



# COCORACOPHA

Colloque PIE2  
16-18 novembre 2009



# Objectifs - motivations

- COCORACOPHA = COuplages CONvection-  
RAYonnement-CONdensation Pour l'HAbitat
- Nécessité de disposer outils de simulation  
efficaces pour optimisation, contrôle
- Spécificités Habitat
  - grandes dimensions → convection turbulente
  - Faibles écarts de température autour  
ambiante → importance conditions aux limites
  - Air + vapeur eau + CO<sub>2</sub> = gaz réel ?



# Objectifs - motivations

- Quelle finesse de modélisation ?
  - Convection turbulente
  - Modélisation rayonnement
  - Couplage condensation
- Quelle approche numérique ?
  - Comment coupler ?
  - Plateforme logicielle autorisant modularité couplage
- Validation
  - Données expérimentales
    - Pertinentes → grands  $Ra$ , grandes dimensions
    - Fiables, complètes → moyennes, statistiques, histogrammes



# Objectifs - motivations

- Projet : quel est le modèle physique et numérique minimal pertinent pour l'habitat
- Réunir et Unir compétences de 6 équipes
  - LET : montage expérimental, ordonnées discrètes
  - LETEM (MSME) : couplage condensation
  - EM2C : transferts radiatifs gaz réels, modèle sous maille, validation expérimentale
  - CETHIL- LEPTIAB-LIMSI : DNS, LES, couplage convection-rayonnement, intégration



# Faits marquants

- Couplage convection-rayonnement
  - Convection/rayonnement de paroi ordonnées discrètes
    - LIMSI, CETHIL
    - Parallélisme
  - Convection/gaz gris : LET
    - Passage en 3D
  - Convection/rayonnement gaz réel : EM2C
    - Monte Carlo, très couteux



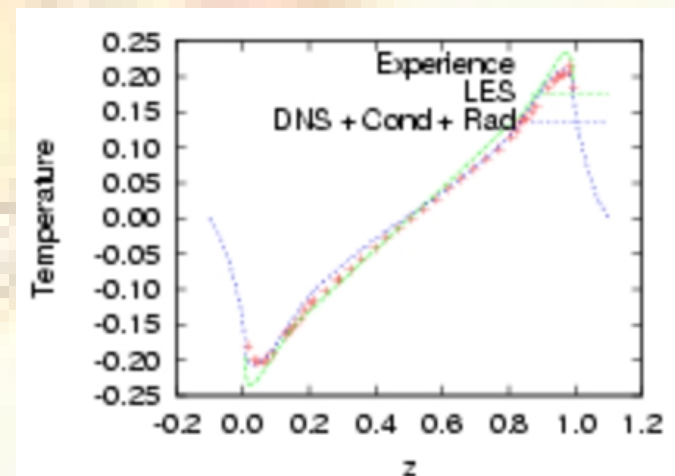
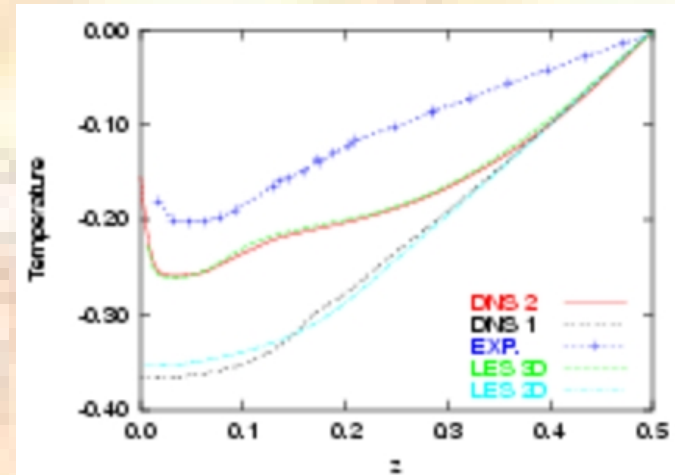
# Faits marquants

- Couplage convection-condensation
  - Modèle thermodynamique consistant
  - Suivi de la masse condensée à la paroi
  - Très forte dynamique de la convection due à la condensation/vaporisation pariétale



# Faits marquants

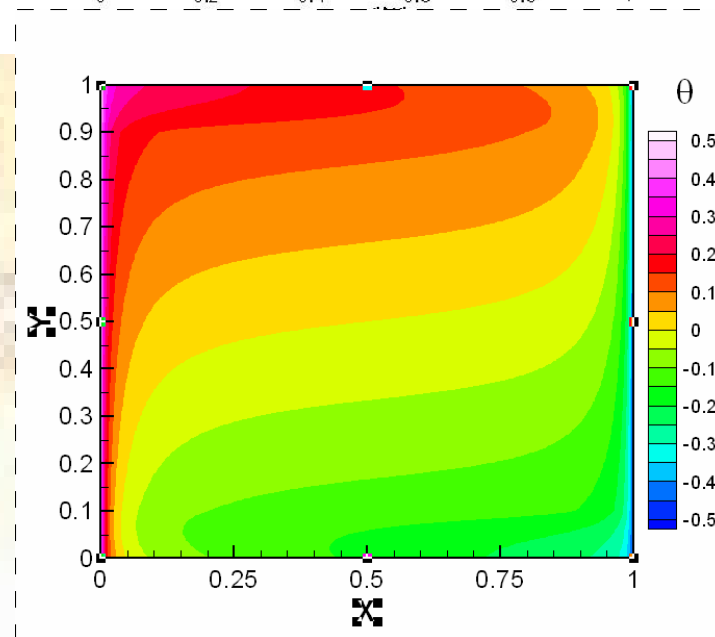
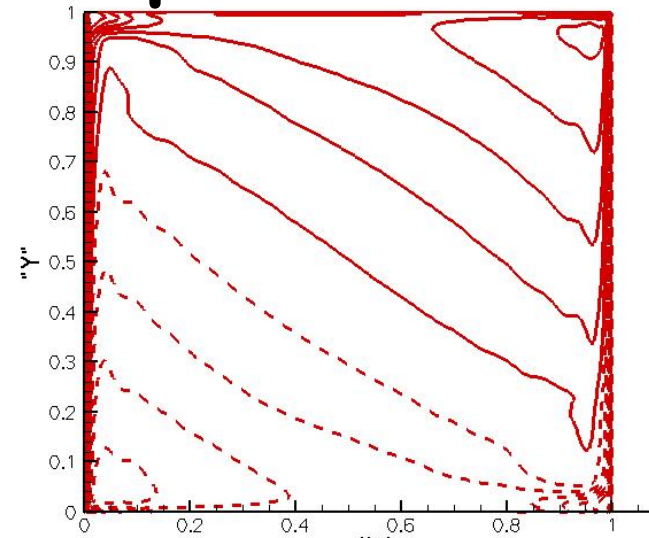
- Explication de la faible valeur de la stratification
  - Distribution de température sur parois latérales (et non haute et basse)
    - DNS, LES 2D et 3D





# Faits marquants

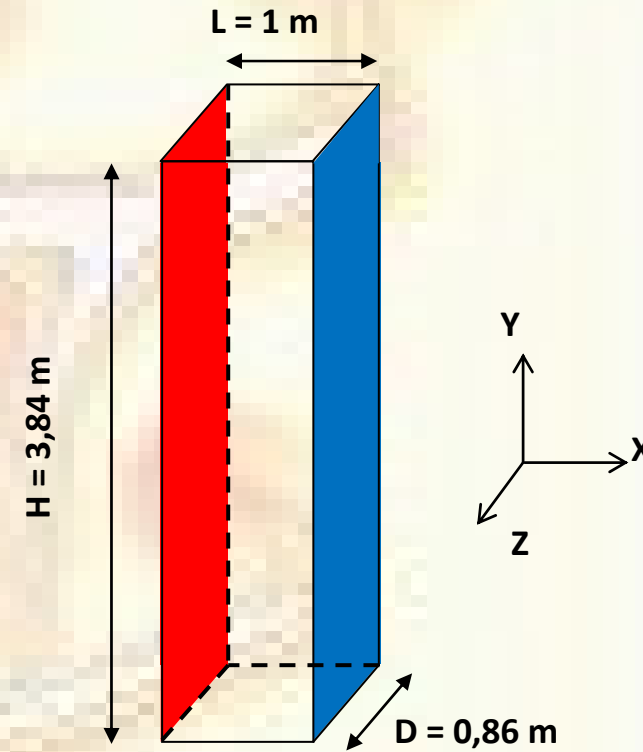
- Explication de la faible valeur de la stratification
  - Expliquée par rayonnement pariétal
  - Redistribution due au rayonnement
  - Découplage entre  $CL$  et turbulence







# Montage expérimental LET

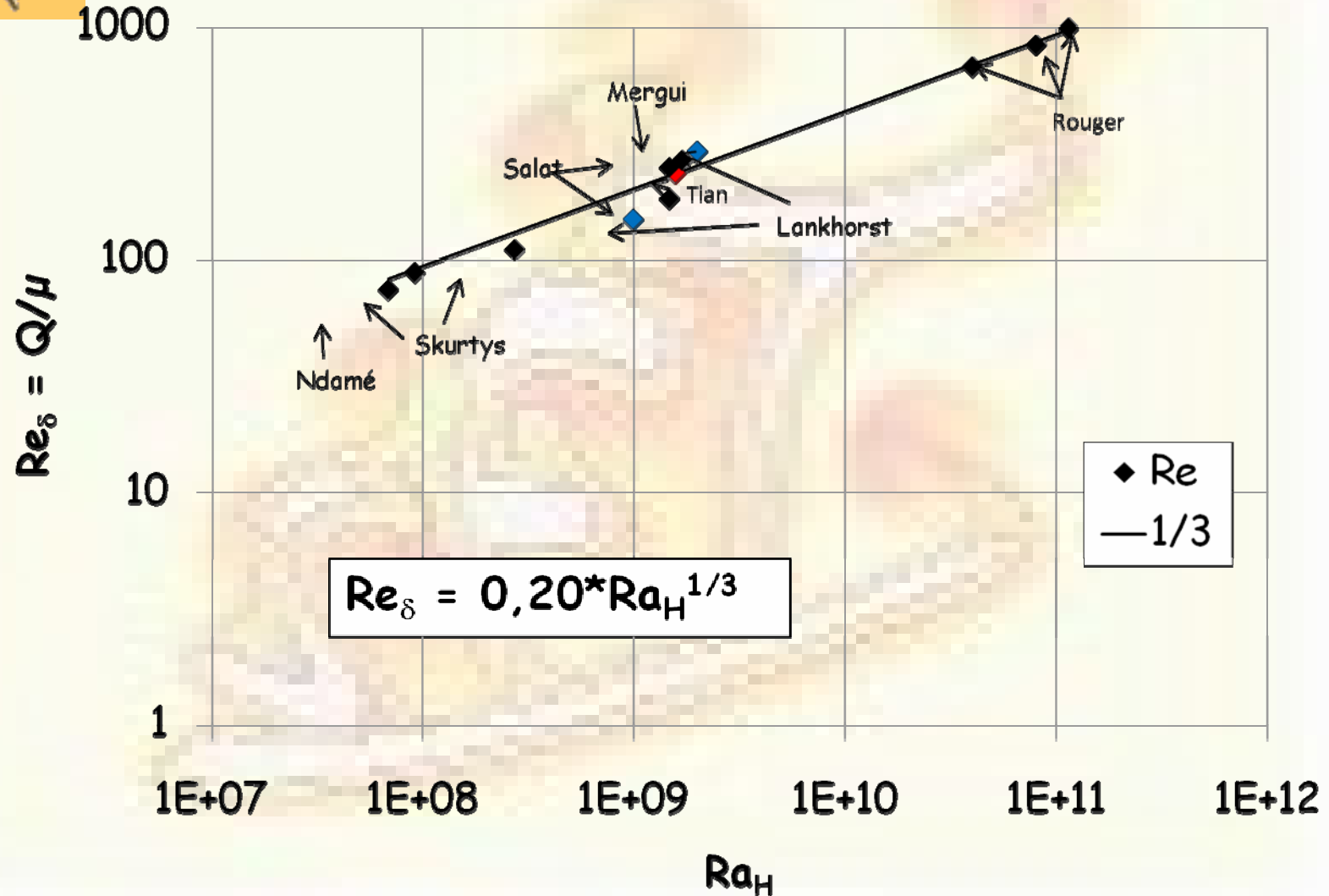


let

$$7^{\circ}\text{C} < \Delta T < 20^{\circ}\text{C}$$
$$4,0 \cdot 10^{10} < Ra < 1,2 \cdot 10^{11}$$

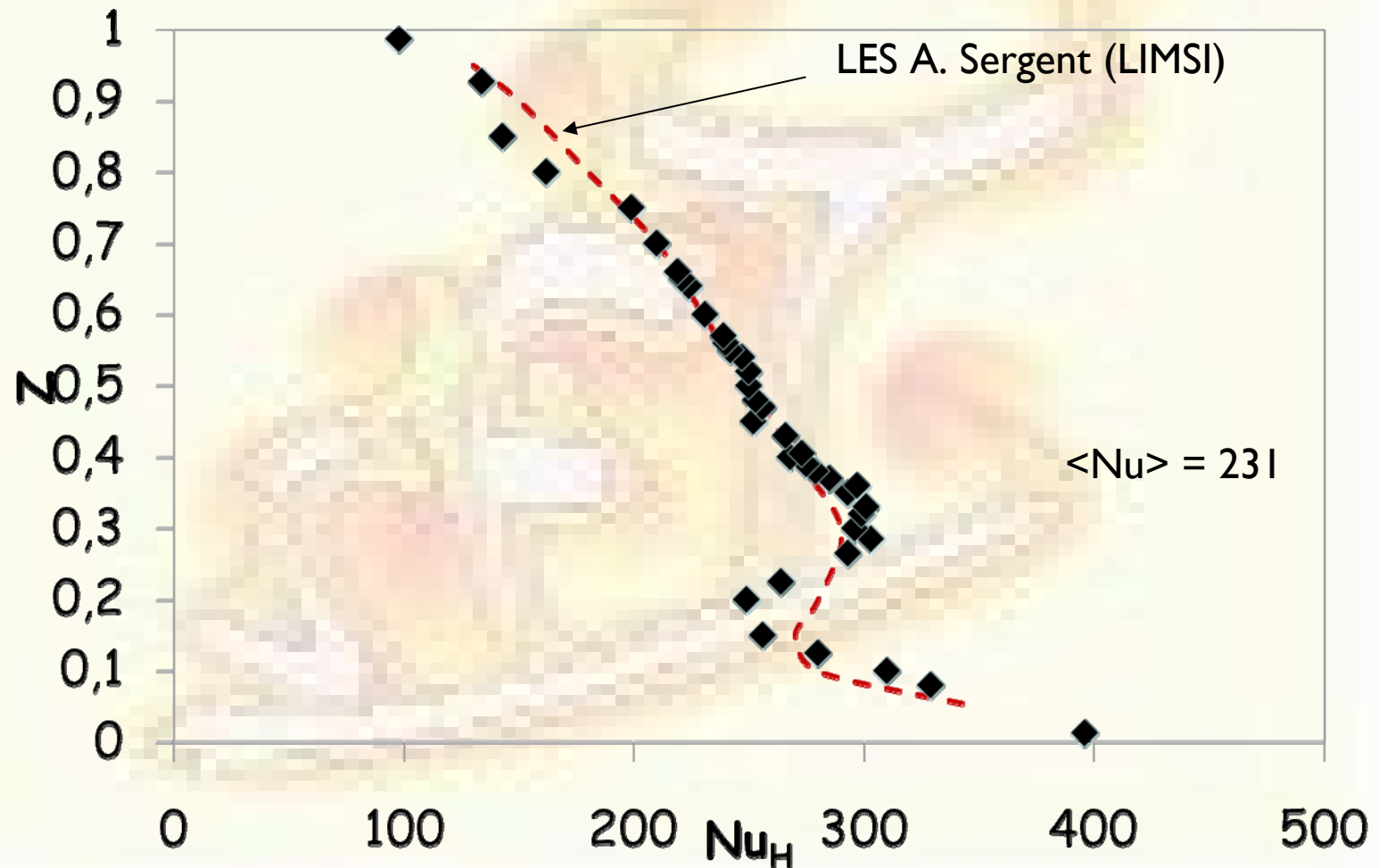


# Évolution du débit





# Comparaison calculs-expé ( $Ra=10^{11}$ )





# Mise en garde

- Ne pas croire que l'on sait simuler CN turbulente dans l'habitat
  - $Ra=10^{11}$
  - LES (très) bien résolue
  - Cavité parallélépipédique
- Quid en cavité complexe, bâtiment...
- Nécessité de poursuivre développement des modèles de sous maille
  - Garder le caractère prédictif à plus basse résolution spatiale



# Perspectives

- Poursuivre développement modèles de sous maille
  - Navier-Stokes (VLES)
  - Equation de transfert radiatif
  - Test en cavité avec linteau
- Comprendre nature du petit écart résiduel (rayonnement volumique ?)
- Mise en place plateforme logicielle : couplage codes



Productions scientifiques :  
6 articles + 3 en cours

Merci de votre attention



# OdJ

26 Octobre

14h30

Couplages convection naturelle/rayonnement pariétal (CETHIL et LIMSI) :

- 1) compatibilité méthode spectrale collocation/rayonnement pariétal (S. Xin)
- 2) Technique de couplage en MPI (J. Chergui)

Etude numérique du couplage convection naturelle/rayonnement (LET et LEPTIAB - P. Joubert-D. Lemonnier)

Simulation en couplage de code convection naturelle/rayonnement (EM2C, A. Soufiani)

Couplage convection naturelle/condensation (MSME)  
(X. Nicolas)

17h30 visite installations expérimentales CETHIL : Minibat et canaux



# OdJ

27 octobre 9h30

Etude expérimentale de la convection naturelle en (grande) cavité du  
LET Poitiers (D. Saury \_ F. Penot)

Simulations numériques de la convection naturelle turbulente (LIMSI)

En option : Conditions aux limites

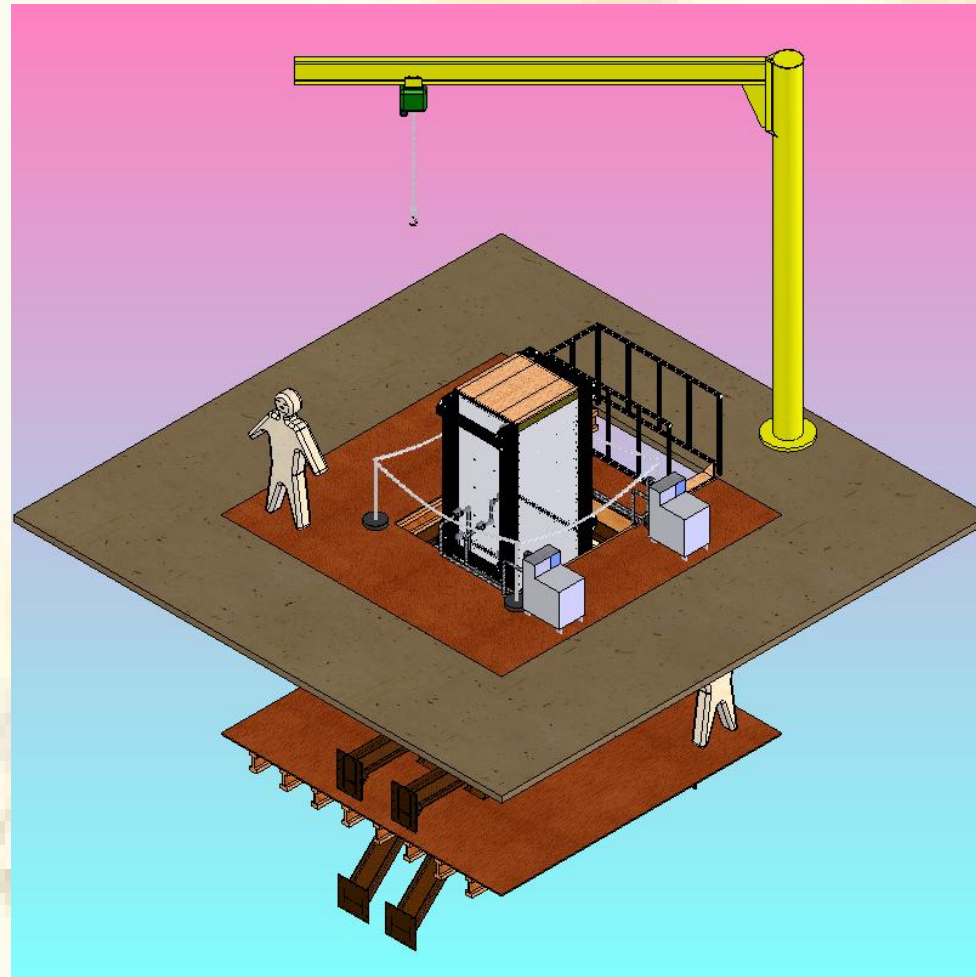
Déjeuner

Discussion





# Montage expérimental LET



Colloque PIE2 16-18 novembre 2009



# Montage expérimental LET

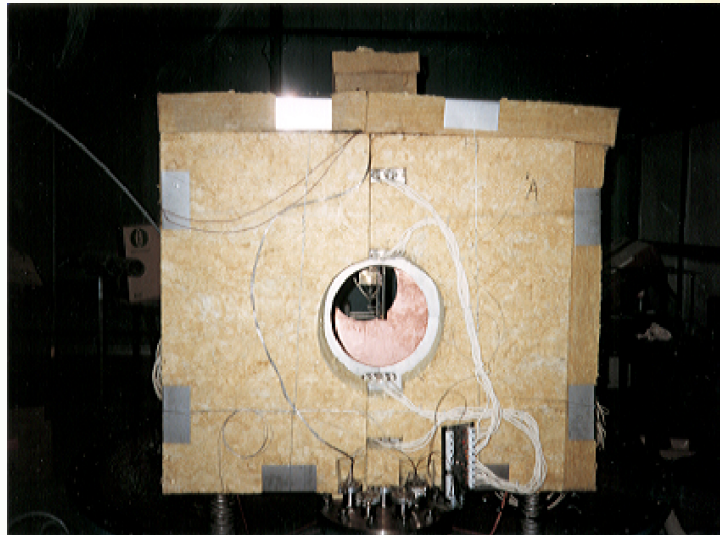


Colloque PIE2 16-18 novembre 2009

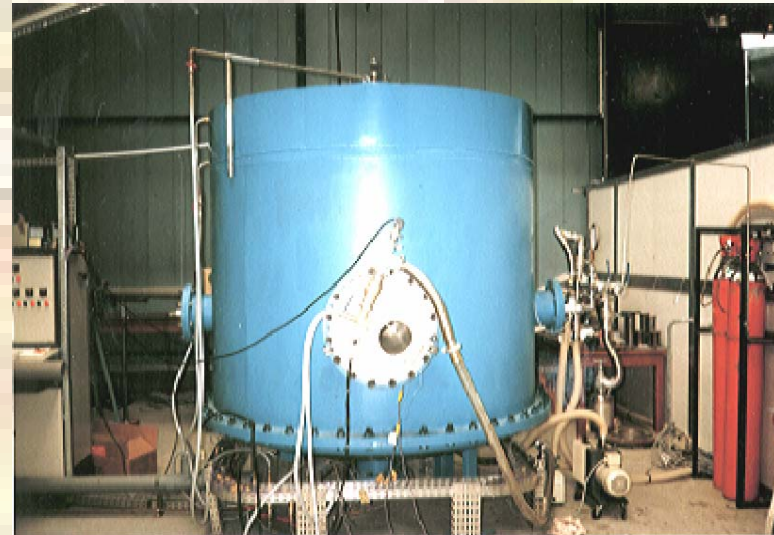


# Montage expérimental EM2C

Expérience en cours de montage : Cellule de 1 m<sup>3</sup> en cuivre contrôlée Thermiquement et en concentrations d'espèces gazeuses (N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O).



Cellule intérieure

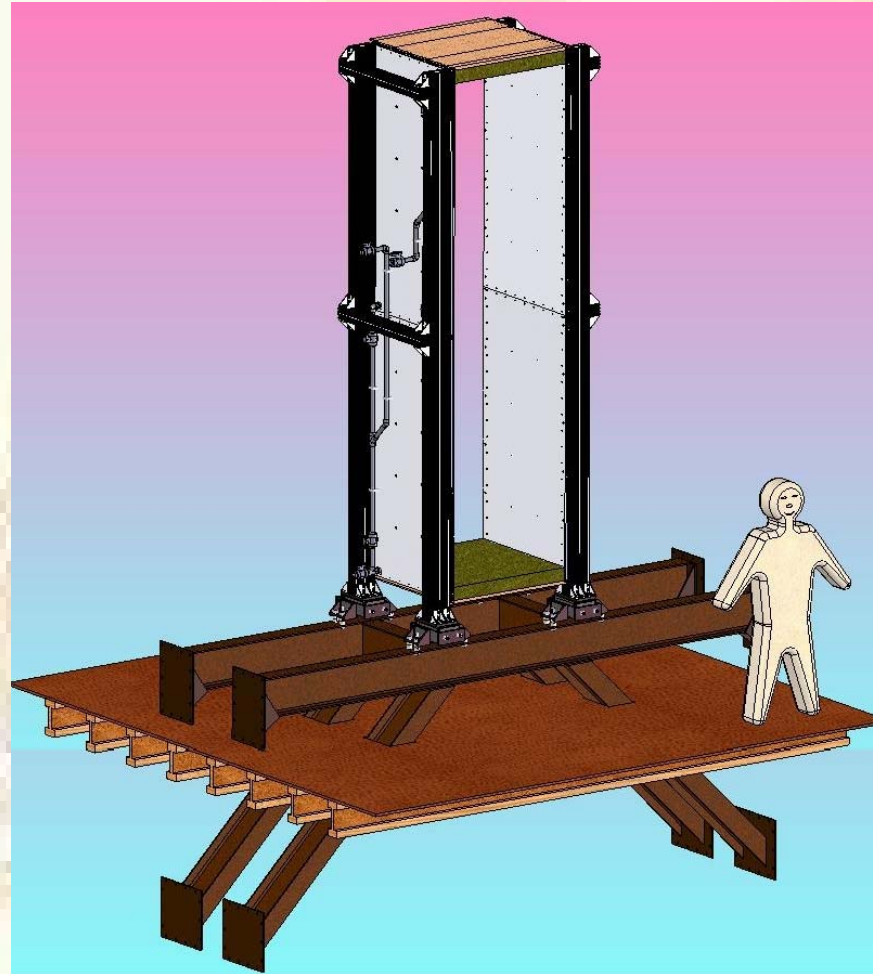


Cuve extérieure

- Mesures des champs de température : interférométrie holographique
- Mesure de vitesse : PIV



# Montage expérimental LET



Colloque PIE2 16-18 novembre 2009



# Effet cheminée



Colloque PIE2 16-18 novembre 2009