

Introduction aux écoulements turbulents 4AF10

Gomez Thomas

Institut Jean Le Rond d'Alembert
thomas.gomez@upmc.fr

Objectifs du cours

- ☑ **Caractériser et classer les écoulements turbulents.**
- ☑ **Introduire les quantités caractéristiques et donner des ordres de grandeurs.**
- ☑ **Introduction à la physique de la turbulence.**
- ☑ **Introduire les outils mathématiques.**
- ☑ **Présenter des moyens permettant d'évaluer et quantifier les quantités physiques associées aux différents écoulements turbulents.**

Plan du cours

- **I. Nature de la turbulence**
- **II. Concepts de base**
- **III. Ecoulements de paroi**
- **IV. Ecoulements cisailés**
- **V. Modélisation**
- **VI. Méthodes Numériques/Expérimentales**

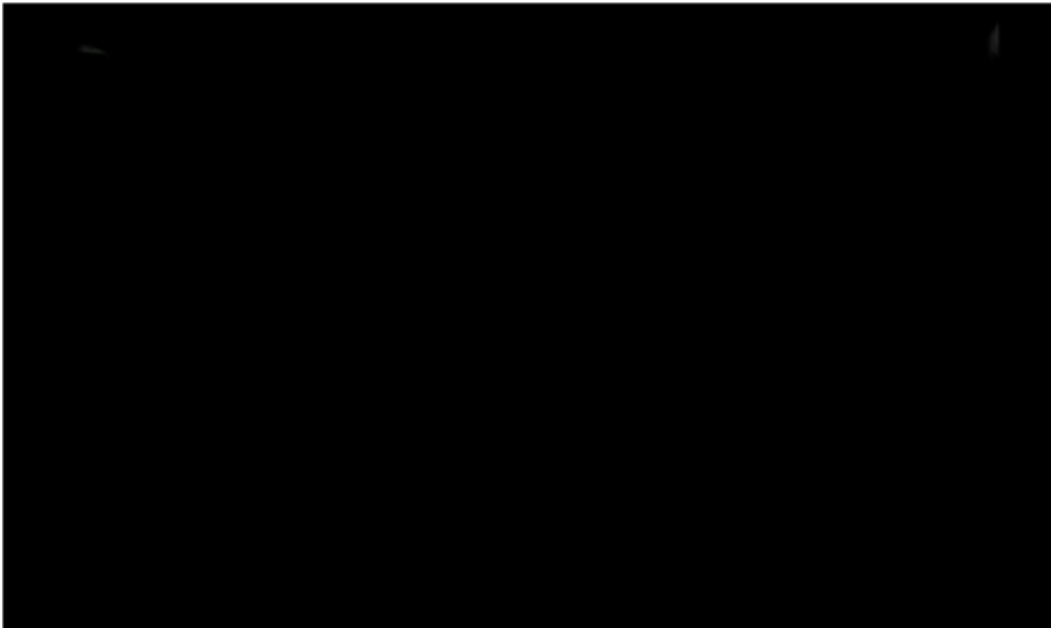
Nature de la Turbulence

- **Quelques exemples**

National Committee for Fluid Mechanics Films



National Advisory Committee for Aeronautics **NACA**



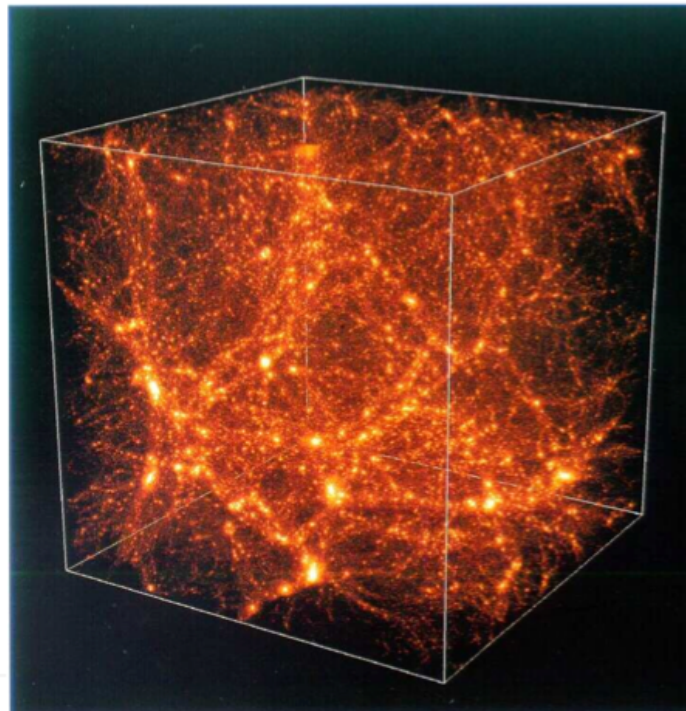
Airliner wing vortices



- **Tourbillons grande échelle**
- **Durée de vie longue**
- **Contraint la fréquence de décollage**

Astrophysique

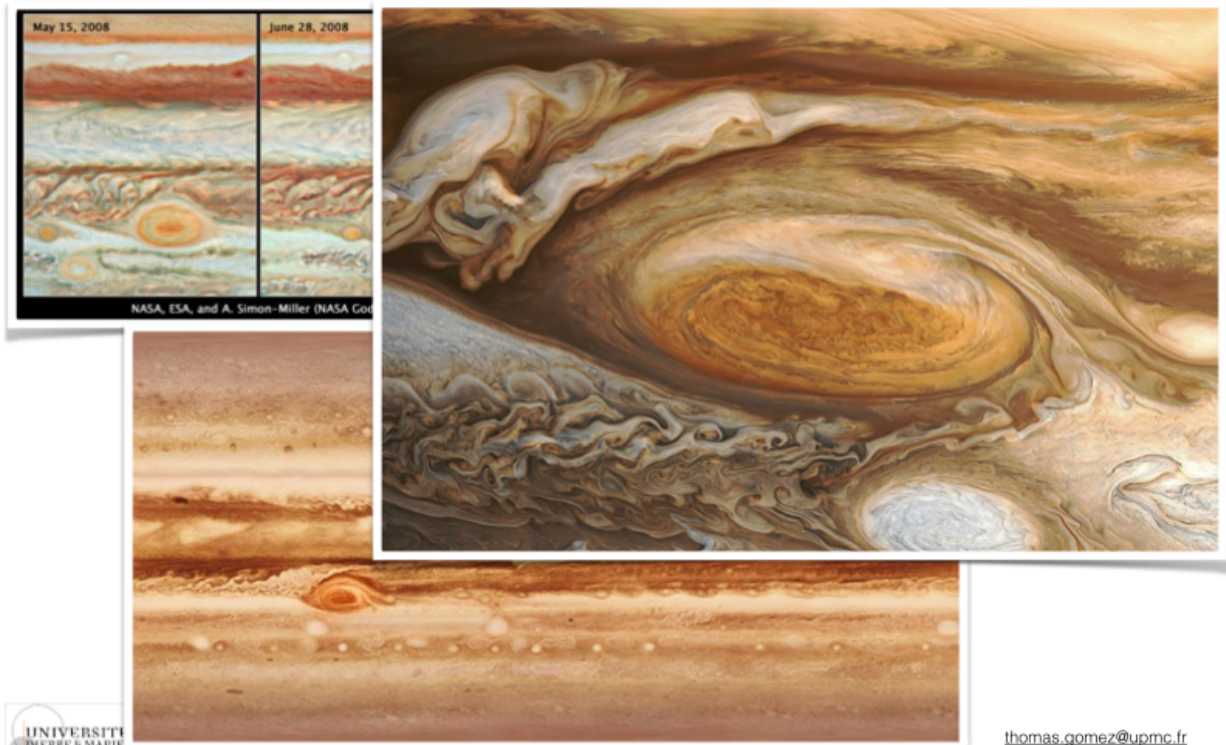
- **Univers simulé de 500 millions d'années lumière de coté, $N=256^3$**



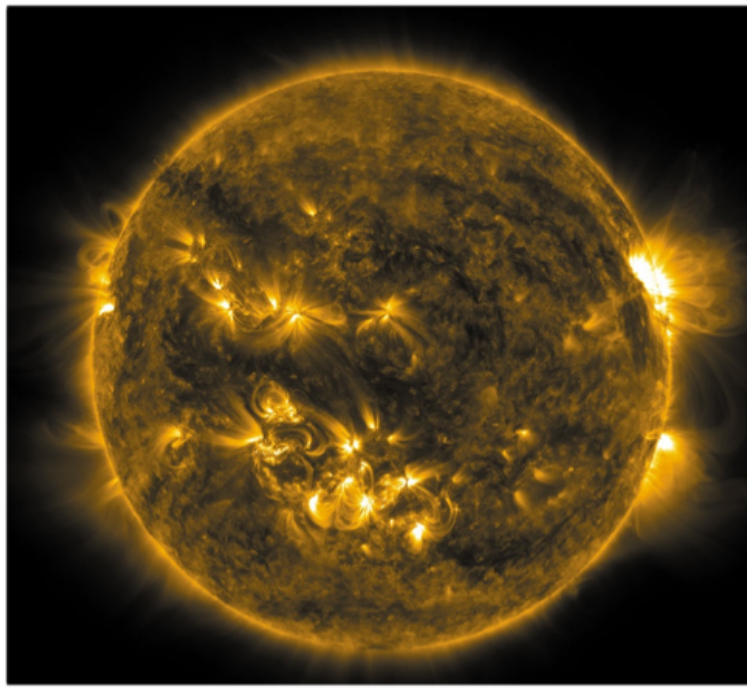
IAP/IDRIS

Astrophysique

• Jupiter - Tâche rouge

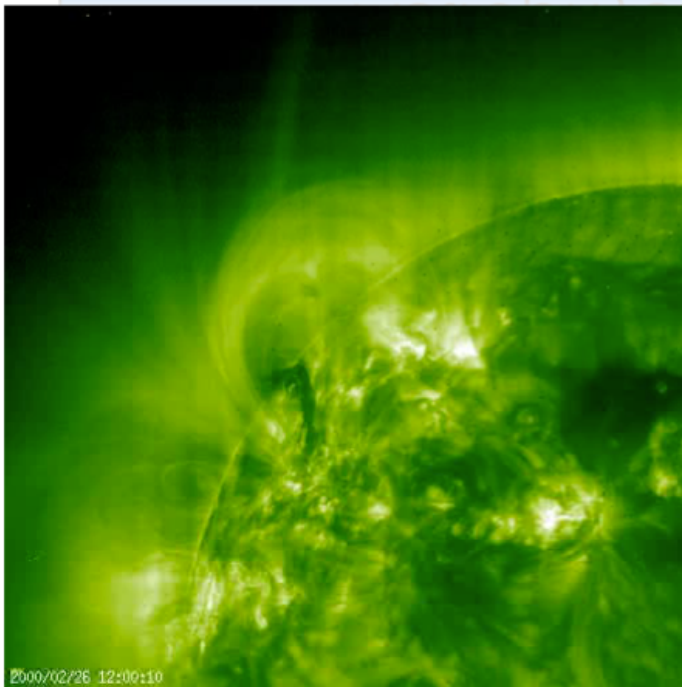


Astrophysique



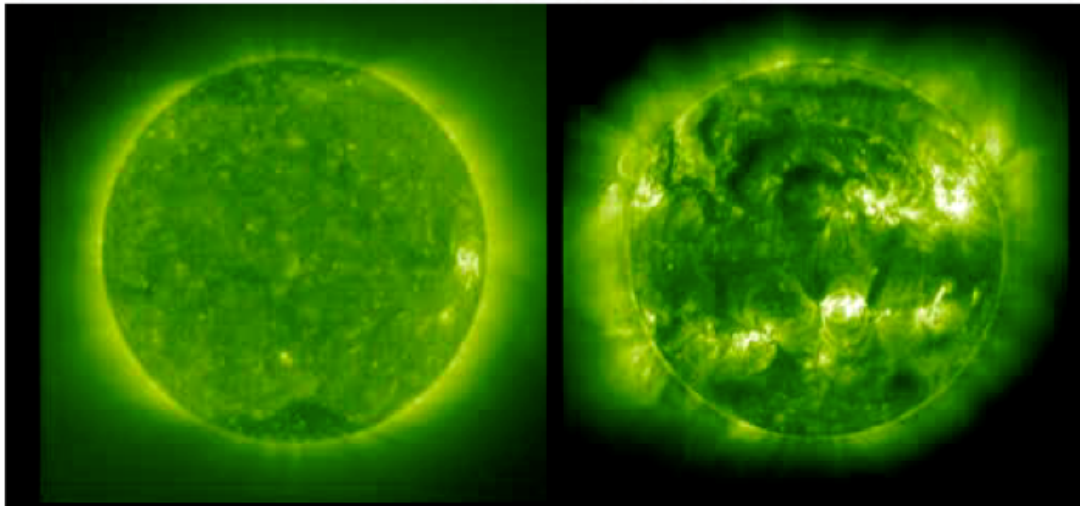
- Boucles de champ magnétique
- Dynamo solaire
- Héliosphère protège tout le système solaire des particules très énergétiques provenant du centre de la galaxie

Astrophysique



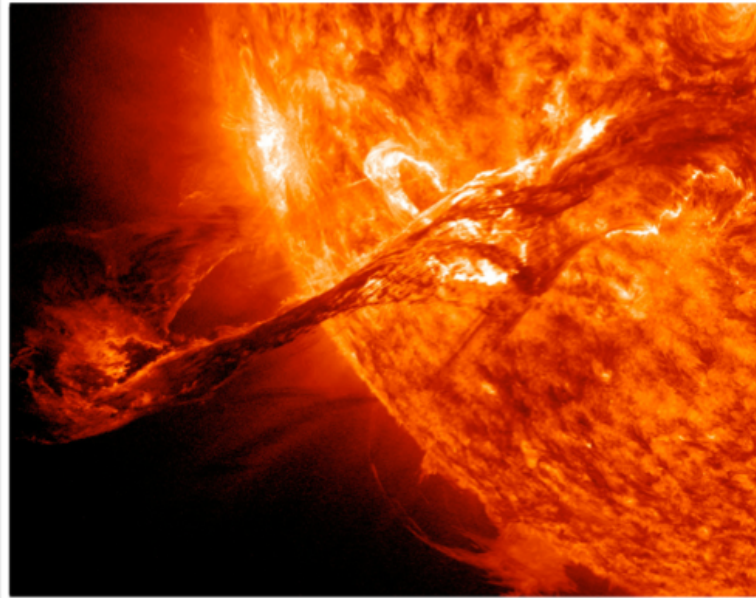
- Boucles de champ magnétique
- Complex filament eruption - EIT 195A (Feb. 27 2000)

Astrophysique



- Sonde SOHO
- Boucles de champ magnétique
- Comparison of solar activity in 1996 vs 1999.

Astrophysique



- Ejection de masse coronale, plasma
- Energie > 40 Milliard d'explosion nucléaire
- Vent solaire => Qques minutes atteind la terre

Aéronautique

- **Tip vortex behind an airplane**

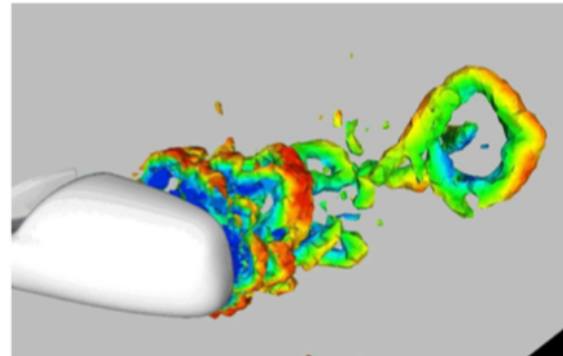


Automobile



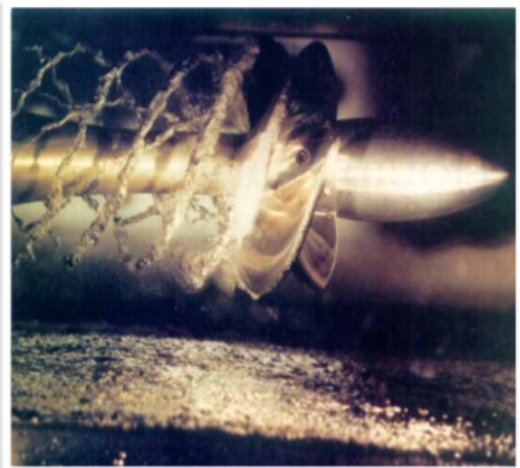
- Trainée
- Appuis aérodynamiques
- Sources acoustiques

Posson & Pérot, AIAA Paper 2006



Hydrodynamique

- Hélice et cavitation



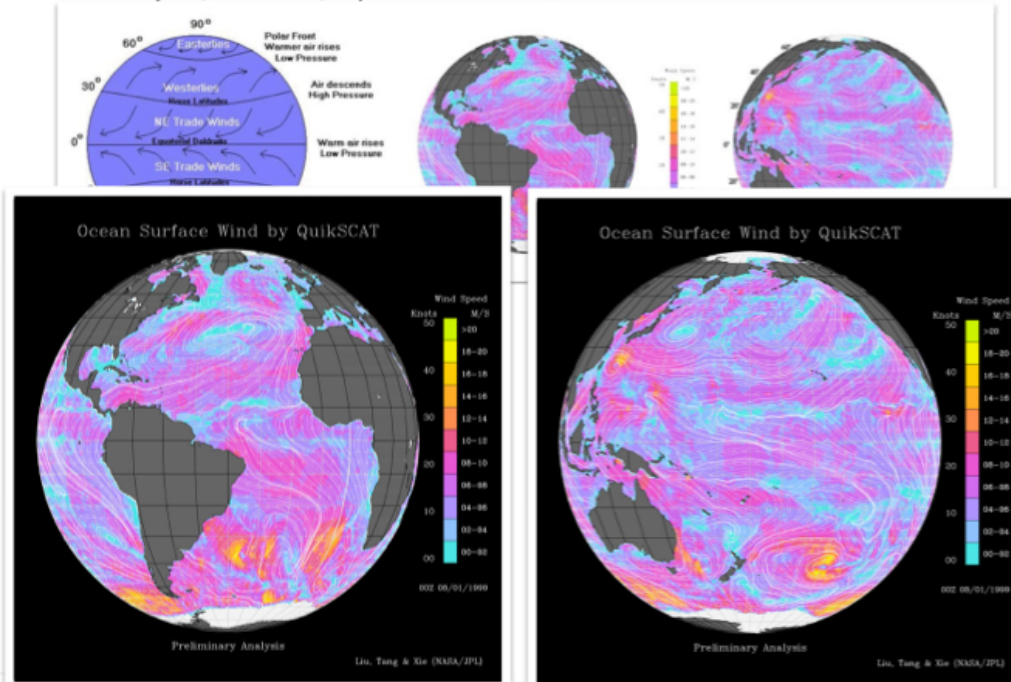
Géophysique

- le mont Sakarujima, Aout 2013, Japon



Géophysique

- le mont Sakarujima, Aout 2013, Japon



Comment définir la turbulence

• Caractéristiques :

- ☑ stochastique
- ☑ vorticale - 3D
- ☑ Complexe - Non déterministe
- ☑ Forte diffusivité turbulente => mélange
- ☑ Hiérarchie de structures (tourbillons)

Enjeux

• Caractéristiques :

- ☑ Réduction de traînée / Optimisation
- ☑ Réduction des émissions acoustiques
- ☑ Prévision météo terrestre/solaire
- ☑ Prévision de la contamination par une pollution atmosphérique
- ☑ Contrôle d'écoulement
- ☑ Génie des procédés (mélange)