

Mardi 12 septembre 2017

Présentation des modules de **physique classique** du TCS

MMCSF = Mécanique des milieux continus solides et fluides

chargé de cours : Emmanuel Plaut

- Qui suis-je ?
- Motivations
- Ambitions
- Premiers RV...

TMÉ = Transformations de la matière et de l'énergie

chargé de cours : Silvère Barrat

- Présentation succincte

Emmanuel Plaut ?

- **Ingénieur** ● **docteur en physique** de l'Université d'Orsay
- **Post-doctorant** à l'Université de Bayreuth de 1996 à 1998
- Arrivé à l'INPL puis l'UL (L = Lorraine) en 1998

- **Maître de conférences** de 1998 à 2008 à l'

ENSEM
ÉCOLE DE L'ÉNERGIE

- **Professeur** depuis 2008 à

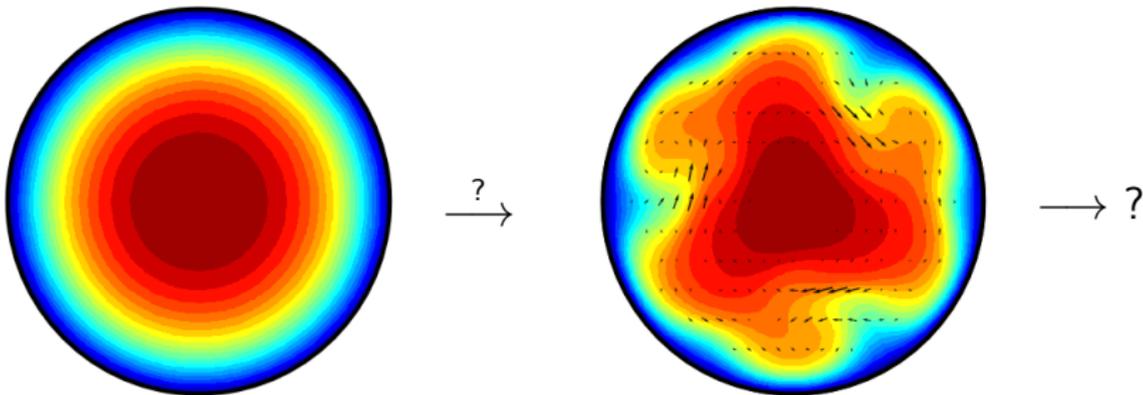


Emmanuel Plaut : enseignant

- Module **Mécanique des milieux continus solides et fluides** en 1A
- **Responsable du département Énergie & Fluides** en 2A et 3A !
- Module **Mécanique des fluides** en 2A
- Module **Advanced fluid mechanics
Transition to Turbulence & Turbulence
Applications to Transfers, Aerodynamics & Wind Energy** en 3A
(avec Joachim Peinke)

Emmanuel Plaut : chercheur

- Depuis 1998 au , dans le groupe « **Milieus fluides, réactifs et multiphasiques** », j'étudie la **transition vers la turbulence** et la **turbulence**... par exemple en écoulements en tuyau :



Transition qui a des impacts sur la puissance de pompe nécessaire !..

Si vous voulez en savoir plus :

<http://emmanuelplaut.perso.univ-lorraine.fr/chercheur.htm> ...

Motivations du module **MMCSF**

Pourquoi enseigner la

mécanique des milieux continus solides et fluides

à Mines Nancy ?

1 Parce que la **mécanique**, qui vise à **prédire les mouvements de la matière lorsque celle-ci est soumise à des forces**, fait partie de la **culture scientifique de base d'un ingénieur.**

Son étude est très **formatrice** puisque cette **science physique classique** permet des expériences « simples » et « intuitives ».

Ex. : surface libre d'un liquide au repos dans un champ de pesanteur est plane :



Motivations du module **MMCSF**

Pourquoi enseigner la

mécanique des milieux continus solides et fluides

à Mines Nancy ?

1 Parce que la **mécanique**, qui vise à **prédire les mouvements de la matière lorsque celle-ci est soumise à des forces**, fait partie de la **culture scientifique de base d'un ingénieur.**

Elle est **incontournable** dans de nombreux métiers de l'ingénieur.

Ex. : les **Airbus A320 Neo** sont **légers et solides** grâce aux physiciens des matériaux et aux **mécaniciens des solides** ; ils **volent vite et bien** grâce aux **mécaniciens des fluides**...



Pourquoi enseigner la mécanique des milieux continus solides et fluides ici ?

2 Parce que les phénomènes de déformations des solides et des fluides sont d'une grande importance en mécanique, et n'ont pas été abordés de façon systématique en classes préparatoires...

Par ex. en **génie civil** il faut parfois être capable de modéliser des **déformations** instationnaires

cf. le cas

du pont de Tacoma :



[Elliott, B. 1940
*Stillman Fires
Collection*
Internet Archive]

Pourquoi enseigner la mécanique des milieux continus solides et fluides ici ?

2 Parce que les phénomènes de déformations des solides et des fluides sont d'une grande importance en mécanique, et n'ont pas été abordés de façon systématique en classes préparatoires...

Par ex. en **génie civil** il faut parfois être capable de modéliser des **déformations** instationnaires qui localisées iront jusqu'à la **rupture**,
cf. le cas de l'effondrement du pont de Tacoma :

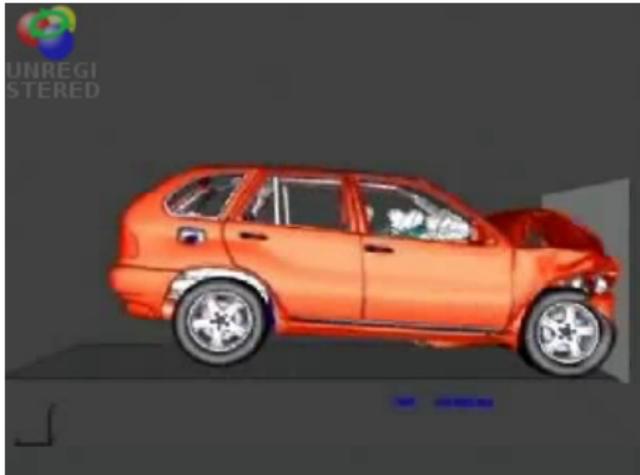


[Elliott, B. 1940
Stillman Fires
Collection
Internet Archive]

Pourquoi enseigner la mécanique des milieux continus solides et fluides ici ?

2 Parce que les phénomènes de déformations des solides et des fluides sont d'une grande importance en mécanique, et n'ont pas été abordés de façon systématique en classes préparatoires...

Par exemple en **génie automobile** il faut être capable de modéliser des **grandes déformations** allant jusqu'à la **rupture**, cf. cette simulation de crash-test :



ESI Group
for BMW
2007

À quel niveau enseigner la mécanique des milieux continus solides et fluides ici ?

À haut niveau, comme une science physique :

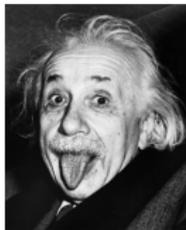
- on **définit** les objets de l'étude ;
- on adopte une démarche de **physicien** qui **observe** et **modélise**...
- en utilisant les **mathématiques**.

La **mécanique des milieux continus solides et fluides**, une **science physique** qui s'est construite sur les **mathématiques**

« *L'Univers est écrit en langue mathématique* »



'*The creative principle resides in mathematics*'



La **mécanique des milieux continus solides et fluides**,
une **science physique** qui s'est construite sur les **mathématiques**,
surtout l'**analyse vectorielle**

COURS D'ANALYSE

DE

L'ÉCOLE ROYALE POLYTECHNIQUE;

PAR M. AUGUSTIN-LOUIS CAUCHY,

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur d'Analyse à l'École polytechnique,
Membre de l'Académie des sciences, Chevalier de la Légion d'honneur.

1821.

La **mécanique des milieux continus solides et fluides**,
une **science physique** qui s'est construite sur les **mathématiques**,
surtout l'**analyse vectorielle** reformulée « **calcul différentiel absolu** »
puis « **calcul tensoriel** »

Méthodes de calcul différentiel absolu et leurs applications.

Par

M. M. G. RICCI et T. LEVI-CIVITA à Padoue.

Chapitre I.

Algorithme du calcul différentiel absolu.

Chapitre II.

La géométrie intrinsèque comme instrument de calcul.

Chapitre IV.

Applications géométriques.

Chapitre V.

Applications mécaniques.

Padoue, Décembre 1899.

La **mécanique des milieux continus solides et fluides**,
une **science physique** qui s'est construite sur les **mathématiques**,
surtout l'**analyse vectorielle** reformulée « **calcul différentiel absolu** »
puis « **calcul tensoriel** »

Méthodes de calcul différentiel absolu et leurs applications.

Par

M. M. G. RICCI et T. LEVI-CIVITA à Padoue.

Préface.

M. Poincaré*) a écrit que dans les Sciences mathématiques *une bonne notation a la même importance philosophique qu'une bonne classification dans les Sciences naturelles*. Évidemment, et même avec plus de raison, on peut en dire autant des méthodes, car c'est bien de leur choix que dépend la possibilité de *forcer* (pour nous servir encore des paroles de l'illustre géomètre français) *une multitude de faits sans aucun lien apparent à se grouper suivant leurs affinités naturelles*.

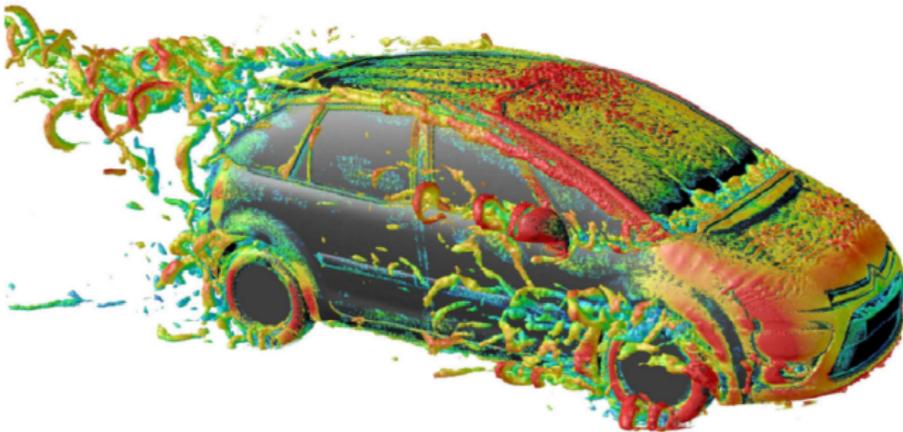
Padoue, Décembre 1899.

Viser la **mécanique** à haut niveau

= vous donner des bases solides vous permettant éventuellement de travailler en **Recherche & Développement & Études** dans des domaines où elle importe

= connaître les fondements des modèles qui permettent, moyennant quelques améliorations, des simulations avancées

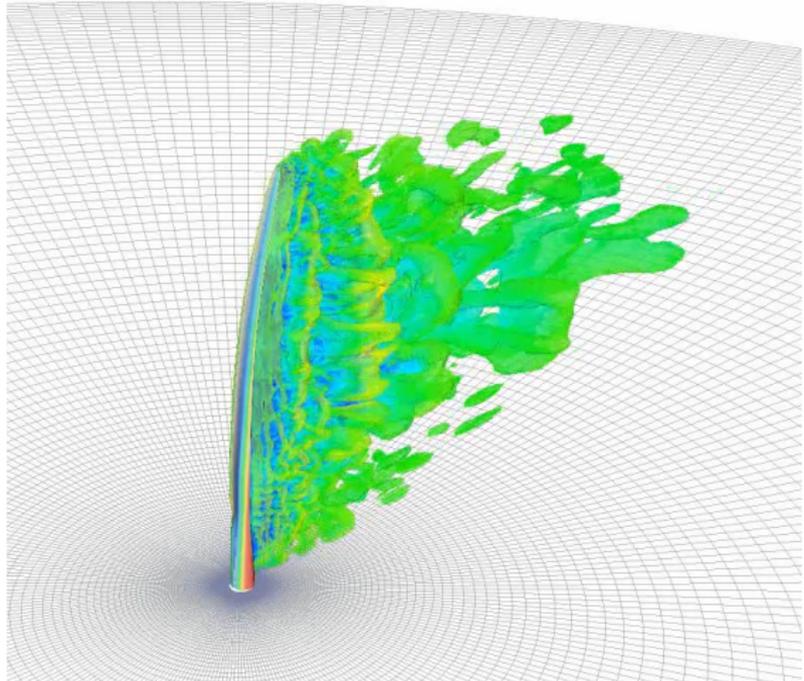
Ex. : simulation de l'écoulement turbulent autour de la DS pour étudier les décollements :



Viser la **mécanique** à haut niveau

= connaître les fondements des modèles qui permettent, moyennant quelques améliorations, des simulations avancées

Ex. : interactions fluide (écoulement turbulent) - structure (pale d'éolienne élastique) en vent fort :



Sur la page web du module **MMCSF**

<http://emmanuelplaut.perso.univ-lorraine.fr/mmc>

trouvez des consignes pour votre **travail personnel**, et plus !..

On commencera par 2 séances de « passerelle scientifique »
sur le **calcul tensoriel et différentiel**.

RV jeudi 14 septembre à 8h30 pour les groupes 1.X,
lundi 18 septembre à 13h30 pour les groupes 2.Y !..

2^{ème} séance mercredi 20 septembre...

On attaquera les séances régulières vendredi 6 octobre...

Intitulé

Transformations de la Matière et de l'Energie (Pr. S. Barrat)

Objectifs pédagogiques et scientifiques

Ce cours a pour objectif principal de vous préparer à manipuler de façon autonome et rigoureuse la thermodynamique phénoménologique associée aux systèmes physiques industriels subissant ou induisant des transformations réelles de la matière et de l'énergie qui pourront être repris en seconde et troisième années dans les différents départements scientifiques d'enseignement.

Prérequis

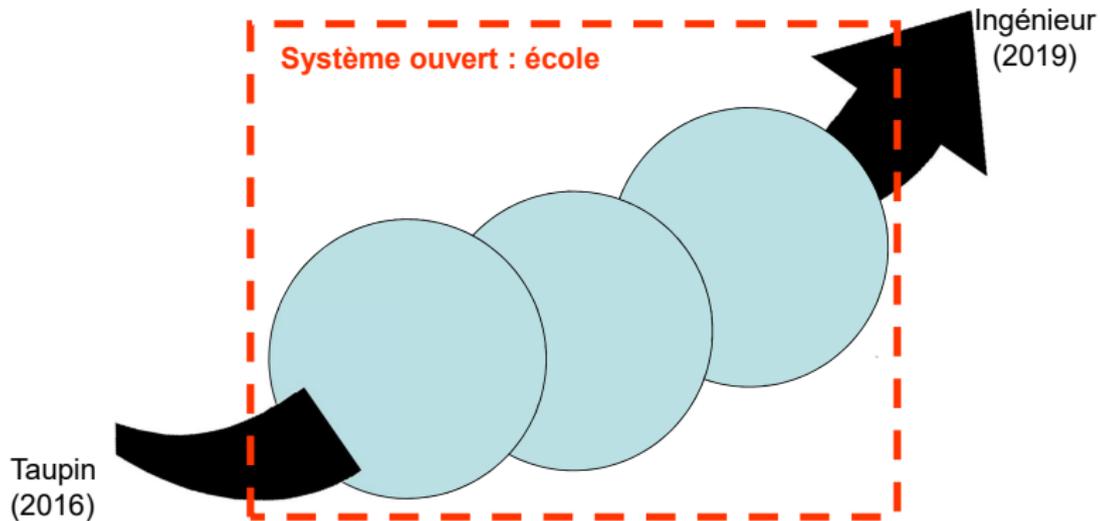
Thermodynamique classes préparatoires - Chapitres I et II photocopié

Aspects pédagogiques

Un objectif général : **PROGRESSER**

Une méthode : **VISER DES OBJECTIFS PRÉCIS**

Une règle d'or : **DISPONIBILITÉ et RESPECT** ➔



Aspects pédagogiques

Méthode de travail :

- **Amphithéâtre 1 heure**
 - retour sur la séance précédente - quiz inopiné

 - séquence questions/réponses

 - points importants du chapitre photocopié étudié en autonomie

- **Travaux dirigés 2 heures**
 - travail en binôme stable et identifié
 - tests oraux

- **Travail en autonomie**
 - 2 rapports de séance commentée à fournir (délai : une semaine)

Supports (plateforme Arche) :

- **Amphithéâtre 1 heure**
 - polycopié du cours

 - copie allégée des transparents

- **Travaux dirigés 2 heures**
 - énoncé de TD
 - polycopié du cours

- **Travail en autonomie**
 - notes de séances TD/cours
 - polycopié –exercices associés
 - copie transparents

pas de correction intégrale

Aspects pédagogiques

Evaluation :

➤ Contrôle continu

- rapport de séance commentée
- quiz inopiné
- oraux de contrôle TD
- avis assistant

➤ Tests

- mi-parcours et final
- oral de contrôle final

Évaluation de la progression

Information élèves – équipe enseignante:

➤ À l'attention des élèves (Arche)

- charte du cours (commenté)
- courriels promotion
- présentation équipe (séance 1)
- séances évaluation mi-parcours et finale (séances 4 et 9)

➤ Equipe enseignante

- réunions préparatoires
- courriels techniques
- questionnaire de fin de module

➤ Travail préparatoire

- nouveaux TD ou modifications

Aspects scientifiques

Partie I : Énergie (3 séances)

Notions abordées :

- systèmes fermés à température non uniforme
- systèmes ouverts en régime permanent
- bilans énergétique, exergetique, transfert de chaleur, génération d'entropie, rendements

Partie II : Matière (4 séances)

Notions abordées :

- équations d'état de fluides
- diagrammes de phases unaires
- énergie de Gibbs, stabilité, métastabilité, instabilité
- équilibres diphasés avec interfaces courbes, germination de phases fluides

Aspects industriels

Partie I : Énergie (3 séances)

Fonctionnement et optimisation :

- de machines thermiques
- de pompes et compresseurs
- de centrales de production ou stockage d'énergie

Partie II : Matière (4 séances)

Fonctionnement et optimisation :

- d'installations de production et transformation de fluides
- d'installations d'extraction pétrolière
- de procédés d'élaboration
- de condenseurs-évaporateurs industriels