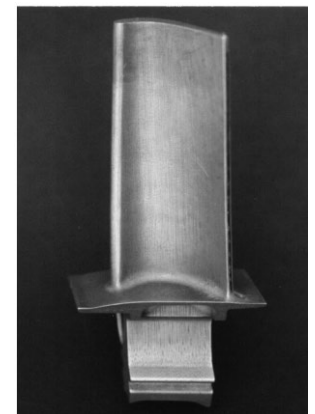
D'où l'**hypothèse du milieu continu** : un milieu « continu » est un milieu dont le comportement macroscopique peut être schématisé en supposant la matière répartie sur tout le domaine qu'il occupe, et non, comme dans la « réalité », concentrée dans une partie de volume très petite.

Les quantités introduites lors de la schématisation et associées à la matière (par exemple : masse volumique, vitesse,...) sont elles aussi considérées comme réparties sur tout le domaine occupé par le milieu. On les représente alors par des fonctions continues.

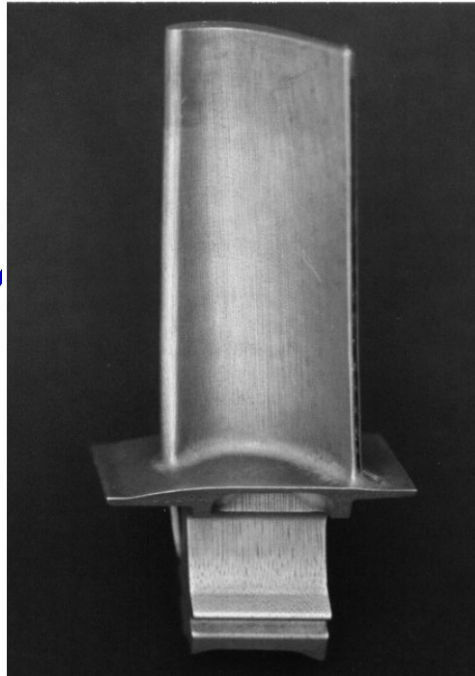
atomic scale
 $\text{\AA}$ nm



macroscale
m, cm



Procédé industriel



Ex. coulée de précision
en cire perdue

Propriétés

résistance au fluage à htes temp.
tenue à la fatigue thermique

Microstructure

solidification dirigée
ségrégation

Milieux Continus

En physique 1^{ère} année, la **mécanique du solide indéformable** a été étudiée (mécanique du point, le barycentre).

En 2^{ème} année, nous allons essayer de décrire ce qui se passe lorsque le matériau est **déformable et traité comme un continuum à l'échelle de la pièce**.

Introduction des notions de :

tenseur des contraintes
tenseur des déformations
lois de conservation (masse, soluté, énergie ...)
lois constitutives (élasticité, plasticité, ...)

Préalable pour les cours :

rhéologie (Michaud)
résistance des matériaux (Bourban)
phénomènes de transfert (Bowen)
mécanique rupture, déformation (Logé)
métaux et alliages (Mortensen)
théorie et pratique des éléments finis (Drezet)

Milieux Continus

Crash test d'un véhicule ...

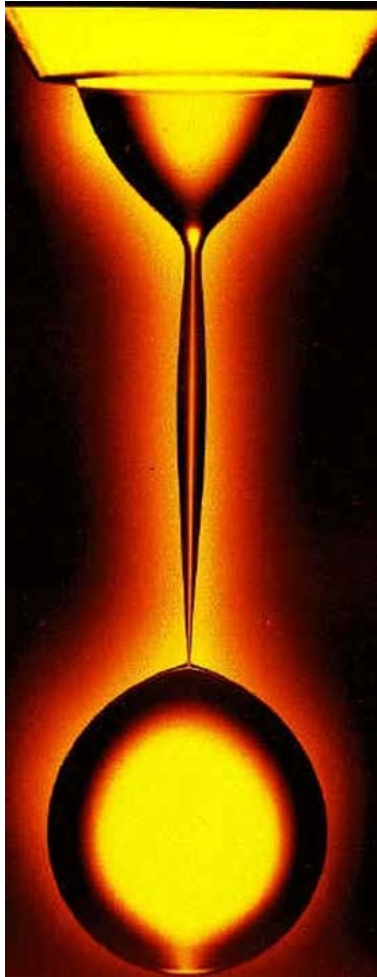


... vrai



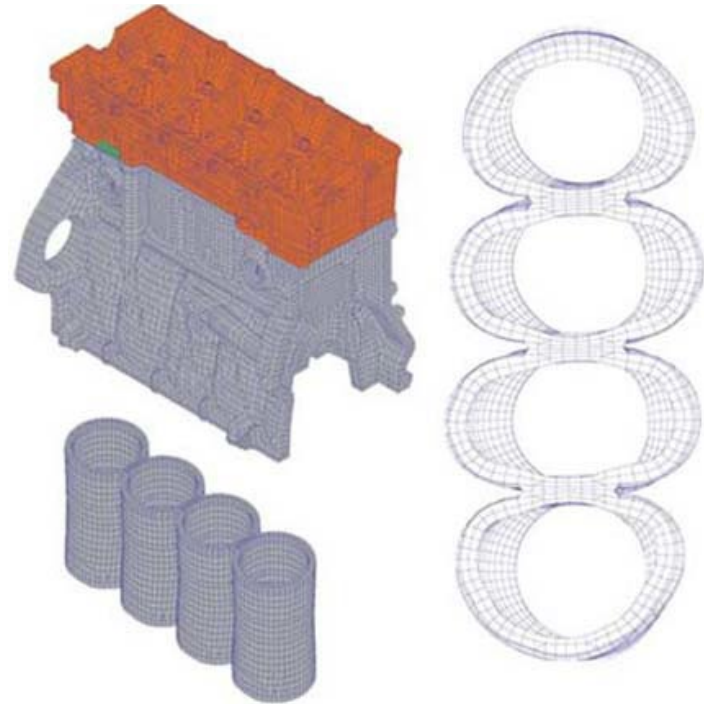
... virtuel

Milieux Continus



Ecoulement de glycérine
et formation périodique
d'une gouttelette

Déformation des chemises (x1000) d'un moteur 4
cylindres (calcul)

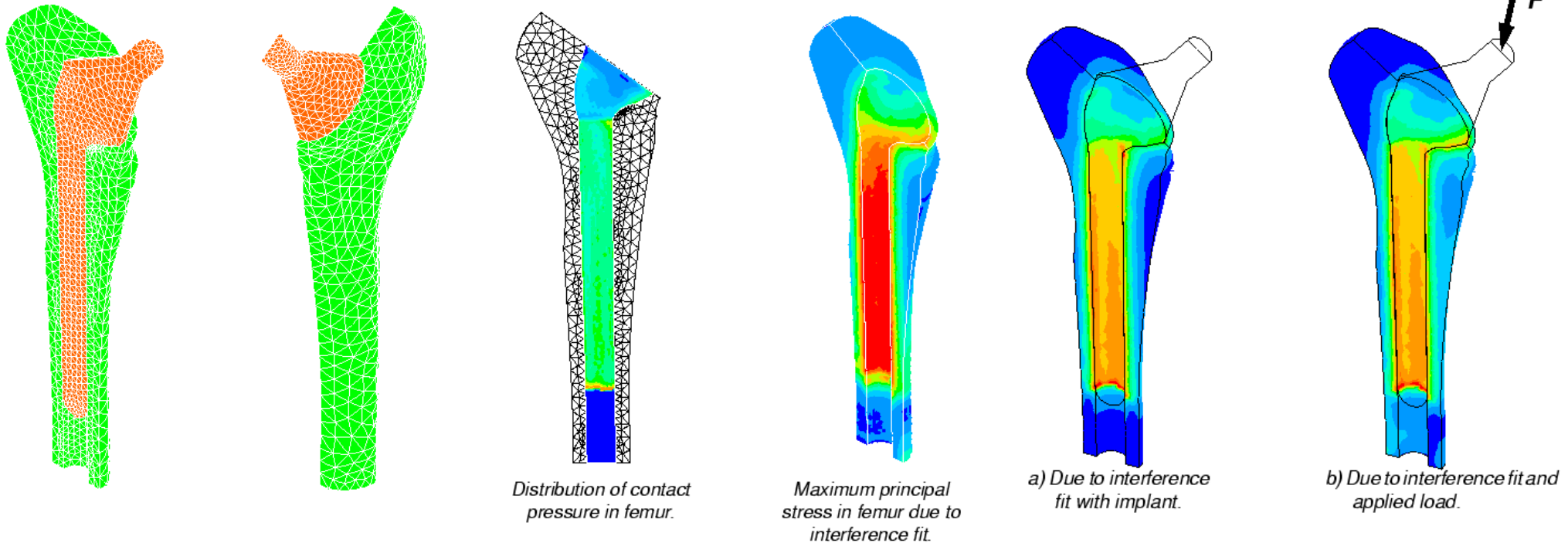


Pour ces cas, pas besoin de considérer la physique au niveau atomique ...
L'approche des Milieux Continus est suffisante.

Milieux Continus

Calcul des contraintes pour l'implantation d'une prothèse

Logiciel Abaqus <http://www.hks.com/products>



Valeur de F /poids ?

De 5 à 6

Milieux Continus

Déroulement du cours:

- Bien suivre les cours et faire les exos (au moins tenter une solution) !
- Relire le chapitre après le cours
- Préparer une feuille A4 de notes personnelles (uniquement équations et formules vues en cours, rien d'autre) pour les 2 tests (contrôle continu)

Savoir appliquer et résoudre la bonne équation au problème

- Maîtriser les outils mathématiques:

le cours tombe en parallèle du cours de Analyse III et Thermodynamique
calcul vectoriel (grad, div, rot, tenseurs) indispensable
généralisation des notions (e.g. divergence d'un tenseur)
équations différentielles (rappels dans le polycopié)

- Comprendre le sens physique, unités des grandeurs physiques.

Milieux Continus

9 Sept.	Chapitre 1	JMD	Passage du milieu atomistique au milieu continu
18 Sept.	Chapitre 2	JMD	Représentation de base des milieux continus
25 Sept.	Chapitre 3	JMD	Eléments de calcul vectoriel
2 Oct.	Chapitre 4	JMD	Tenseur des contraintes I
9 Oct.	Chapitre 4	JMD	Tenseur des contraintes II
16 Oct.	Chapitre 5	JMD	Tenseur des déformations I
30 Oct.	Chapitre 5	JMD	Tenseur des déformations II
6 Nov.	Midterm 1	MX-F1	Premier propé (correction le lundi 11)

NB: Le propé1 se fera en 2h avec 1 page A4 de notes manuscrites

Milieux Continus

13 Nov.	Chapitre 6 :	JMD	Loi fondamentale de conservation : masse spécifique et soluté
20 Nov.	Chapitre 7 :	JMD	Loi fondamentale de conservation : quantité de mouvement et énergie
27 Nov.	Chapitre 8 :	JMD	Equations constitutives : élasticité
4 Dec.	Chapitre 9 :	JMD	Equations constitutives : milieux idéalement visqueux
11 Dec.	Chapitre 10 :	JMD	Equations constitutives : plasticité
18 Dec.	Midterm 2	MX-F1	Second propé.

NB: Le propé2 se fera en 2h avec 1 feuille A4 de notes manuscrites

Milieux Continus

- Polycopié + Notes de cours
- moodle.epfl.ch (Bachelor, Continuum mechanics MSE-203),
- 2-3 exercices corrigés le Lundi suivant (certains peuvent être repris tels quels aux propés), les autres exos ne sont PAS corrigés.
- Notes manuscrites: 1 feuille A4 recto-verso rédigée au fur et à mesure de l'avancement du cours (**chaque feuille A4 sera vérifiée lors des 2 propés de façon à s'assurer qu'elle ne contienne aucune solution d'exos. Le non-respect de ce point sera dénoncé comme fraude à l'examen au SAC**)
- Présence obligatoire aux 2 propés (midterms).