

COFFECI: Couplage Fluide/Fluide entre Codes Instationnaires

Calcul d'une turbine à gaz complète

G. Wang, F. Duchaine, N. Gourdain
CERFACS, Ave. Coriolis
31057 Toulouse

T. Poinsoit
Institut de Mécanique des Fluides
de Toulouse 31400 Toulouse

P. Villedieu, JL Estivalezes
ONERA, Toulouse

Début du projet : Juillet 2011 pour 3 ans

Objectif : calculer une turbine à gaz complète (compresseur, chambre, atomisation du carburant, turbine) et étudier des mécanismes mettant en jeu tous les éléments du moteur (démarrage, pompage)

Moyens : coupler des codes de turbomachines existants avec le code de combustion (AVBP)

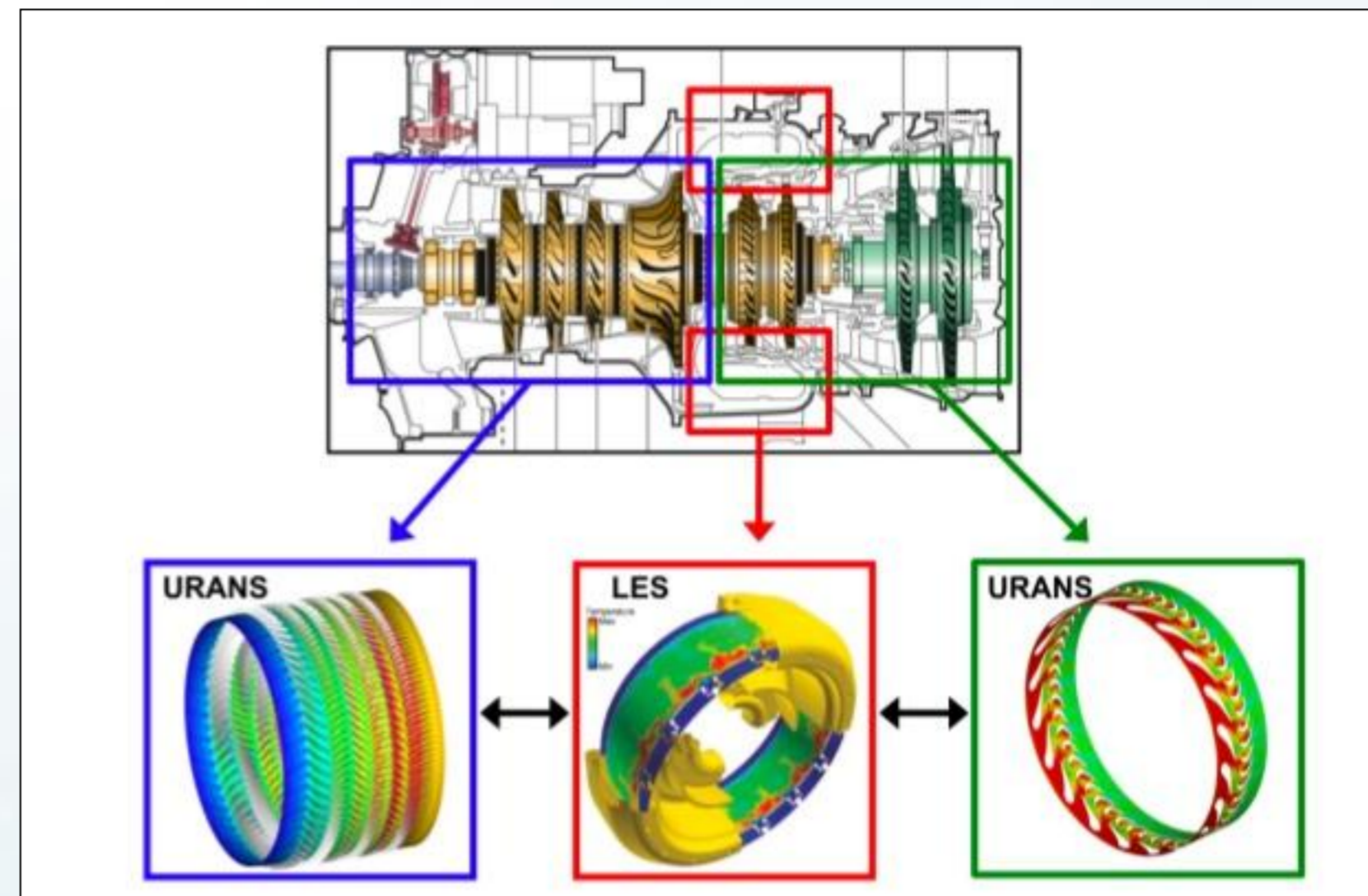
Difficultés physiques : savoir quelle information échanger entre les deux codes

Difficultés numériques : calcul impossible sans un supercalculateur parallèle. Il faut donc faire communiquer deux gros codes de calcul sur des machines massivement parallèles

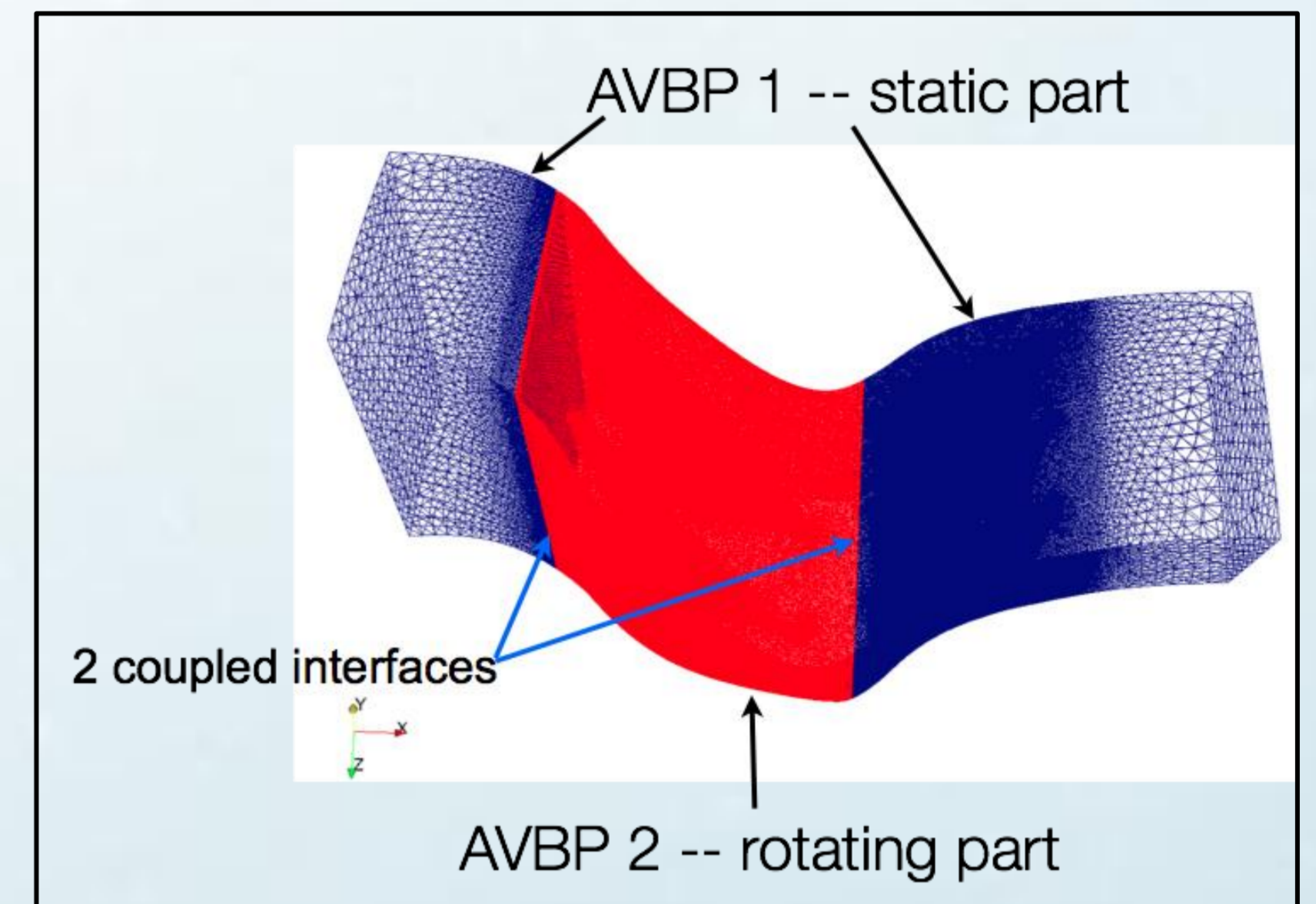
Solution : utiliser un « coupleur » développé par CERFACS et ONERA (initialement par la communauté 'Climat') : OpenPALM. Ce coupleur distribue les tâches sur les milliers de processeurs nécessaires.

Partenariat : SNECMA, TURBOMECA, ONERA, Communauté Européenne

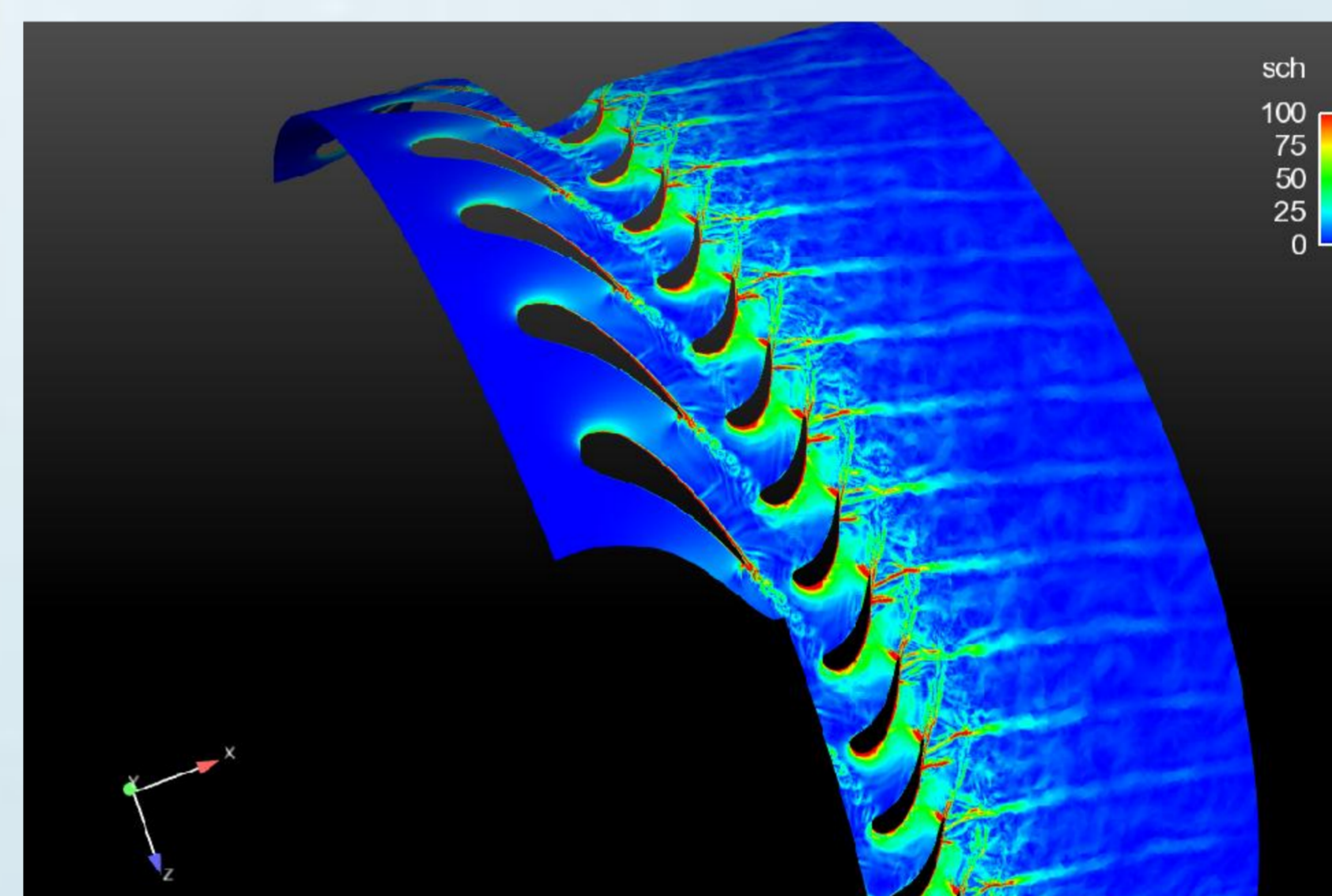
Etat actuel du projet : prototype prêt et déjà appliqué à de nombreuses situations. Discussions en cours avec SAFRAN pour application à des cas industriels.



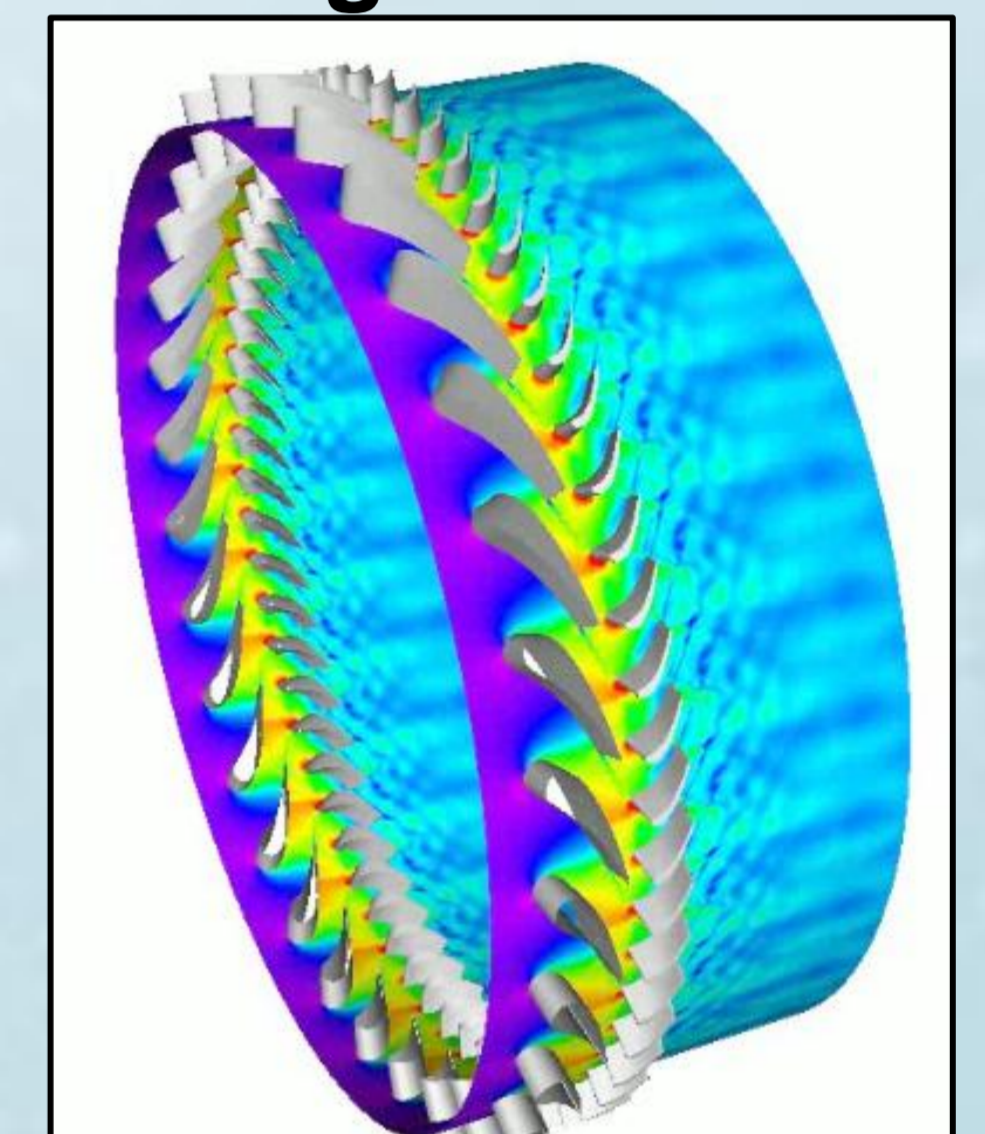
Principe du couplage de codes CFD pour une turbine complète



Exemple de codes couplés pour un étage rotor/stator



Application à un étage rotor/stator (Juin 2012)



Vers l'étage entier

AGRÉMÉL : AGRégation d'Échelles pour les processus de MÉLange et de transport

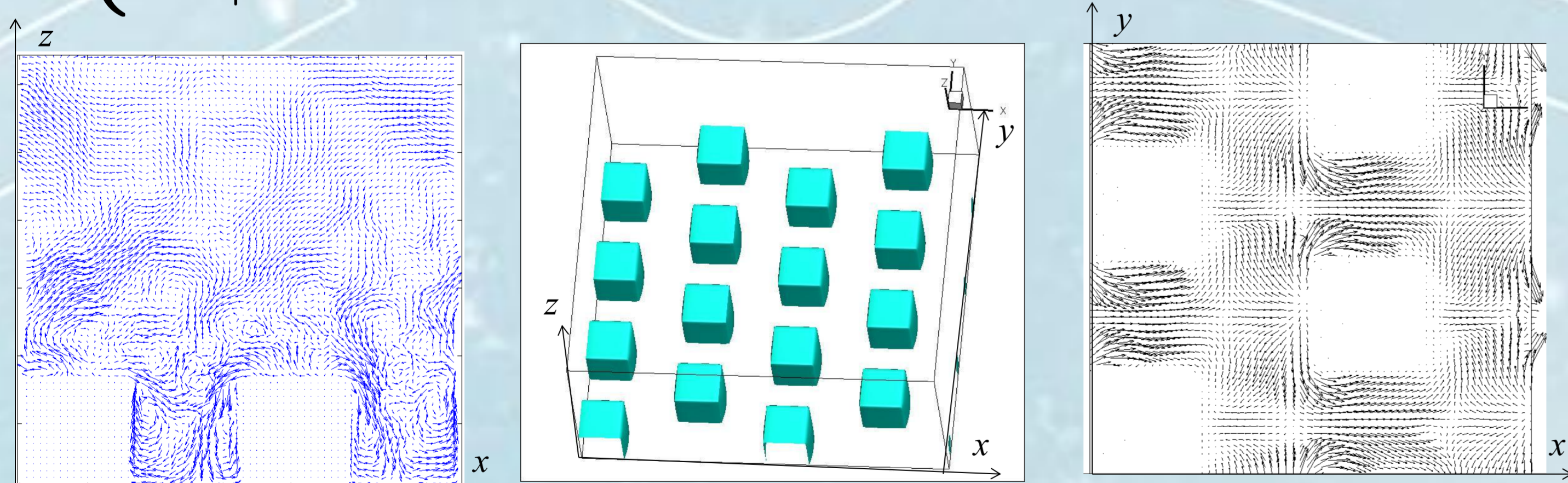
O. Thual et al
Institut de Mécanique
des Fluides de
Toulouse

A. Lozinski et al
Institut de
Mathématiques
de Toulouse

Temps de réponse numérique très rapides grâce à la décomposition multi-échelles et au pré-calcul des petites échelles. Applications de type temps réel et opérationnelles.

Simulations multi-échelles sur fonds rugueux

$$\begin{cases} \nabla \cdot \underline{u} = 0, & \frac{d\underline{u}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \underline{g} + \nu \Delta \underline{u} \\ \underline{u}|_{\partial B} = 0 & \text{sur le fond rugueux } \partial B \end{cases}$$



Simulations numériques directes à petite échelle

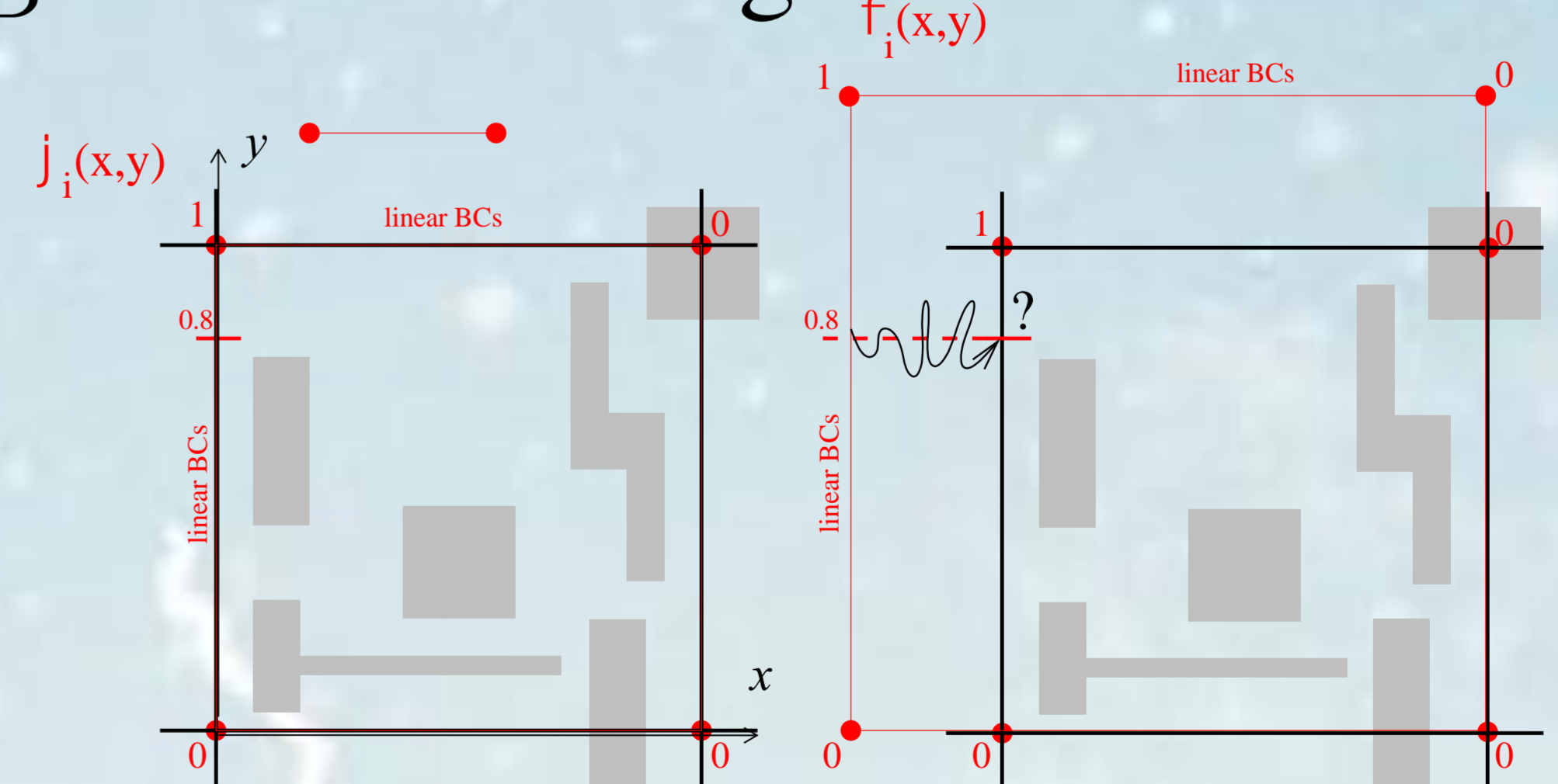


Simulation à grande échelle utilisant des interpolations dans des bibliothèques issues des simulations à petite échelle

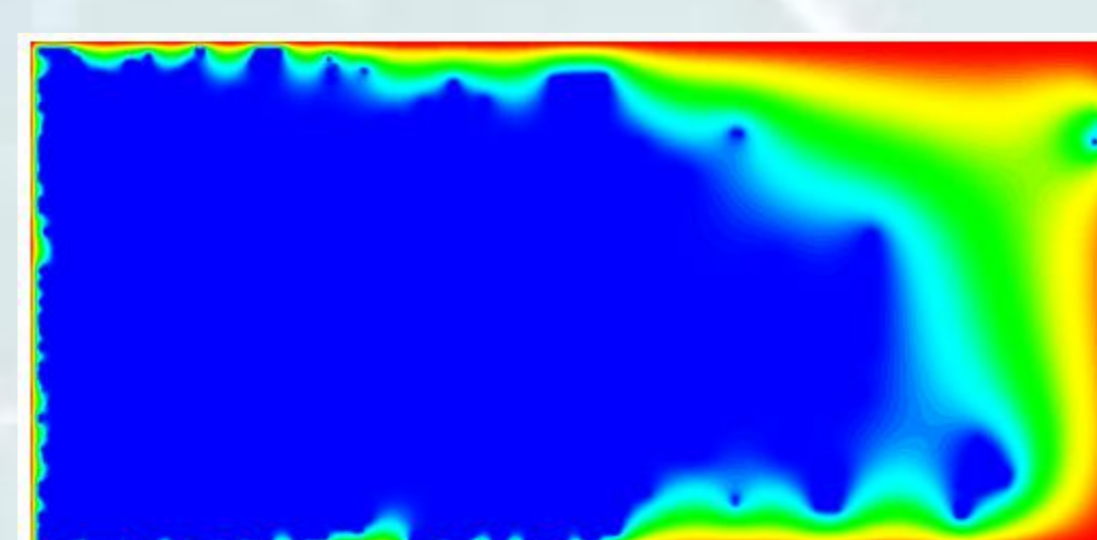
Éléments finis multi-échelles en domaine perforé

$$\begin{cases} -\nabla \cdot (\nu \nabla u) = f \text{ dans } \Omega^\varepsilon, & u|_{\partial\Omega} = g \text{ sur } \partial\Omega \\ u|_{\partial B^\varepsilon} = 0 & \text{le long des bâtiments } \partial B^\varepsilon \end{cases}$$

2013-14



Méthode de pénalisation avec ou sans sur-échantillonnage



| | Maillage | Temps |
|-----------|--------------------|----------------------|
| Référence | 8 10 ¹¹ | 700 s |
| MsFEM 1 | 4 10 ⁶ | 9 10 ⁻² s |
| MsFEM 2 | 2 10 ⁴ | 10 ⁻³ s |

Performances de la méthode sur un cas test