



CENTRE EUROPÉEN DE RECHERCHE ET DE FORMATION AVANCÉE EN CALCUL SCIENTIFIQUE

# CENTRE EUROPEEN DE RECHERCHE ET DE FORMATION AVANCEE EN CALCUL SCIENTIFIQUE

*Catherine Lambert*

*27 juin 2017*

# Recherche Fondamentale – Recherche Appliquée - Formation

- ✓ Le Cerfacs est un centre de recherche fondamentale et appliquée, spécialisé dans la **modélisation et la simulation numérique** qui requièrent l'utilisation des **moyens de calcul** les plus puissants.
- ✓ Le Cerfacs conçoit, développe et propose des méthodes et solutions logicielles innovantes répondant aux besoins de ses associés dans les domaines de l'aéronautique, du spatial, du climat, de l'environnement et de l'énergie.
- ✓ Le Cerfacs forme des étudiants, des chercheurs et des ingénieurs dans le domaine du calcul haute performance (Calcul Intensif ou HPC).

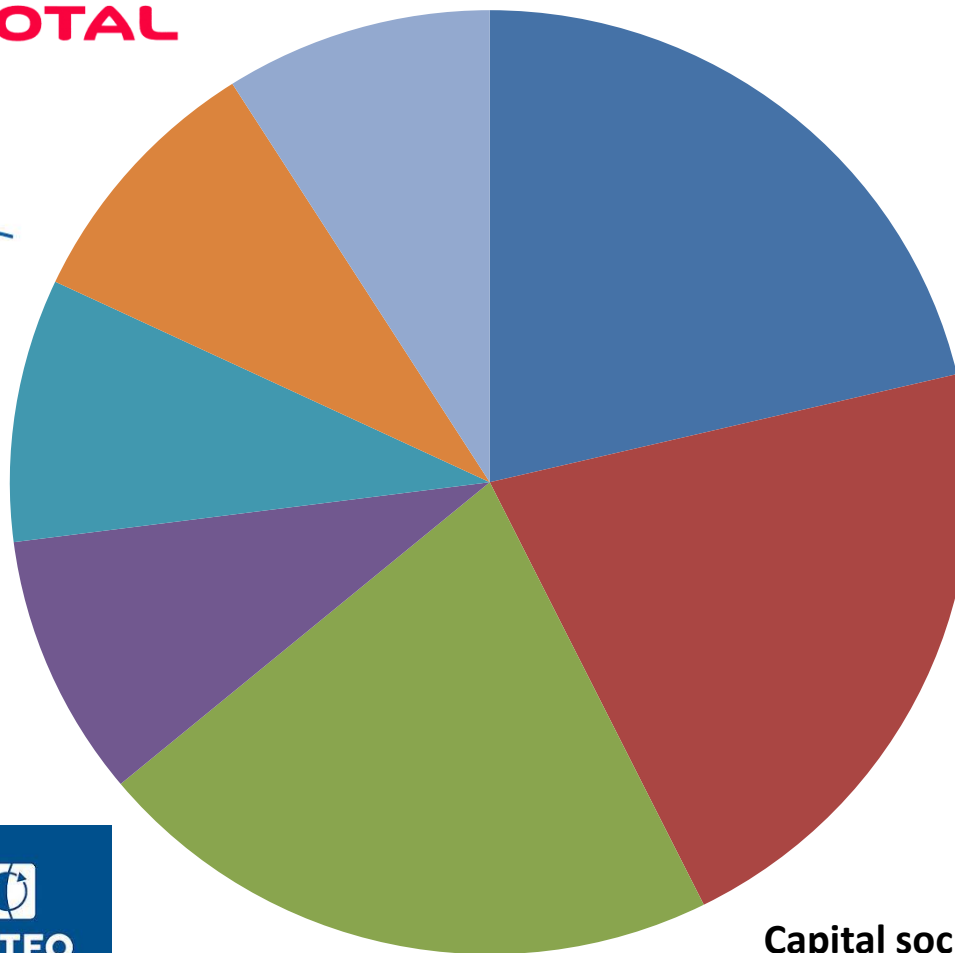
# Nos caractéristiques

- **Des équipes multi-disciplinaires :** physique, analyse numérique, algorithmique, informatique, ingénierie logicielle, ...
- **Des interactions fortes avec la communauté scientifique externe**
- **Des applications** déterminées par les **besoins des Associés** (aéronautique, spatial, climat, énergie, environnement)
- **Une stratégie de recherche autour de grands défis structurants** répondant à des enjeux scientifiques, technologiques ou sociétaux pour les décennies à venir

# Les 7 Associés de notre Société Civile



**AIRBUS**



Capital social de 927200€

# Nos partenariats



**SUC, URA 1875**



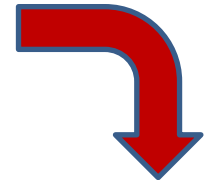
**1998- ...**

**CECI, UMR 5318**

Climat, Environnement,  
Couplages et  
Incertitudes



Laurent Terray



Luc Giraud



**2009-2014**

**2015-...**



Serge Gratton



**2013- ...**

# Nos principales ressources informatiques en 2016

## En Interne

40%

### BULL SandyBridge Cluster



2 528 cores – 53 Tflop/s

2012 / 2013

### LENOVO Haswell Cluster



6 288 cores – 250 Tflop/s

2015

## Partenaires 10 %

### Météo-France

BULL Broadwell  
2,5 Pflop/s

### CEA - CCRT

BULL Broadwell  
1 Pflop/s

## GENCI

25 %

### CINES

BULL Haswell – 2.1 Pflop/s

### IDRIS

IBM BG/Q – 1.26 Pflop/s  
IBM iDataPlex – 0,23 Pflop/s

### TGCC

BULL SDB – 2,1 Pflop/s

## PRACE / INCITE /VSR 25 %

### Curie (CEA)

BULL - 2 Pflop/s

### Marenostrum (BSC)

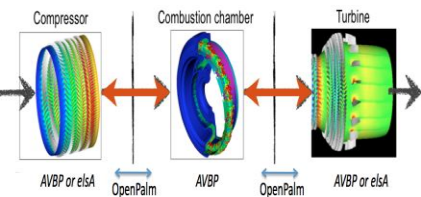
IBM BG/Q – 1,1 Pflop/s

### Mira (Argone)

IBM BG/Q – 10 Pflop/s

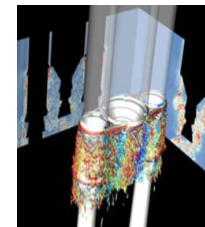


# Notre stratégie de recherche 2014-2017

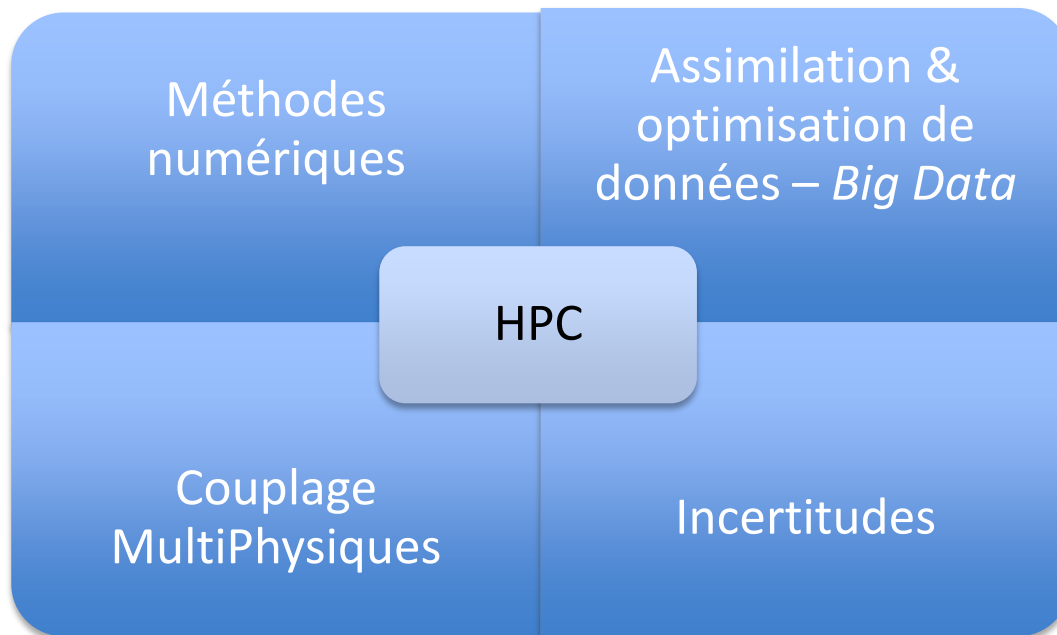
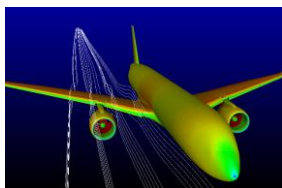


**Combustion & TurboMachines**  
**Calcul complet instationnaire**  
**d'une turbine à gaz « COUGAR »**

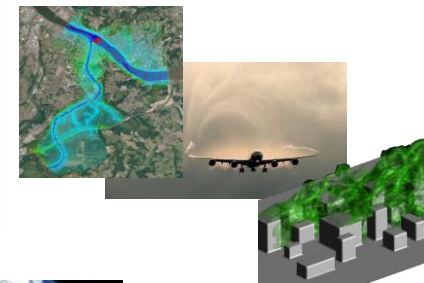
**Propulsion Spatiale**  
**« DECOLA »**



**Aérodynamique**  
**Simulation multi-**  
**physique**  
**instationnaire**  
**d'un avion**  
**complet**  
**« PUMA »**



**Environnement**  
**Et Sécurité**  
**« MODEST »**

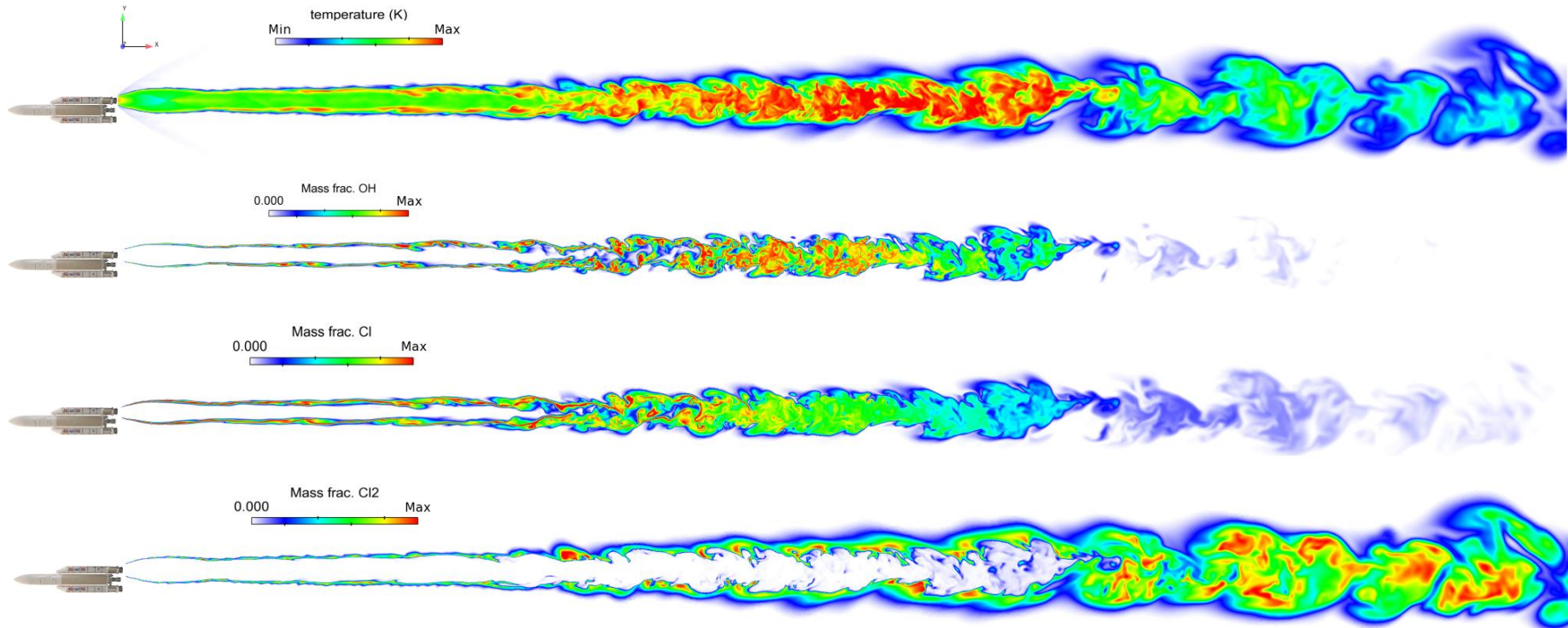


**Climat – prévoir la variabilité du**  
**climat de 1 à 10 ans « DECLIPP »**



# 3-D Large-Eddy Simulation d'un booster d'Ariane avec TurboAVBP

Augmentation de température  
due à la post-combustion.

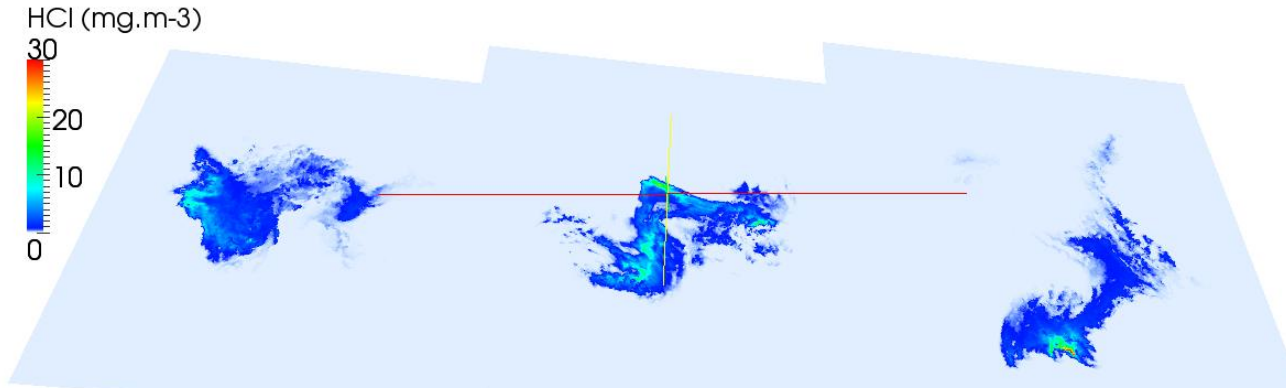


Création de radicaux (ex: OH), réagissant  
avec HCl pour former du Cl dans les zones  
de haute température et de mélange avec  
l'air ambiant.

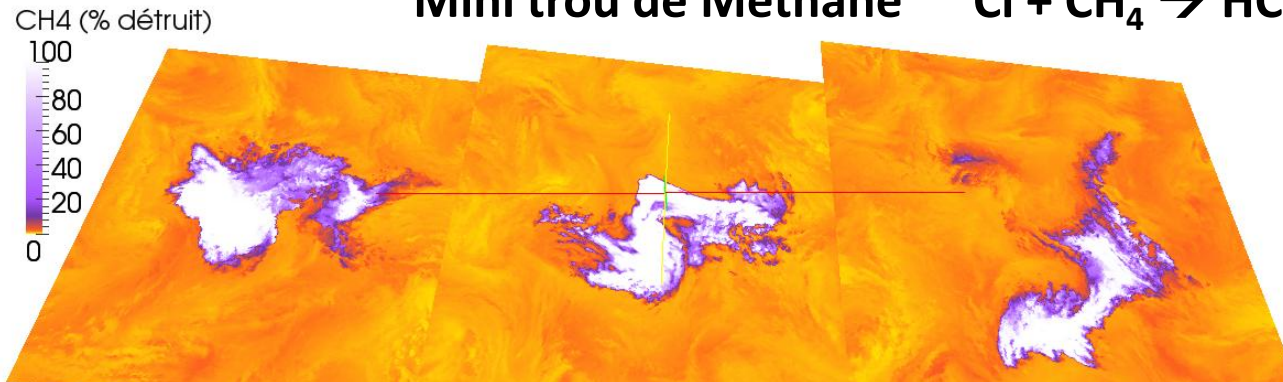
Conversion partielle de Cl en  
Cl<sub>2</sub> dans les zones de  
température plus basse.



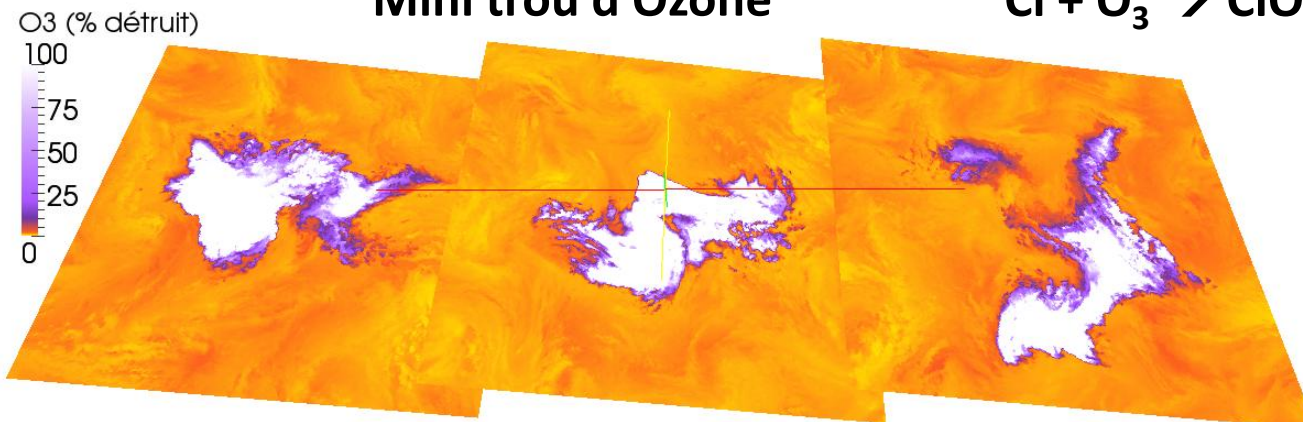
# Large-Eddy Simulation du panache d'Ariane avec Méso-NH



**“Mini trou de Methane”**  $\text{Cl} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3$



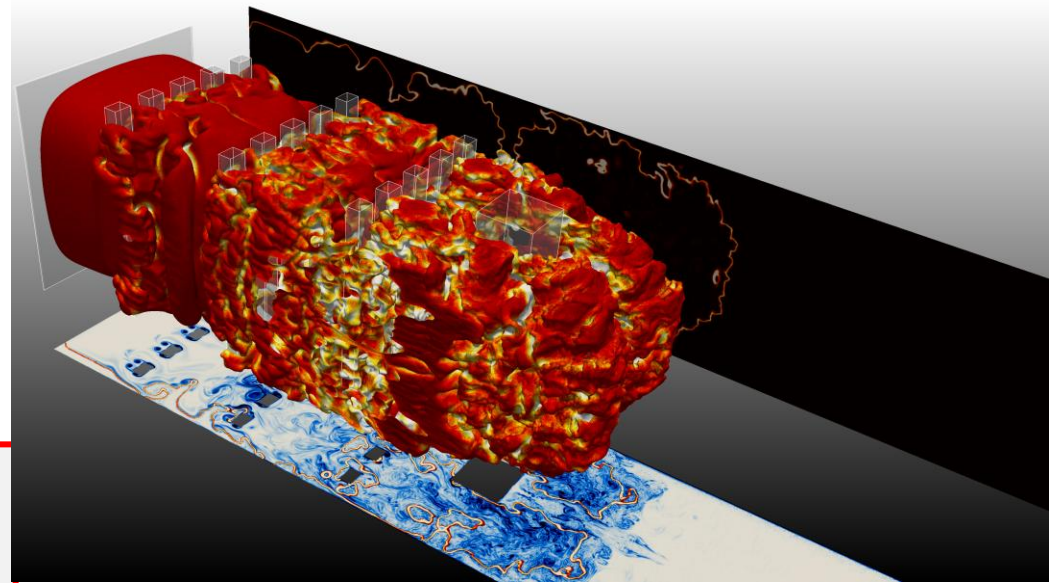
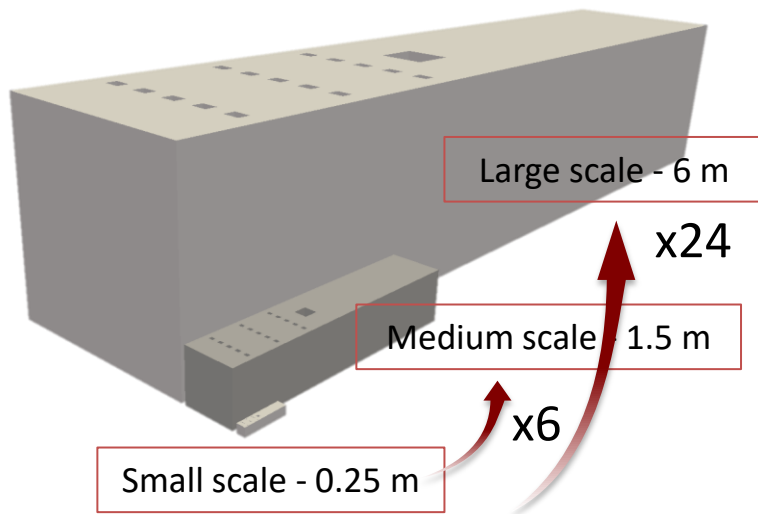
**“Mini trou d’Ozone”**  $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}$



# Simulations d'explosions



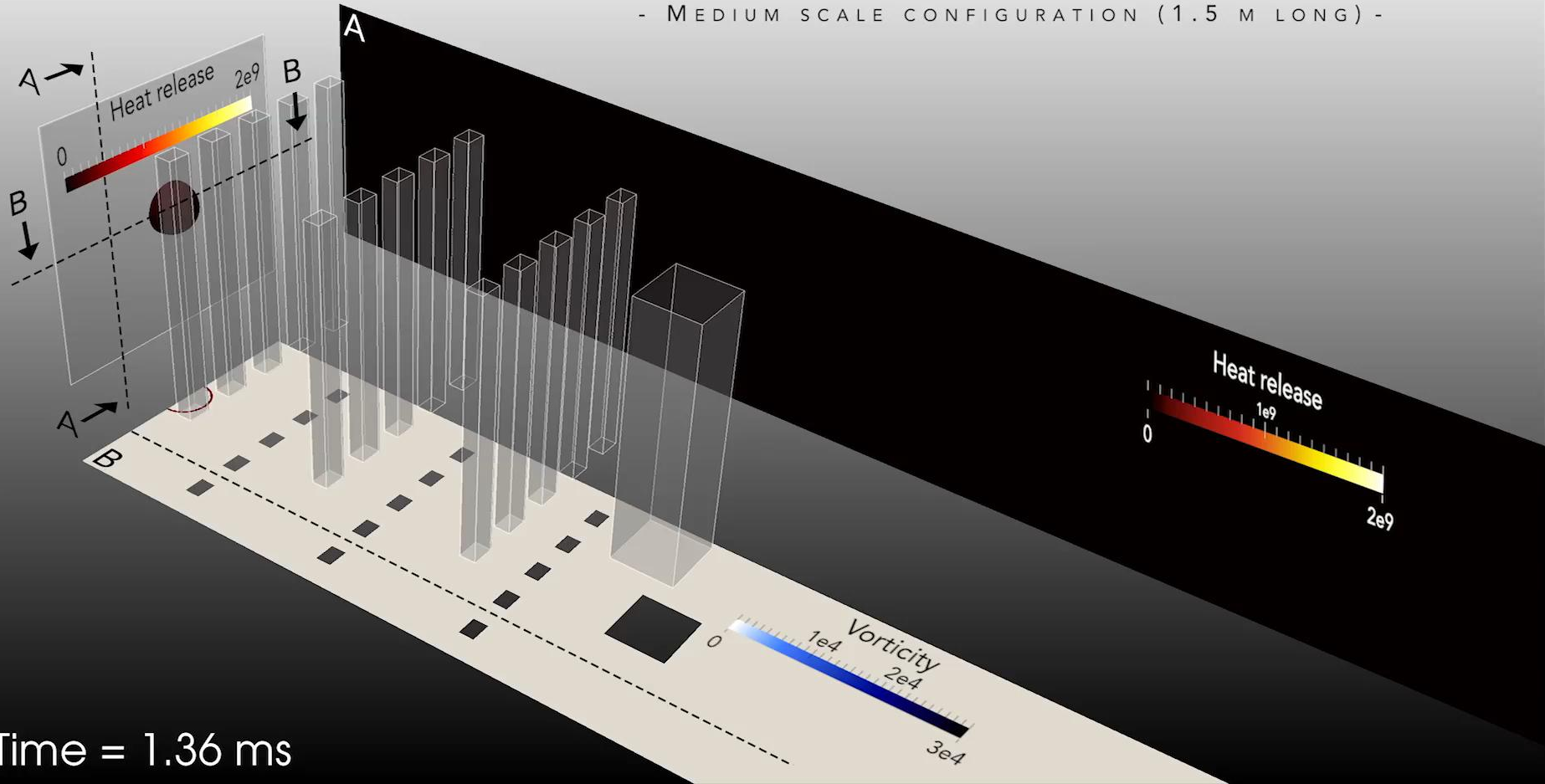
- Simulations aux grandes échelles avec les codes du CERFACS de l'explosion de gaz dans des bâtiments à échelle 1, 6 et 24.
- Allocations PRACE et INCITE : 100 millions d'heures pour 1 milliard de mailles



Grid > 1Bcells: biggest LES ever done with AVBP.  
Computations performed on INCITE awards (US DOE) - more than 100 million CPU hours

# LES OF EXPLOSION IN A VENTING CHAMBER

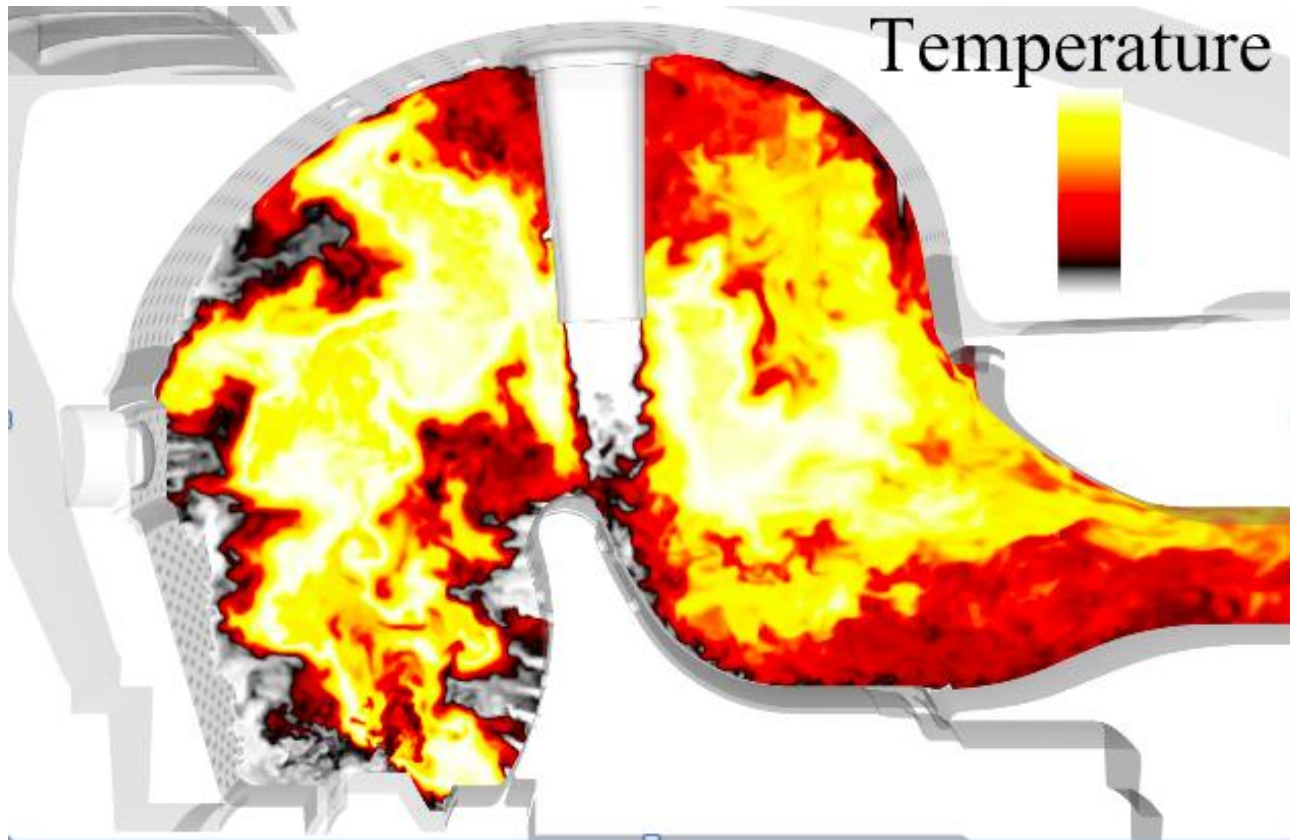
- MEDIUM SCALE CONFIGURATION (1.5 M LONG) -



Time = 1.36 ms



**2016 : Transfert des capacités HPC du CERFACS vers l'industrie  
SAFRAN HELICOPTER ENGINES calcule un moteur d'hélicoptère  
en combustion avec 1 milliard de mailles**



**SHE**  
Arriel : 1 milliard de  
mailles  
Avec combustion  
Modèle de suies

Collaborations : SOPRANO consortium, GdR SUIES, EM2C, IFPEN

Participants : T. Jaravel, L. Gallen, A. Felden, E. Riber, B. Cuenot, J. Lamouroux (SHE) & S. Richard (SHE)

