

# MÉCANIQUE DES MILIEUX CONTINUS

*CM et amphi inversé :*

Olivier THUAL

*TD, BE et amphi inversé :*

Julie ALBAGNAC et Baptiste BRUN-COTTAN

*Responsable du TP :*

Ludovic CASSAN

8 septembre 2019

## Sem.5-1A Mécanique et GH (MF2E FISE)

/ Offre de formations/ Formation d'ingénieur classique/ Mention/ Ingénieur ENSEEIHT Mécanique et Génie Hydraulique  
/ Ingénieur ENSEEIHT Mécanique et Génie Hydraulique 1ère année/ Année 1A Mécanique et GH/ Sem.5-1A Mécanique et GH (MF2E FISE)

### SEM.5-1A MÉCANIQUE ET GH (MF2E FISE)

#### En bref



Crédits ECTS : 30

Code : N5EMSEM

#### Organisation

- ✓ SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES 1 (5 crédits ECTS)
- ✓ MATHÉMATIQUES 1 (5 crédits ECTS)
- ✓ INFORMATIQUE/CALCUL (5 crédits ECTS)
- ✓ MÉCANIQUE DES FLUIDES 1 (5 crédits ECTS)
- ✓ MÉCANIQUES DES FLUIDES 2 (5 crédits ECTS)
- ✓ MÉCANIQUE 1 (5 crédits ECTS)

## MÉCANIQUE DES FLUIDES 1

/ Offre de formations/ Formation d'Ingénieur classique/ Mention/ Ingénieur ENSEEIHT Mécanique et Génie Hydraulique  
/ Ingénieur ENSEEIHT Mécanique et Génie Hydraulique 1ère année/ Année 1A Mécanique et GH/ Sem.5-1A Mécanique et GH (MF2E FISE)  
/ MÉCANIQUE DES FLUIDES 1

## MÉCANIQUE DES FLUIDES 1

### En bref



Crédits ECTS : 5

Code : N5EM03

### CONTACT(S)

**THUAL Olivier**

Tél : 2945

Email : Olivier.Thual@imft.fr

THUAL OLIVIER

### Objectifs

À l'issue de cette unité d'enseignement, les élèves ingénieurs de première année seront capables :

- de décrire un ensemble d'applications de la mécanique des fluides
- de produire une analyse dimensionnelle à partir d'un modèle physique
- d'expliquer la signification physique des différents termes des équations de la mécanique des fluides
- d'employer les outils de l'algèbre pour manipuler les équations de la mécanique des fluides
- de générer des solutions analytiques des équations de Lamé et de Navier-Stokes

# UE : MÉCANIQUE DES FLUIDES 1 (suite)

## Description

Les thèmes traités dans cette unité d'enseignements sont les suivants :

- Analyse dimensionnelle.
- Bilans de masse, de quantité de mouvement ou d'énergie.
- Compréhension des termes des équations de la mécanique des solides et des fluides.
- Solutions analytiques des équations de Navier-Stokes
- Couplage entre la thermodynamique et la compressibilité des fluides.

L'évaluation est composée comme suit :

- Trois examens écrits (1h45 chacun) : 75%
- Trois Travaux Pratiques (4h chacun) : 25%

Les séquences pédagogiques de 1h45 se répartissent comme suit :

- 15 Cours Magistraux
- 13 Travaux Dirigés
- 1 Bureau d'Étude
- 2 Amphis inversés

## Organisation

- ✓ Introduction à la Mécanique des Fluides (Coefficient 40)
- ✓ Mécanique des milieux continus (Coefficient 60)

## Session 2 - Contrôle des connaissances

Modalité	Nature	Coefficient	Remarques
----------	--------	-------------	-----------

## INTRODUCTION À LA MÉCANIQUE DES FLUIDES

### En bref



Méthode d'enseignement : En présence

Code : N5EM03A

### CONTACT(S)

LEGENDRE DOMINIQUE

### LIEU(X)

Toulouse

### Objectifs

Ce cours précède le cours de "Milieux continus" où les équations de Navier-Stokes sont dérivées et mise en oeuvre dans quelques situations académiques présentant une solution analytique accessible. L'objet de ce cours est d'apporter un éclairage physique sur quelques problèmes de base en mécanique des fluides via l'analyse dimensionnelle et l'analyse à l'aide d'ordres de grandeur. Il permet d'introduire les nombres sans dimension et l'adimensionalisation d'un système d'équation.

À l'issue du cours, les étudiants seront capables :

- de maîtriser le vocabulaire utilisé pour classifier les écoulements et les phénomènes physiques observés
- de produire une analyse dimensionnelle d'un problème physique
- de rendre adimensionnel un système d'équation pour un problème physique
- d'expliquer la signification physique des différents termes des équations de conservation et de les utiliser pour analyser avec les mains un problème

# Matière : Mécanique des milieux continus (60%)

## MÉCANIQUE DES MILIEUX CONTINUS

### En bref



**Nombre d'heures :** Présentiel 50 h + Travail personnel 25 h = 75 h

**Méthode d'enseignement :** En présence

**Code :** N5EM03B

### Objectifs

Ce cours permet d'assimiler le formalisme de base de la mécanique des milieux continus menant à l'écriture des équations de Lamé et de Navier-Stokes.

À l'issue de la première partie du cours, les étudiants de première année seront capables :

- d'employer le formalisme de l'algèbre linéaire pour suivre les démonstration conduisant aux équations de la mécanique des milieux continus ;
- expliquer les transformations entre intégrales de volumes et de surfaces dans les équations de bilan ;
- décrire les lois de comportement pour la diffusion de la chaleur ou la rhéologie des solides élastiques ;
- calculer les solutions analytiques de problèmes d'élasticité linéaire simples.

À l'issue de la seconde partie du cours, les étudiants de première année seront capables :

- de décrire la cinématique des écoulements à l'aide de matrices exprimant la rotation ou la déformation des particules ;
- de formuler les équations de conservation de masse, de quantité de mouvement et d'énergie ;
- décrire les lois de comportement pour la rhéologie des fluides newtonien ;
- calculer les solutions analytiques de problèmes de mécanique des fluides simples.

### CONTACT(S)

**THUAL Olivier**

Tél : 2945

Email : [Olivier.Thual@imft.fr](mailto:Olivier.Thual@imft.fr)

**ALBAGNAC Julie**

Tél : 2935

Email : [julie.albagnac@imft.fr](mailto:julie.albagnac@imft.fr)

**PRAUD Olivier**

Tél : 2925

Email : [Olivier.Praud@imft.fr](mailto:Olivier.Praud@imft.fr)

**DURU Paul**

Tél : 2877

Email : [Paul.Duru@imft.fr](mailto:Paul.Duru@imft.fr)

THUAL OLIVIER

### LIEU(X)

Toulouse

# OBJECTIFS DU COURS

- Assimiler le formalisme de base de la mécanique des milieux continus menant à l'écriture des équations de Lamé et de Navier-Stokes.



- Débuter la mécanique des fluides à travers des exemples de solutions analytiques (Poiseuille, Couette) ou linéarisées (ondes sonores).

## Équations de Lamé

$$\rho_0 \frac{\partial^2 \underline{\xi}}{\partial t^2} = (\lambda + \mu) \underline{\text{grad}} (\text{div } \underline{\xi}) + \mu \Delta \underline{\xi} .$$

## Équations de Navier-Stokes

$$\begin{aligned} \frac{d\rho}{dt} &= -\rho \text{div } \underline{U}, & p &= \mathcal{P}_T(\rho, T), & e &= \mathcal{E}_T(\rho, T), \\ \rho \frac{d\underline{U}}{dt} &= -\underline{\text{grad}} p + \underline{f} + (\lambda_n + \mu_n) \underline{\text{grad}} \text{div } \underline{U} + \mu_n \Delta \underline{U}, \\ \rho \frac{de}{dt} &= r + k \Delta T - p \text{div } \underline{U} + \lambda_n (\text{div } \underline{U})^2 + 2 \mu_n \underline{\underline{D}} : \underline{\underline{D}}. \end{aligned}$$



## À l'issue de la première partie du cours :

les étudiants de première année seront capables :

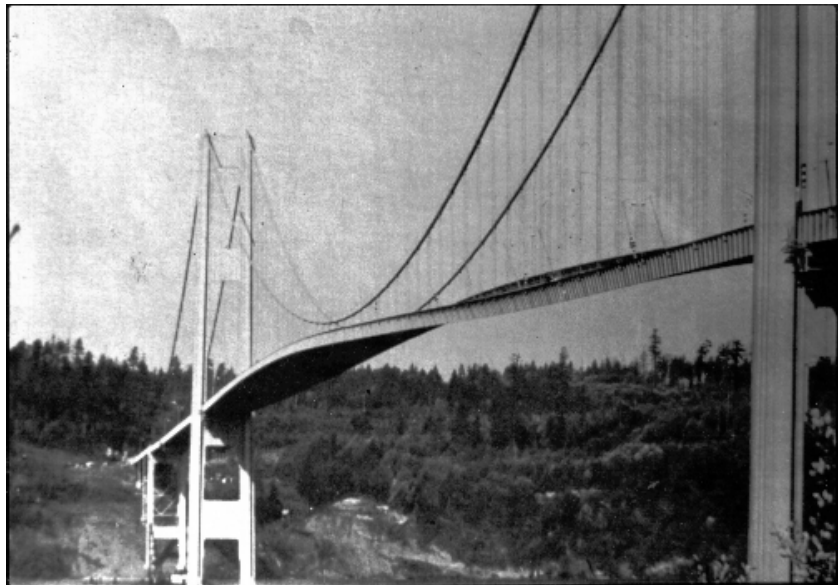
- d'employer le formalisme de l'algèbre linéaire pour suivre les démonstration conduisant aux équations de la mécanique des milieux continus ;
- d'expliquer les transformations entres intégrales de volumes et de surfaces dans les équations de bilan ;
- de décrire les lois de comportement pour la diffusion de la chaleur ou la rhéologie des solides élastiques ;
- de calculer les solutions analytiques de problèmes d'élasticité linéaire simples.

### À l'issue de la seconde partie du cours :

les étudiants de première année seront capables :

- de décrire la cinématique des écoulements à l'aide de matrices exprimant la rotation ou la déformation des particules ;
- de formuler les équations de conservation de masse, de quantité de mouvement et d'énergie ;
- de décrire les lois de comportement pour la rhéologie des fluides newtonien ;
- calculer les solutions analytiques de problèmes de mécanique des fluides simples.

# Pont de Tacoma : USA, 7 novembre 1940



# Pont de Tacoma : USA, 7 novembre 1940



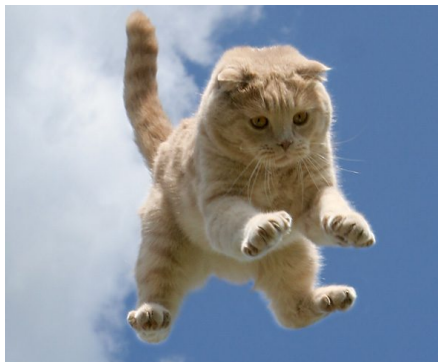
# Pont de Tacoma : USA, 7 novembre 1940



# Pont de Tacoma : USA, 7 novembre 1940

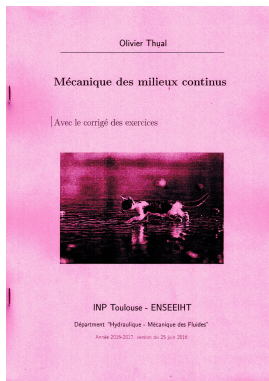


# Objet d'étude : Solides déformables et fluides (air, eau...)



## [1] Mécanique des milieux continus

O. THUAL, Polycopié ENSEEIHT 2016-2017.



- 1 Algèbre linéaire et tenseurs
- 2 Hypothèse du continu
- 3 Petites déformations
- 4 Tenseur des contraintes
- 5 Équations de Lamé
- 6 Cinématique du continu
- 7 Équations de bilan
- 8 Équations de Navier-Stokes



## Formulaire du cours de Mécanique des Milieux Continus

Olivier THUAL, 9 septembre 2018

Ce formulaire est associé au polycopié de cours que l'on peut consulter sur les plateformes suivantes :

- Moodle N7 (<http://moodle-n7.inp-toulouse.fr/course/view.php?id=7>)
- O. Thual, Mécanique des Milieux Continus, *Éd. Ress. Pédago. Ouv. INP 1018* (2012) 48h (<http://pedagogotech.inp-toulouse.fr/121018>)

### 1 Algèbre linéaire et tenseurs

#### Identification entre tenseurs et matrices

On identifie les vecteurs  $\underline{u}$  de l'espace euclidien  $E$  aux matrices colonne  $3 \times 1$  dans la base orthonormée  $(\underline{e}_1, \underline{e}_2, \underline{e}_3)$  :

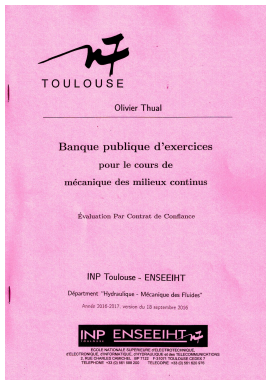
$$\underline{u} \cdot \underline{v} = {}^t \underline{u} \underline{v}, \quad \underline{A} \cdot \underline{u} = \underline{A} \underline{u}, \quad \underline{u} \cdot \underline{C} \cdot \underline{v} = {}^t \underline{u} \underline{C} \underline{v}, \quad \underline{u} \otimes \underline{v} = \underline{u} {}^t \underline{v}.$$

## Évaluation par Contrat de Confiance

<http://mclcm.free.fr>



Illustration de Stéphane Luciani



### PARTIELS

- P.1** Parallélépipède rectangle . . . . .
- P.2** Tenseur des contraintes . . . . .
- P.3** Contraintes de cisaillement . . . . .
- P.4** Cisaillement triple . . . . .
- P.5** Étirement d'un cylindre . . . . .
- P.6** Cube . . . . .
- P.7** Torsion d'un arbre métallique . . . . .
- P.8** Solide élastique sur un plan incliné . . . . .
- P.9** Solide élastique encastré et comprimé . . . . .
- P.10** Cylindre thermoélastique . . . . .

### EXAMENS








- E.1** Mouvement 2D . . . . .
- E.2** Mouvement de déformation affine . . . . .
- E.3** Tourbillon dans une boîte . . . . .
- E.4** Relation de saut et conservation de la masse . . . . .
- E.5** Écoulements de Poiseuille - Couette . . . . .
- E.6** Rotation d'axe vertical . . . . .
- E.7** Écoulements cisaillés instationnaires . . . . .
- E.8** Perte de charge . . . . .
- E.9** Mouvement gravitaire sur un plan incliné . . . . .
- E.10** Relation de Gibbs . . . . .

## Mécanique des Milieux Continus

 Forum des nouvelles (s'inscrire au cours pour les recevoir)









 Posez vos questions ici (s'inscrire au cours au préalable)

## L'essentiel du cours

-  Planches d'introduction du cours
-  Polycopié du cours avec corrigés (2018-2019)
-  Formulaire du cours autorisé pour l'examen
-  Recueil d'exercices pour l'examen (EPCC) : version 2017-2018
-  TP-ressaut-hydraulique
-  Cours au tableau noir
-  Questionnaire séance finale

## Corrigés des Travaux Dirigés

Les corrigés succincts des exercices des TD figurent dans la VERSION EN LIGNE du polycopié. D'autres corrections plus complètes sont disponibles ci-dessous.

-  Correction 2017 du TD1 sur le Chapitre 1 par JA
-  Correction Exercice 1.3 TD n°1
-  Correction Exercice 2.3 TD n°2
-  Correction Exercice 4.3 TD n°4
-  Correction Exercices TD n°5
-  Correction du TD NS incompressible par JA
-  Correction du TD NS compressible par JA
-  Correction détaillée dernière séance de TD

## TP “Ressauts Hydrauliques 1Hy” (RH-1Hy)

O. Thual, Département “Hydraulique - Mécanique des Fluides”

**Attention :** les compte rendus de TP sont individuels ou par binômes et doivent être remis aux enseignants à la fin de la séance.

### 1 Description générale

Le canal vitré côté fenêtre de la salle B005 (voir figure 1) est équipé d'un circuit hydraulique avec un pompe permettant un débit allant de 30 à 50 l/s. Deux vannes, une en amont, l'autre en aval du canal, peuvent être actionnées à partir d'un petit programme simple.



FIGURE 1 – Grand canal vitré de la salle B005. Contrôle d'un ressaut hydraulique.



**Course :** Continuum Mechanics

[1] Mécanique des milieux continus, O. Thual, Polycopié ENSEEIHT, 2010

[2] [Introduction à la mécanique des milieux continus déformables](#), O. Thual, Cépaduès-Editions, 1997

1. [Chapter 1 : Linear algebra](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
2. [Chapter 2 : Continuum hypothesis](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
3. [Chapter 3 : Small deformations](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
4. [Chapter 4 : Stress tensors](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
5. [Chapter 5 : Lamé equations](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
6. [Chapter 6 : Continuum kinematics](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
7. [Chapter 7 : Budget equations](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]
8. [Chapter 8 : Navier-Stokes equations](#) [version [tableau noir](#)] [version [imprimable](#)]


*O. Thual, 08/01/2011*

# Tableau noir en ligne : exemple

Continuous Mechanics, O. Thual

## Chapter 1 : Linear algebra and tensors

1. Linear algebra

$$\underline{u} = u_1 \underline{e}_1 + u_2 \underline{e}_2 + u_3 \underline{e}_3 = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} = {}^t(u_1, u_2, u_3)$$


$$\underline{u} \cdot \underline{v} = {}^t \underline{u} \cdot \underline{v} = (u_1, u_2, u_3) \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix} = u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3$$

$$\underline{v} = \underline{A} \cdot \underline{u} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11}u_1 + A_{12}u_2 + A_{13}u_3 \\ A_{21}u_1 + A_{22}u_2 + A_{23}u_3 \\ A_{31}u_1 + A_{32}u_2 + A_{33}u_3 \end{pmatrix}$$

$$\varphi(\underline{u}, \underline{v}) = \underline{u} \cdot \underline{C} \cdot \underline{v} = {}^t \underline{u} \cdot \underline{C} \cdot \underline{v} = (u_1, u_2, u_3) \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix}$$

$$\underline{B} = \underline{u} \otimes \underline{v} = \underline{u} \cdot \underline{v} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} (v_1, v_2, v_3) \Rightarrow B_{ij} = u_i v_j$$

New orthonormal base:  $\underline{P}^{-1} = {}^t \underline{P}$

$$\underline{u} = \underline{P} \cdot \underline{u}' \quad \underline{v} = \underline{P} \cdot \underline{v}' \quad \underline{C} = {}^t \underline{P} \underline{C} \underline{P} \quad \underline{B}' = \underline{P}^{-1} \underline{B} \underline{P}^{-1}$$


1.

Eigens contribution

$$\underline{u} \cdot \underline{u} = u_j u_j, \quad \underline{v} = \underline{A} \cdot \underline{u} \Rightarrow v_i = A_{ij} u_j, \quad \underline{u} \cdot \underline{v} = u_j v_j = u_j A_{ij} u_j$$

$$\underline{C} = \underline{A} \cdot \underline{A} \Rightarrow C_{ij} = A_{ik} A_{kj}, \quad \underline{A} : \underline{D} = A_{ij} D_{ij} = \underline{u}(\underline{A} \cdot \underline{D})$$

$$\underline{u} = u_i \underline{e}_i, \quad \underline{A} = A_{ij} \underline{e}_i \otimes \underline{e}_j$$

$$\underline{u} \otimes \underline{v} = u_i v_j \underline{e}_i \otimes \underline{e}_j$$


$$\text{Val}(\underline{u} \otimes \underline{v}, \underline{w}) = \begin{pmatrix} u_1 v_1 & u_1 v_2 & u_1 v_3 \\ u_2 v_1 & u_2 v_2 & u_2 v_3 \\ u_3 v_1 & u_3 v_2 & u_3 v_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = C_{ijk} u_i v_j w_k = \underline{A} \underline{B} \underline{w}$$

Emiliax:

$$\underline{D} = \underline{D} \Rightarrow \underline{D} \cdot \underline{e}_i = 0, \quad \exists \text{ un } \underline{u} \text{ tel } \underline{u} \cdot \underline{u} = 1, \quad \underline{u} \cdot \underline{e}_i = 0 \quad \text{if } i \neq 1$$

$$\underline{u} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \underline{u} \cdot \underline{u} = 1, \quad \underline{u} \cdot \underline{e}_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \underline{u} \cdot \underline{e}_3 = 0$$

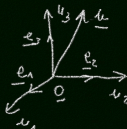
2.

Tensor decomposition

$$\underline{K} = \underline{D} + \underline{D} \quad \underline{D} = \frac{1}{2} (\underline{K} - \underline{K}^t) \quad \underline{D} = \frac{1}{2} (\underline{K} + \underline{K}^t)$$

$$\underline{D} = \underline{Q}^{(1)} \otimes \underline{Q}^{(2)} \quad \underline{Q}^{(1)}, \underline{Q}^{(2)} \in \text{tr}(\underline{Q}) \cdot \underline{I}$$

1. Linear algebra

$$\underline{u} = u_1 \underline{e}_1 + u_2 \underline{e}_2 + u_3 \underline{e}_3 = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} = {}^t(u_1, u_2, u_3)$$


$$\underline{u} \cdot \underline{v} = {}^t \underline{u} \cdot \underline{v} = (u_1, u_2, u_3) \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix} = u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3$$

$$\underline{v} = \underline{A} \cdot \underline{u} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11}u_1 + A_{12}u_2 + A_{13}u_3 \\ A_{21}u_1 + A_{22}u_2 + A_{23}u_3 \\ A_{31}u_1 + A_{32}u_2 + A_{33}u_3 \end{pmatrix}$$

$$\varphi(\underline{u}, \underline{v}) = \underline{u} \cdot \underline{C} \cdot \underline{v} = {}^t \underline{u} \cdot \underline{C} \cdot \underline{v} = (u_1, u_2, u_3) \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix}$$

$$\underline{B} = \underline{u} \otimes \underline{v} = \underline{u} \cdot \underline{v} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} (v_1, v_2, v_3) \Rightarrow B_{ij} = u_i v_j$$

New orthonormal base:  $\underline{P}^{-1} = {}^t \underline{P}$

$$\begin{cases} \underline{u} = \underline{P} \cdot \underline{u}' \\ \underline{v} = \underline{P} \cdot \underline{v}' \end{cases} \quad \underline{A} = \underline{P}^{-1} \underline{A} \underline{P} \quad \underline{C} = {}^t \underline{P} \underline{C} \underline{P} \quad \underline{B}' = \underline{P}^{-1} \underline{B} \underline{P}^{-1}$$

# PLAN DU COURS 1HY

CM 1	① Algèbre linéaire et tenseurs	TD 1
CM 2	② Hypothèse du continu	TD 2
CM 3	③ Petites déformations	TD 3
CM 4	④ Tenseur des contraintes	TD 4
CM 5	⑤ Équations de Lamé	TD 5
BE+AI	○ Amphi inversé	
<b>Partiel</b> : Chapitres 1 à 5		
CM 6	⑥ Cinématique du continu	TD 6
CM 7	⑦ Équations de bilan	TD 7
CM 8	⑧ Équations de Navier-Stokes / incompressible	TD 8
CM 9	⑧ Équations de Navier-Stokes / compressible	TD 9
BE+AI	○ Bureau d'étude (révisions) et amphi inversé	
<b>Examen</b> : Chapitres 1 à 8		

## DEVOIRS SURVEILLÉS

- Seul document autorisé : le formulaire de 16 pages distribué.
- Pas de calculatrice, sacs et téléphones au bas de l'amphi
- Devoirs écrits en temps limité de 1h45

### PARTIEL

- Programme : les chapitres 1 à 5
- Poids dans la note finale : 40 %

### EXAMEN

- Programme : tous les chapitres
- Poids dans la note finale : 40 %

## TRAVAUX PRATIQUES : RESSAUT HYDRAULIQUE

- Poids dans la note finale : 20 %



La moitié des exercices du partiel et de l'examen seront des exercices issus du polycopié ou de la banque publique d'exercice (corrigés en ligne).

<http://moodle-n7.enseeiht.fr>

Olivier Thual

---

**Banque publique d'exercices**  
**pour le cours de**  
**mécanique des milieux continus**

Évaluation Par Contrat de Confiance

Moodle ENSEEIHT : <http://moodle-n7.enseeiht.fr>

- Film “Deformation of continuous media” de J. LUMLEY
- Cours au tableau noir
- Annales corrigées des années précédentes

Bibliographie complémentaire O. THUAL

- Introduction à la Mécanique des milieux continus déformables, Cépaduès-Éditions 1997
- Hydraulique pour l'ingénieur généraliste, Cépaduès-Éditions 2018
- Hydrodynamique de l'environnement, Éditions de l'Ecole Polytechnique 2010
- Page professionnelle, <http://thual.perso.enseeiht.fr>