

## Présentation générale du module TCS14

### Mécanique des milieux continus solides et fluides

- 1 **Présentation du chargé de cours Emmanuel Plaut**
- 2 **Motivations et ambitions**
- 3 **Aspects pratiques : planning, polys, travail personnel...**

Prochaine échéance : la séance de mise à niveau facultative du lundi 15 septembre...

## Présentation du chargé de cours Emmanuel Plaut

- ▶ **Ingénieur, docteur en physique**
- ▶ **Post-doctorant** à l'université de Bayreuth de 1996 à 1998
- ▶ **Maître de conférences** de 1998 à 2008 à l'« école de l'énergie »



- ▶ **Professeur** depuis 2008 à **MINESnancy ARTEM**



**MINESnancy**  
**ARTEM**

## Présentation du chargé de cours Emmanuel Plaut

### Enseignant...

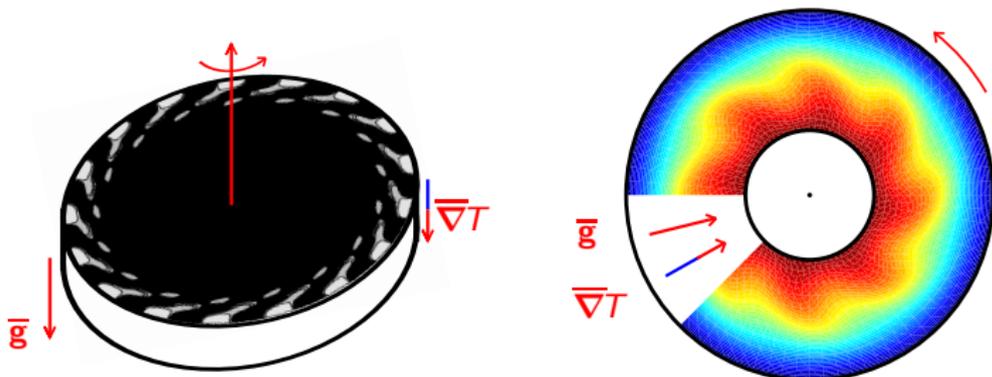
- ▶ **Responsable du département Énergie : Production, Transformation en 2 et 3A !**
- ▶ Module de **mécanique des milieux continus solides et fluides** en 1A
- ▶ Module de **mécanique des fluides** en 2A
- ▶ Module **advanced fluid mechanics** en 3A
- ▶ Implication dans le module électif  
**Filière nucléaire : contexte, technologie, risques** en 3A

## Présentation du chargé de cours Emmanuel Plaut

Chercheur depuis 1998 au  Lemta

Dans le groupe « **Milieux Fluides** », j'étudie le problème de la **transition vers la turbulence**, avec une spécialité, la modélisation par **calculs d'instabilités - ondes non linéaires**.

Exemple : **ondes** en **thermoconvection tournante** :

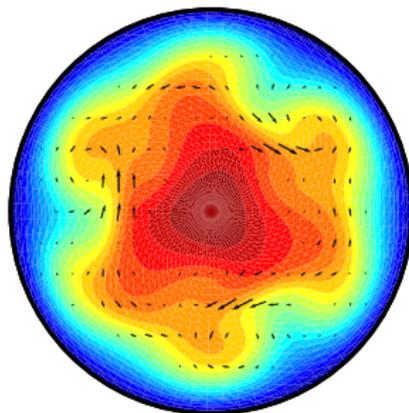


## Présentation du chargé de cours Emmanuel Plaut

Chercheur depuis 1998 au  Lemta

Dans le groupe « **Milieux Fluides** », j'étudie le problème de la **transition vers la turbulence** dans des **écoulements en tuyaux de fluides non newtoniens...**

Exemple d'onde non linéaire « support de la turbulence » :



## Motivations de ce module :

Pourquoi enseigner la

**mécanique des milieux continus solides et fluides**

aux Mines de Nancy ?

1 Parce que la **mécanique** fait partie de la **culture scientifique de base d'un ingénieur**, puisqu'elle est **incontournable** dans la quasi-totalité des métiers de l'ingénieur.

Par exemple, les **Airbus** 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 exemple 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 exemple 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 :

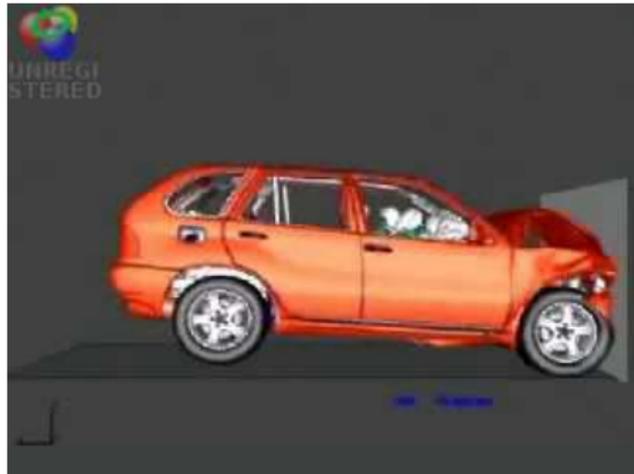


[ Elliott, B. 1940  
*Stillman Fires*  
Collection  
Internet Archive ]

## 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 :



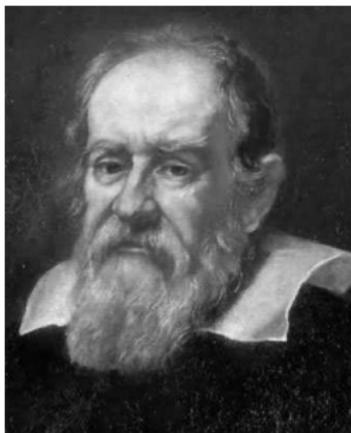
ESI Group  
for BMW  
2007

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

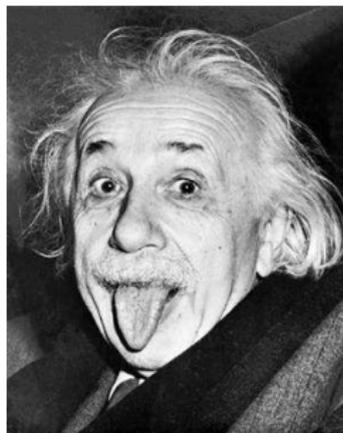
À **haut niveau**, comme une **science de l'ingénieur** :

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

## La mécanique, une science de l'ingénieur construite sur la physique et les mathématiques



*l'Univers...  
est écrit en langue mathématique.*  
Galilée



*...the creative principle  
resides in mathematics.*  
Einstein

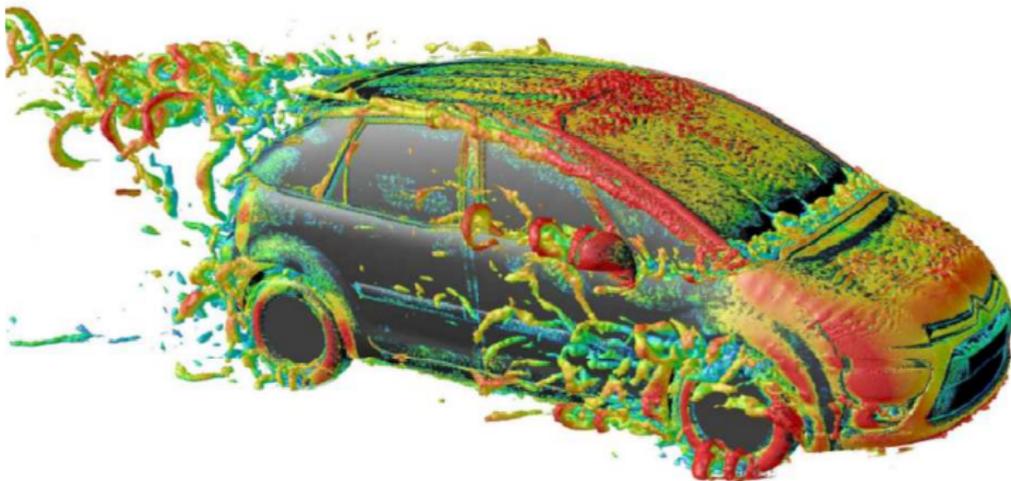
En l'occurrence, nous utiliserons une généralisation de l'analyse vectorielle :  
l'**analyse tensorielle**.

→ vous donner des **bases solides** en **mécanique**, de sorte que vous puissiez envisager de travailler en **Recherche & Développement & Études** dans des domaines où la **mécanique** importe :

- ▶ **énergie** ;
- ▶ **procédés** ;
- ▶ **environnement** ;
- ▶ **matériaux** ;
- ▶ **génie civil** ;
- ▶ **géoingénierie**...

## Connaître les fondements des modèles qui permettent, moyennant quelques améliorations, des simulations avancées en Recherche & Développement & Études...

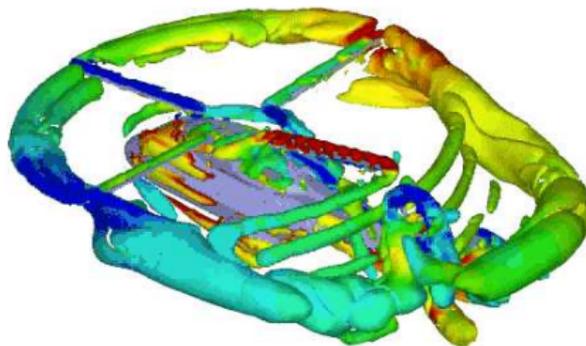
Exemple : simulation des équations de Navier-Stokes moyennées avec modèle de turbulence pour étudier les décollements autour de la DS :



Source interne PSA

## Connaître les fondements des modèles qui permettent, moyennant quelques améliorations, des simulations avancées en Recherche & Développement & Études...

Exemple : simulation des équations de Navier-Stokes moyennées avec modèle de turbulence pour étudier les tourbillons de l'hélicoptère NH90 :



Code elsA  
Projet Onera,  
Eurocopter & DLR  
Renaud, T. 2010

## Plan du module

Séance	Date	Contenu	Poly tome
0	15/09/14	Mise à niveau facultative - Cinématique 0	1
1	26/09/14	Calcul tensoriel 1	0
2	10/10/14	Calcul tensoriel 2	0
3	17/10/14	Objet de l'étude - Cinématique 1	1
4	24/10/14	Cinématique 2 - Des déformations !..	1
5	07/11/14	Bilans masse & $q^{té}$ de $mv^t$ - Tenseur des contraintes	1
	07/11/14	<b>Test 0 sur 0h30</b>	
6	28/11/14	Solides élastiques	1
7	05/12/14	Analyse dimensionnelle et similitude	2
8	12/12/14	Bilans d'énergie cinétique - $E_p$ élastique	2
9	19/12/14	Hydrostatique et ouverture sur l'hydrodynamique	2
	12/01/15	<b>Test 1 sur 3h00</b>	



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



## Sur la page web du module

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

vous trouverez

- ▶ le planning du module
- ▶ les documents de cours - TD au format PDF navigable... avec des bonus
- ▶ les présentations vidéo d'amphi (version statique, après)
- ▶ des consignes concernant le **travail personnel**

### Travail personnel à effectuer entre le 9 et le 15 septembre :

- ▶ lire l'introduction générale et l'introduction du chapitre 1 du tome 1 ;
- ▶ lire attentivement l'annexe A *Fondements de la cinématique* du tome 1 ; essayer de résoudre par vous-même l'exercice A.1 *Sur une force d'inertie d'entraînement*.

Les élèves pour qui cette lecture et cet exercice s'avéreront difficiles auront tout intérêt à venir à la **séance de mise à niveau du lundi 15 septembre...**