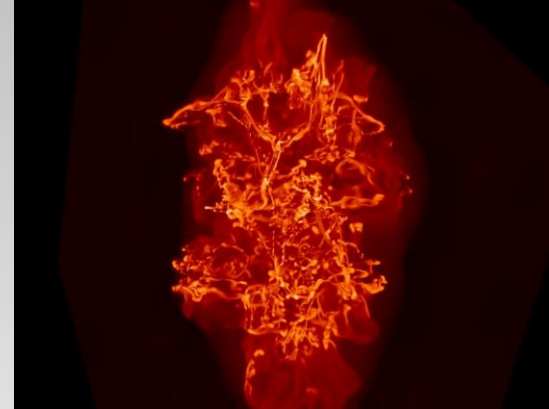
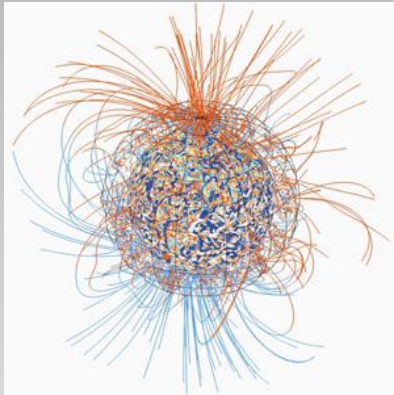


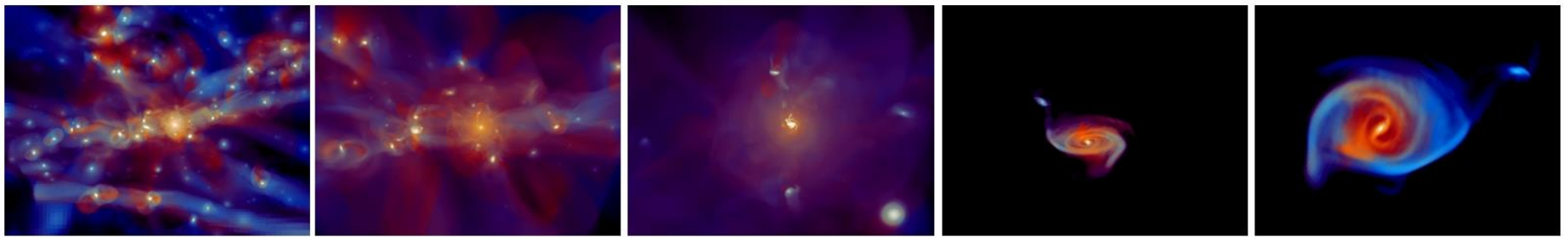
# *Visualisation des simulations numériques en astrophysique*



*Bruno Thooris  
pour l'équipe du projet  
COAST*

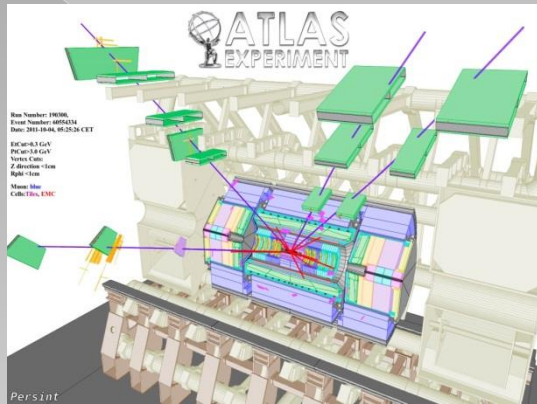


*IRFU, Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers  
CEA Saclay*

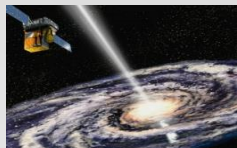


*La qualité de l'expression verbale est d'être claire sans être banale  
Aristote (Poétique)*

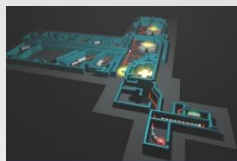
*L'Irfu : 750 personnes dont 620 permanents*  
*Physique nucléaire et des particules - Astrophysique*



*Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers*



*SAP*  
*Astrophysique*

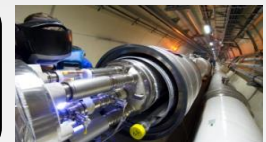


*SPhN*  
*Physique Nucléaire*

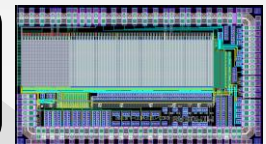


*SPP*  
*Physique Particules*

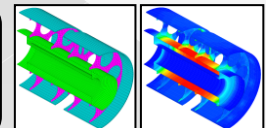
*SACM*  
*Accélérateurs,*  
*Aimants Supra*



*SEDI*  
*Electronique, Détecteurs*  
*Informatique*



*SIS*  
*Ingénierie des Systèmes*





# COAST :

## Simulations numériques astrophysiques à l'IRFU

Objectif scientifique :

comprendre la formation des structures observées dans l'univers à différents niveaux :

Structure and distribution des amas de galaxies à partir des conditions initiales du Big Bang

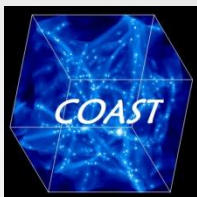
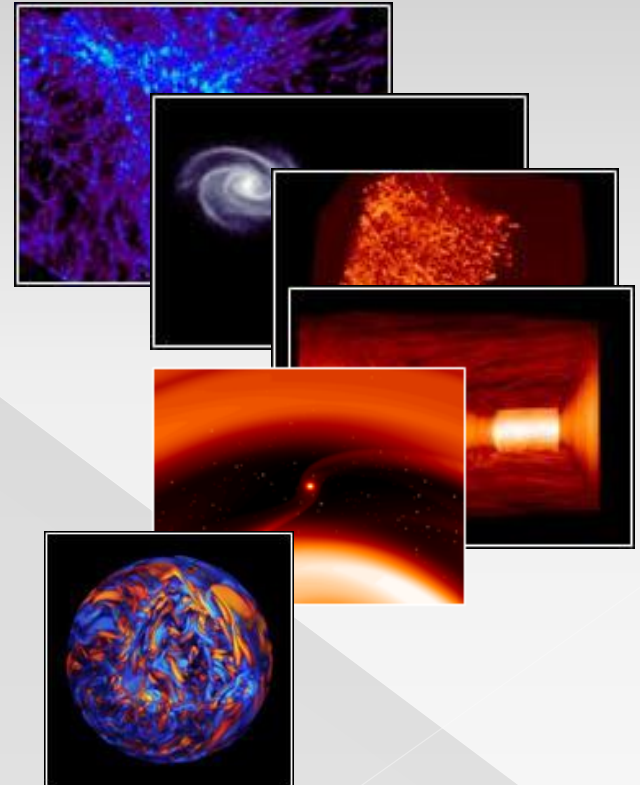
Collisions de galaxies

Formation des étoiles dans le milieu interstellaire

Turbulences dans les disques d'accrétion

Formation des systèmes protoplanétaires

Magnétohydrodynamique du Soleil



# Ressources de calcul



**OCCIGEN** au CINES/GENCI

- BULL 2106 nœuds
- 24 cœurs par nœud
- 50544 cœurs
- #36 Top500 juin 2015



**SuperMUC** à Garching

- IBM system x
- 147000 cœurs
- 2.9 Pflops.
- Machine PRACE
- #21 TOP500 juin 2015



**Turing** à l'IDRIS

- IBM BLUEGEN/Q
- 98000 cœurs
- #60 TOP500 juin 2015

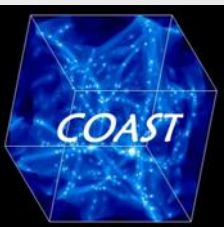


**Curie** au TGCC CEA

- 80000 cœurs, 1.5 Pflops
- Hybride CPU/GPU
  - Machine PRACE
  - #44 TOP500 juin 2015

+ **Airain** au TGCC CEA ( #189 )  
nœuds dédiés à la visualisation

**Calculs et Visualisation en local : Machines COAST à l'IRFU**  
**IRFU**COAST, SAPMIST, OXAL(visu),  
depuis octobre : ANAIS-data( 400 To de disque, 120 coeurs,  
2 To de ram et 2 cartes graphiques Quadro M6000)



# Visualisation des données issues de COAST

En 2007 déjà : un exemple de calcul haute performance,  
la simulation Horizon 4 $\pi$  avec Ramses

‘Grand challenge Horizon’ été 2007 sur Platine au CCRT

- 1<sup>ère</sup> simulation de la moitié de l’univers observable  
code Ramses: version N-body (matière noire)  
70 milliards de particules, 140 milliards de mailles  
la plus grosse simulation N-body jamais réalisée  
2 mois de calculs sur 6144 cpus ( 3M heures CPU)  
1 output = 4TB ( R. Teyssier et al. )

*Un challenge en visualisation:*

*Taille des data :*

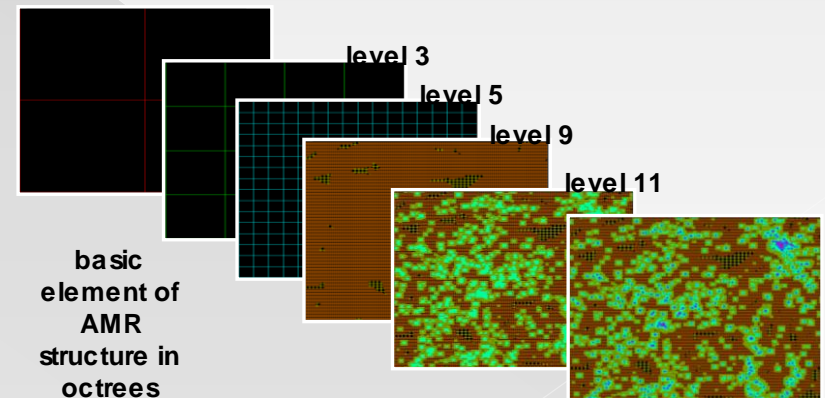
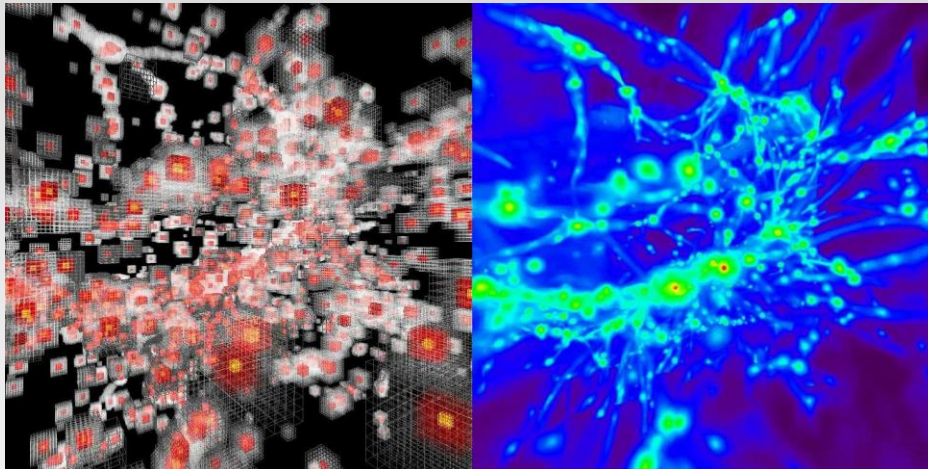
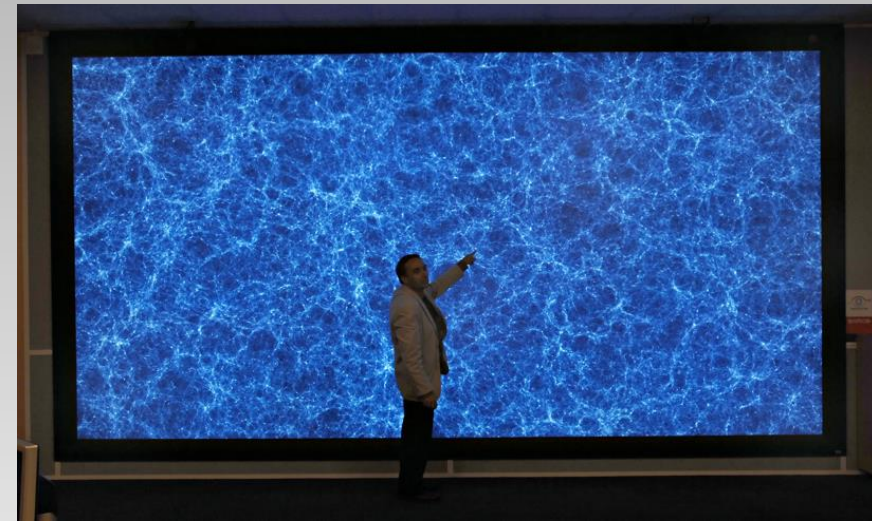
- déjà 40 TB en 2007, typiquement 200TB maintenant

*Diversité des variables :*

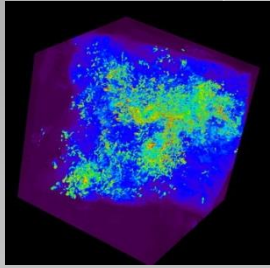
- Champs scalaires
- Champs vectoriels
- Nuages de particules

*Complexité des data :*

- Maillages à raffinement adaptatif, Multigrilles, Coordonnées sphériques



# SDvision, interface de visualisation de grands ensembles de données



3 types de variables:

**Champs scalaires** (par ex. densité ou température): 3 techniques de visualisation

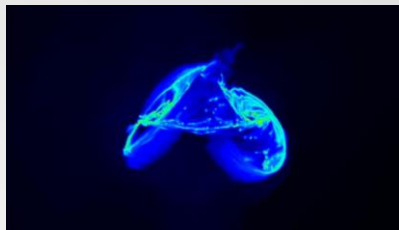
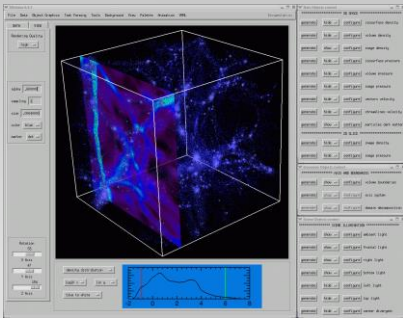
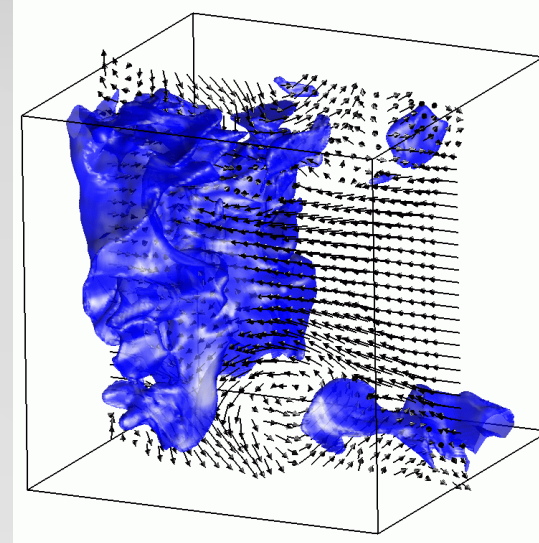
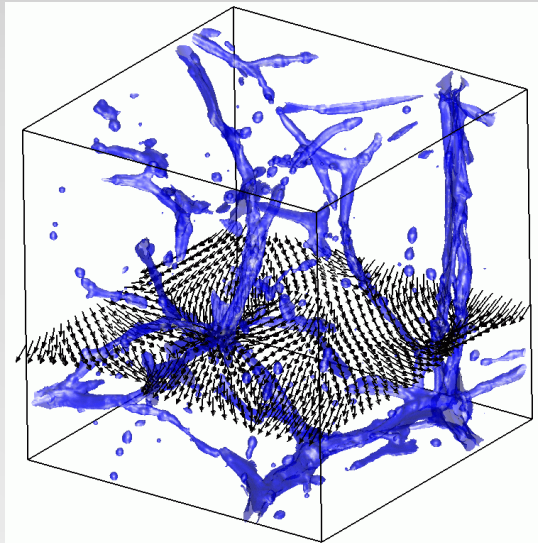
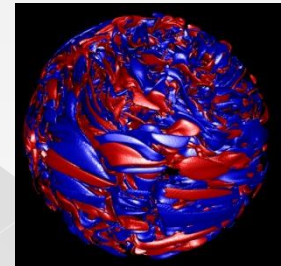
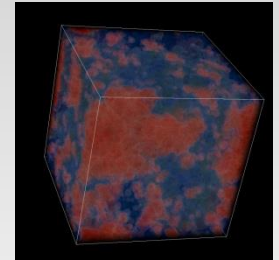
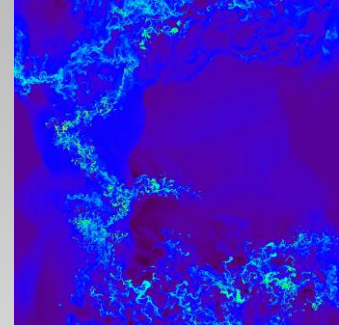
- Ray-casting volume rendering (propagation d'un rayon dans le volume)
- Isosurfaces reconstruction (affichage de surfaces d'une valeur)
- Slicing (affichage d'une tranche d'un volume)

➤ **Champs de vecteurs** (par ex. champs de vitesse ou champs magnétiques): 2 techniques

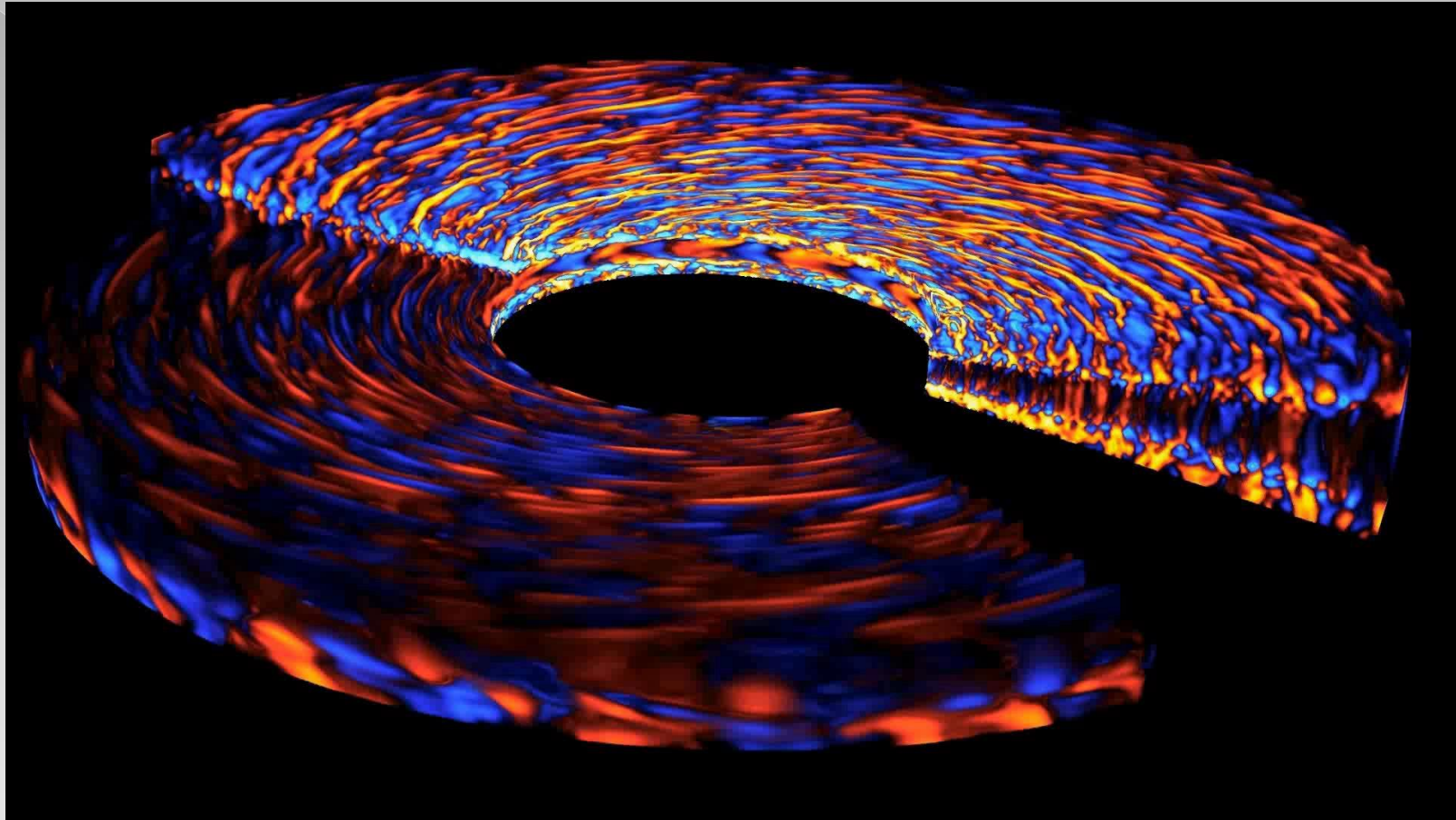
- Streamlines reconstruction
- Hedgehog display

➤ **Nuages de points** utilisés par ex. pour la matière noire en cosmologie

- visualisés par des marqueurs (polylines ou polygones)



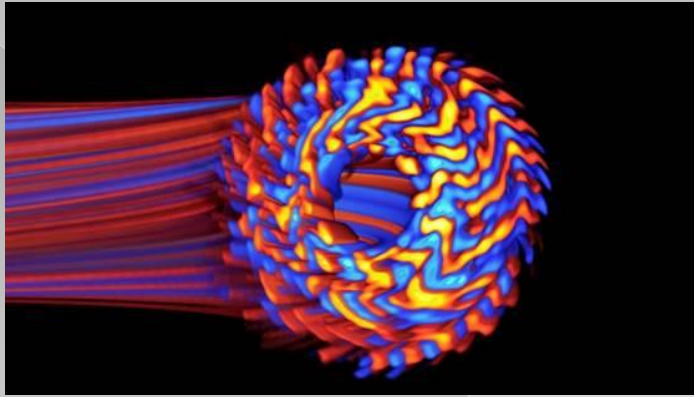
## *Simulation de la MHD dans un disque protoplanétaire*



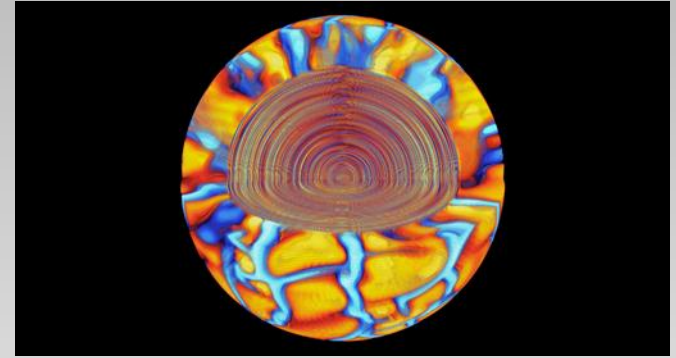
*Simulation réalisée avec le code PLUTO par Mario Flock (IRFU/SAp)  
sur le supercalculateur Curie au CEA/TGCC (2014)  
utilisant une grille de 512x128x3072, calcul parallélisé sur 1024 processeurs*



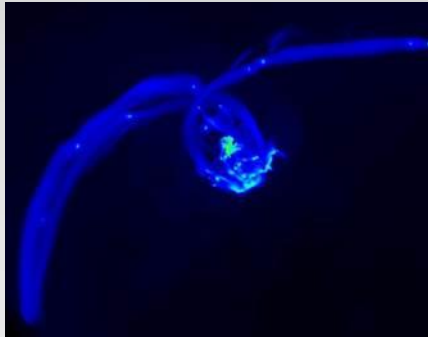
*Les thésards visualisent !*



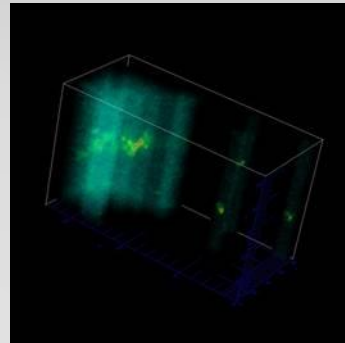
*Antoine Strugarek*



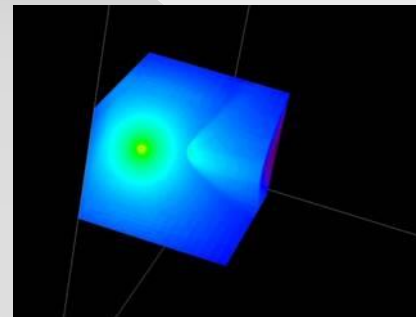
*Lucie Alvan*



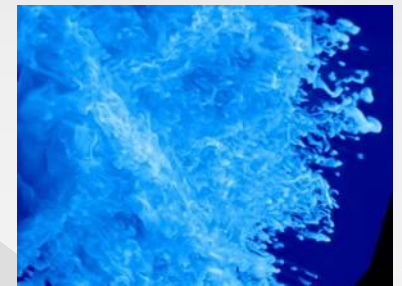
*Damien Chapon*



*Nguyen Luong Quang*



*Astrid Lamberts*



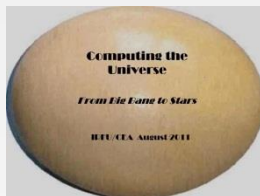
*Pascal Tremblin*

# Récente communication



Projection de l'Univers Recalculé lors de la conférence d'A.Brahic et Ph. Chomaz à Caen (octobre 2012)

Sélection de la version anglaise au Showcase de SuperComputing 2012 à Salt Lake City (novembre 2012)  
16 films de visualisations scientifiques avaient été retenus



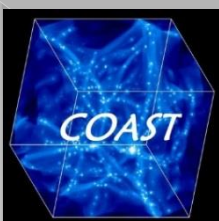
Conference Dates:  
**November 10-16, 2012**  
Exhibition Dates:  
**November 12-15, 2012**

*En 10 ans,  
22 présentations dans des conférences  
internationales de visualisation, HPC et  
d'astrophysique, dont :*  
*SuperComputing 2012, 2013 et 2014  
IAU General Assembly 2012 et Symposium 2010  
ASTRONUM 2006,2007,2008,2012,2013  
ADASS 2009,2010,2013  
IVAPP, CGIV, IEEE Vis, Pacific Vis, etc...*

*150 présentations en salle Galilée en 5 ans  
~ 1200 personnes*

**Un nouveau film 3D en préparation pour 2016**





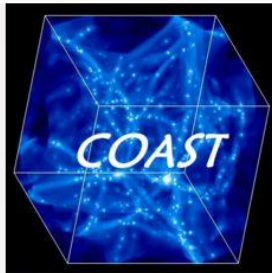
# Toutes les infos sur le site Web du projet COAST : [irfu.cea.fr/projets/COAST](http://irfu.cea.fr/projets/COAST)



## COAST COmputational ASTrophysics at Saclay



[Home](#) [About Us](#) [Projects](#) [Hardware](#) [Simulation Codes](#) [Visualization](#) [References/Outreach](#)



### Welcome to the new COAST Website

The COAST team is happy to announce the commissioning of the new COAST Website



#### Numerical Simulations

Formation and evolution of structures in the universe  
[More ...](#)

#### Visualization

ici liste des visualisations, meme hors cadre astro...  
[More ...](#)

#### Databases

liste avec leur lien if any.  
[More ...](#)

#### Presentation

COAST is a IRFU project of high performances computing in astrophysics. COAST promotes high performances computing in astrophysics at CEA/IRFU. Our activities include code development, applied mathematics, data visualisation, distributed databases, code optimization and parallel computing.

The project is a joint initiative of the Laboratory for Astrophysical Plasma Modelisation (LMPA, IRFU/SAP) and the Laboratory for Applied Computer Science (LILAS, IRFU/SEDI), involving also the Laboratory of Dynamics of Stars and their Environment (LDEE, IRFU/SAP) and the Laboratory for Cosmologie and Galaxies Evolution (LCEG, IRFU/SAP).

The "Maison de la Simulation" is also associated with the project. COAST and its members are located at CEA Saclay, France.

Romain Teyssier, former P.I. of the project and the COAST team received the "Grand Prix Scientifique Cino and Simone Del Duca 2011" for the COAST work.

[More ...](#)

#### Agenda

The next COAST Meeting will be held next week, on friday, 16 October at 11h in the Galilée room:  
- Speaker: Ileyk El Mellah (APC)  
- Title: Numerical simulations of wind accretion on to a compact object : a multi-scale problem

[more ...](#)

#### News

Médaille de bronze du CNRS  
The COAST team is happy and proud to announce that Sébastien Fromang will receive the 'Médaille de bronze' du CNRS for his work in the COAST project  
[more ...](#)



Lune de sang - 28 septembre 2015

***Merci de votre attention***

*Palaiseau, le 28/09/2015*

*Photos G. Gallot*