

# SIMULATION NUMERIQUE DU FLUX D'AIR EN BLOC OPÉRATOIRE

PERTURBATION À L'ÉTAT STATIQUE OU DYNAMIQUE

Alina SANTA CRUZ

École d'Ingénieurs de Cherbourg



**LUSAC**

« Équipe Mécanique des Fluides et  
Rhéologie »



# PLAN DE L'EXPOSE

**Objectif :** *Mise en évidence de l'incidence des perturbations à l'état dynamique sur l'écoulement, par simulation numérique.*

## ❖ Contexte

- Simulation numérique et qualité de l'air
- Grandeurs Physiques de la CFD (Computational Fluid Dynamics)
- Simulation Numérique et Bloc Opérateur

## ❖ Configuration d'Étude

## ❖ Résultats de la Simulation Numérique

- Perturbation Statique
- Comparaison Statique/Dynamique

## ❖ Simulation Numérique et Qualité de l’Air

### ■ Avantages de la CFD :

2. *Analyse détaillée de l’écoulement.*
3. *Est applicable à une large variété de situations.*
4. *Interaction de divers types d’écoulements.*
5. *Permet la mise en évidence de problèmes liés à l’écoulement.*
6. *Rend possible, de façon rapide et peu coûteuse l’étude paramétrique et l’optimisation d’un problème donné.*

Connaissance de la distribution des grandeurs physiques liées à l’écoulement



**CFD**  
(Computational Fluid Dynamics)



Outil prometteur pour la conception et l’analyse d’un système de ventilation

## ❖ Grandeurs Physiques de la CFD

### ■ 3 Étapes :

Description du problème physique par des équations mathématiques



Transformation des équations sous une forme qui peut être résolue par calcul numérique



Résolution du système d'équations



Équations en 3D instantanées :

2. Continuité

3. Moment

+

Énergie Thermique

+

Transport de Particules

+

Modélisation de la Turbulence

# CONTEXTE

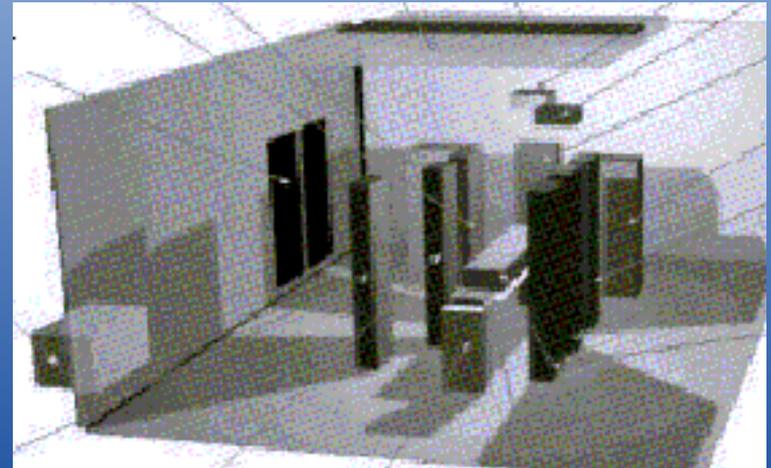
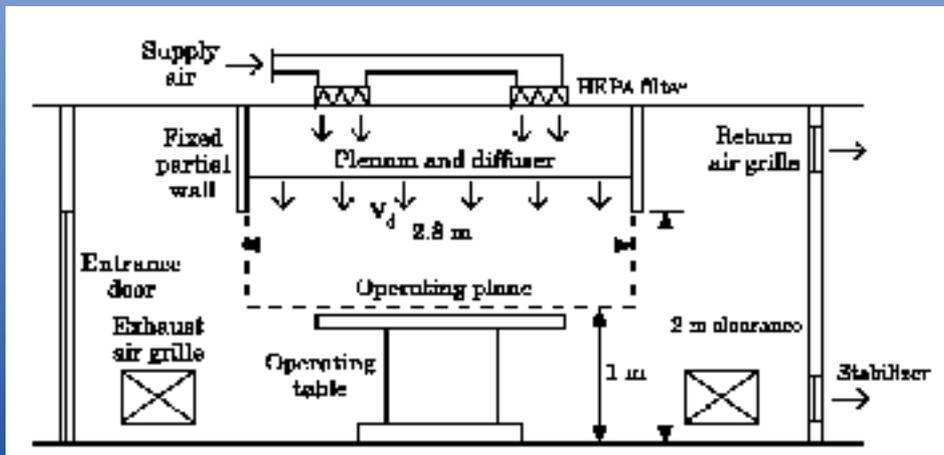
## ❖ Simulation Numérique et Bloc Opérateur

- Travail de l'équipe Chow, Hong-Kong (2000-2003)

*Stratégie : LAF 0.16...0.38 m/s (Flux d'Air Laminaire) + rideau de séparation dans une salle de 30 m<sup>2</sup>*

*Logiciel: CFX*

*Paramètres: Position des lampes de travail et longueur du rideau de séparation plénum/salle de travail*



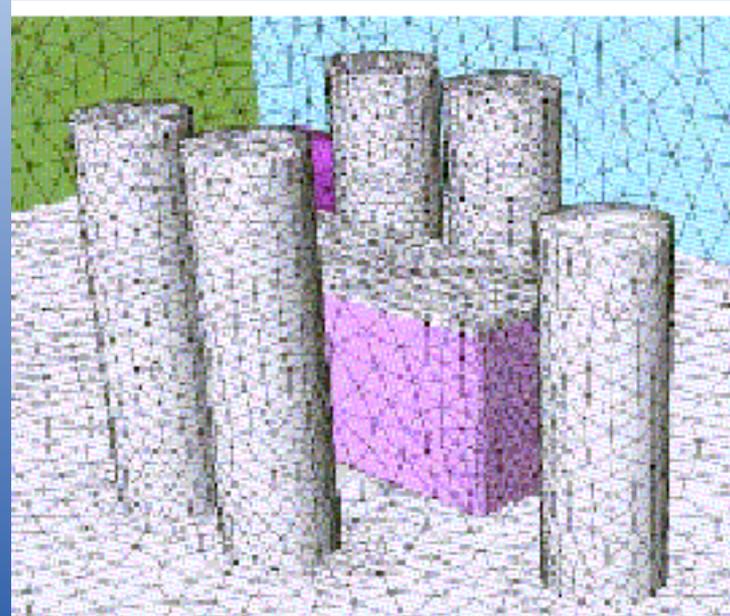
# CONTEXTE

- **Air & Climate Group (Liu & Moser), Zurich, (2002)**

*Stratégie : LAF 0.28 m/s + plénum + rideau de séparation*

*Logiciel: CFX*

*Paramètres : **Type et Position** des lampes de travail*



# CONTEXTE

- Air & Climate Group (Chen), Zurich, (1992)

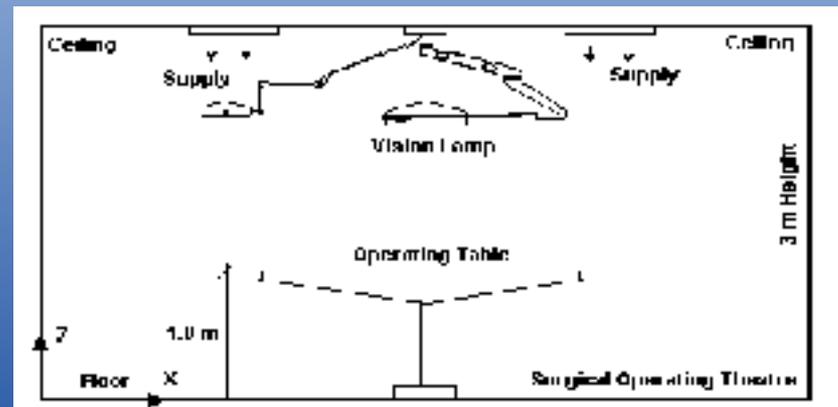
*Stratégie : LAF*

*Paramètres : Débit du flux entrant et dimension de la zone d'entrée du flux*

- Travail de Kameel et Khalil, Le Caire (2002)

*Stratégie : 4 diffuseurs au plafond à 0.31m/s + évacuations latérales*

*Logiciel maison : 3DHVAC*



# CONTEXTE

- NIH et Flomerics (Memarzadeh & Manning), USA (2002-03)

*Logiciel: Flovent*

*Paramètres: **Position** de diffuseurs et des évacuations d'air;*

***Stratégie** de ventilation (conventionnelle, LAF, Unidirectionnel+rideau, par déplacement ascendant)*

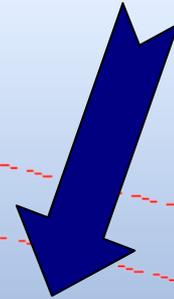


Études Paramétriques afin  
d'optimiser les stratégies de contrôle  
de la contamination

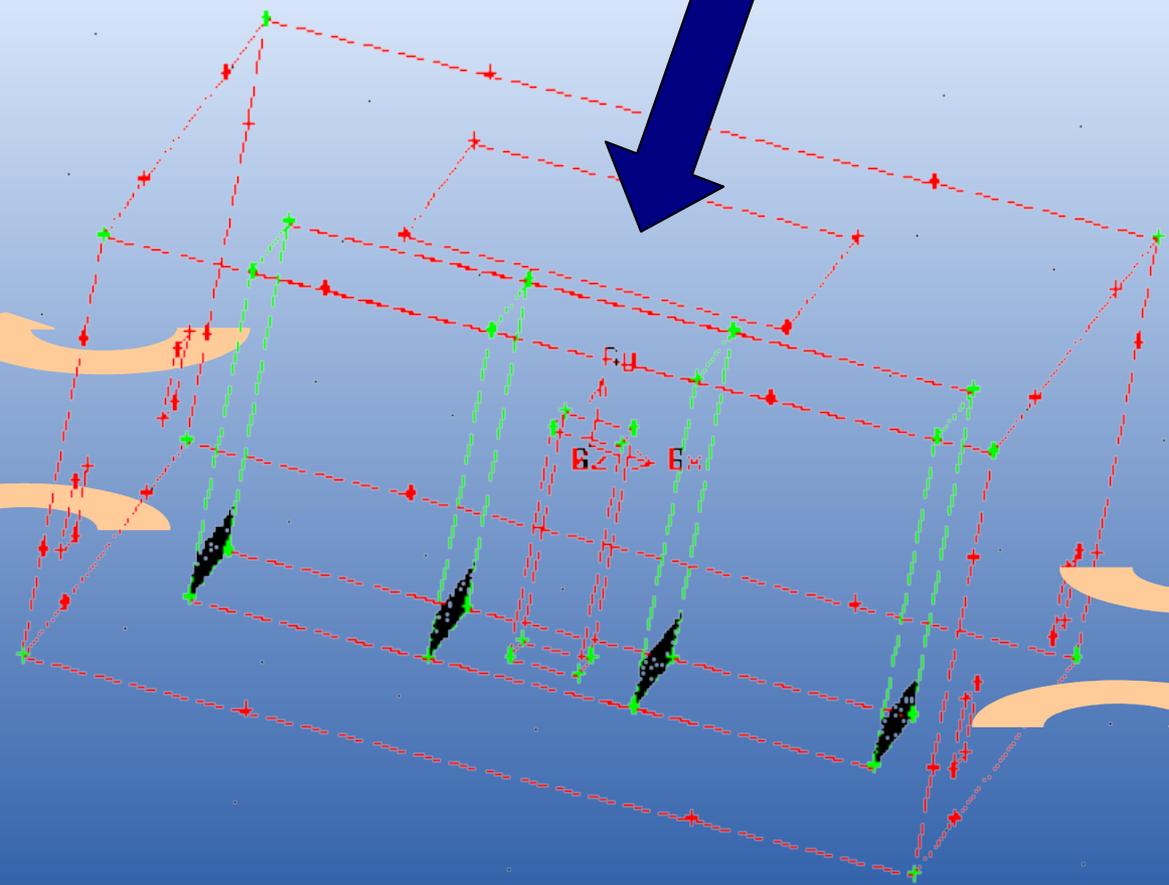
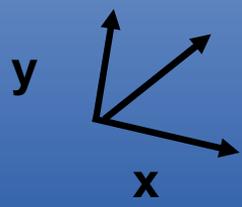
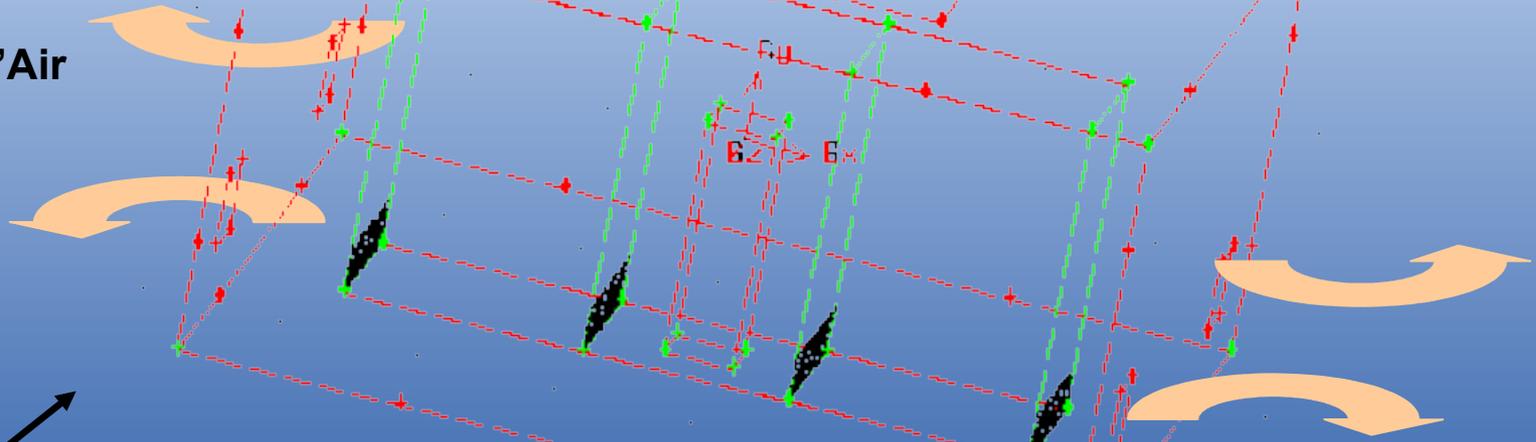
Éléments Perturbateurs Statiques

# CONFIGURATION D'ETUDE

Flux d'Air Laminaire 0.38 m/s



Évacuations d'Air



# CONFIGURATION D'ETUDE

## Vue Latérale

Création de  
mailles

Maillage  
affiné

Disparition  
de mailles

■ Cylindre **Statique** //  
**Dynamique** (0.5m/s)

-> Maillage Mobile

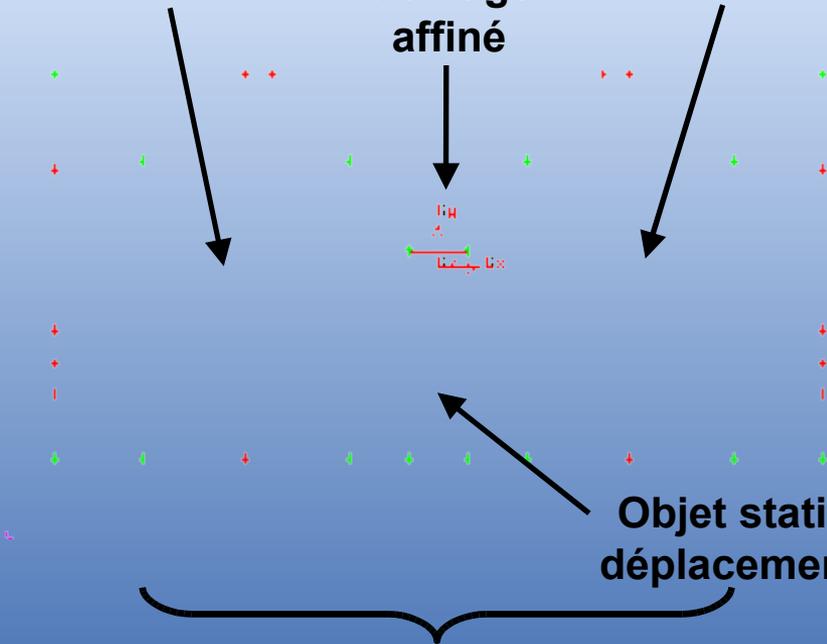
■ Stratégie :

LAF (0.38 m/s) + 4  
évacuations

■ Calcul de la  
distribution de

Objet statique ou en  
déplacement (0.5 m/s)

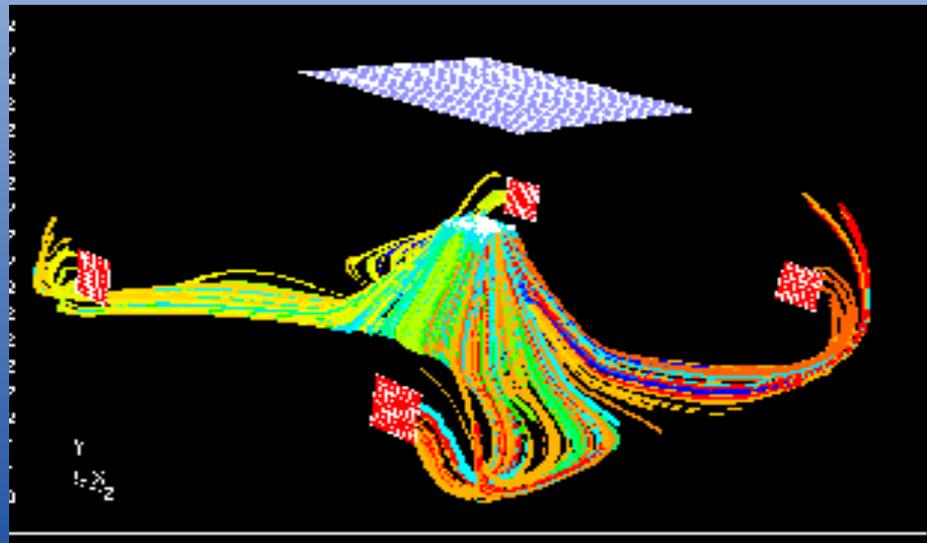
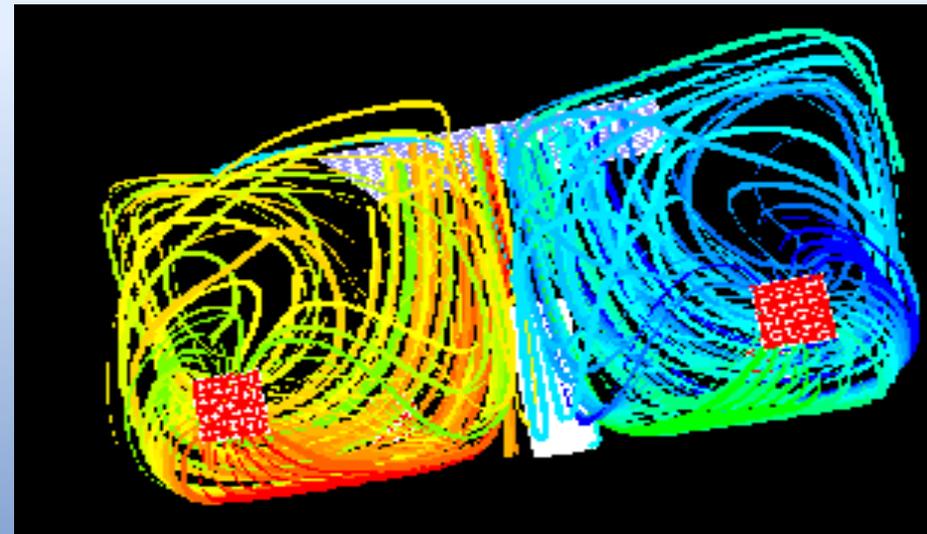
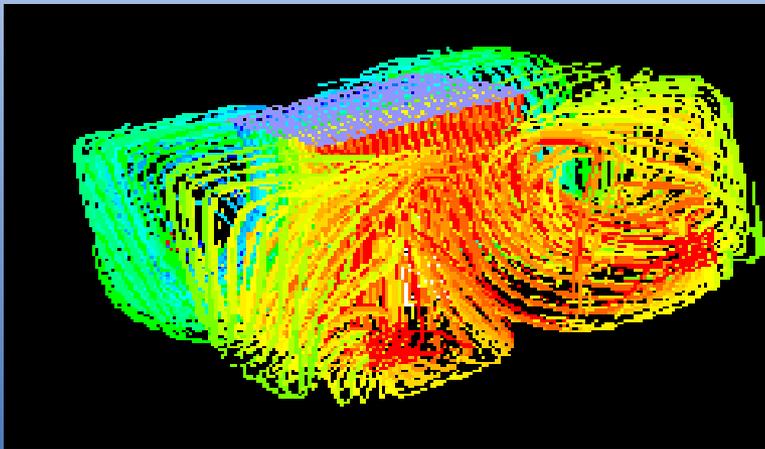
Zone de maillage  
« dynamique »



# RESULTATS DE LA SIMULATION NUMERIQUE

## ❖ Perturbation Statique

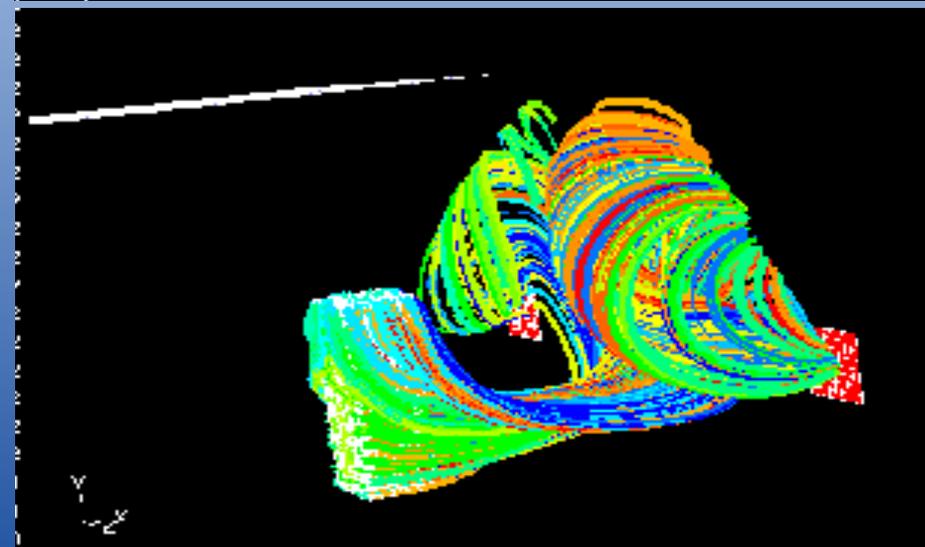
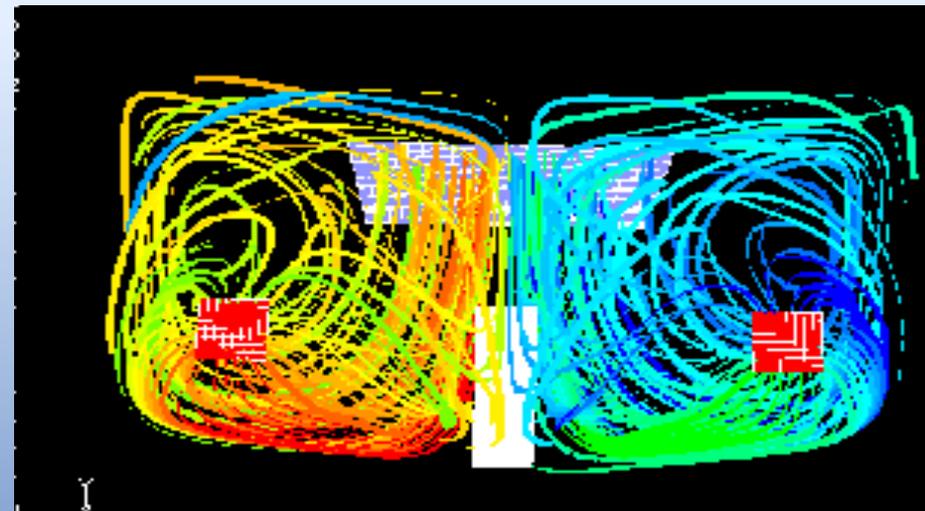
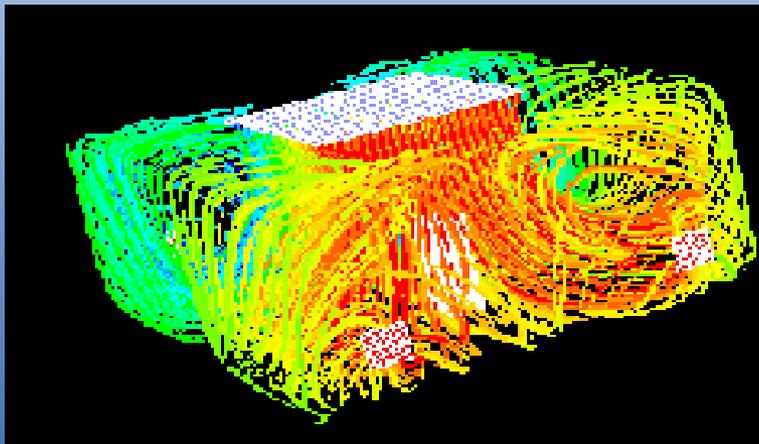
$x=0m$ , Organisation de l'écoulement



# RESULTATS DE LA SIMULATION NUMERIQUE

## ❖ Perturbation Statique

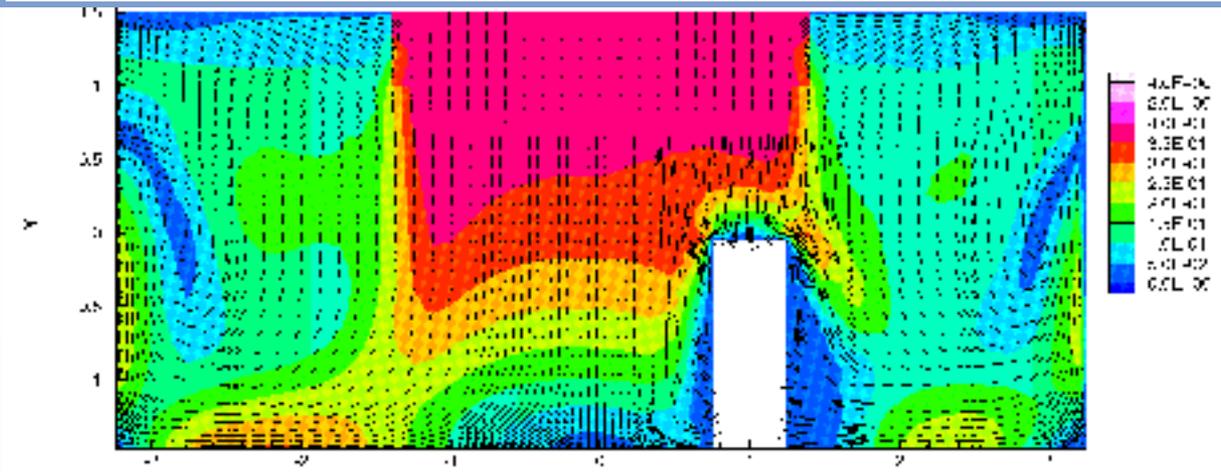
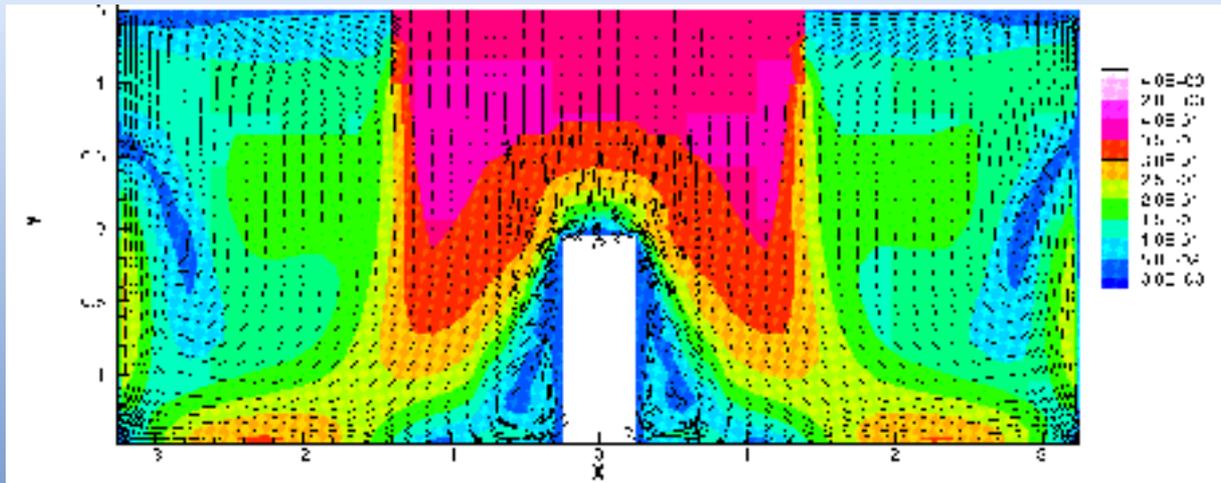
$x=1m$ , Organisation de l'écoulement



# RESULTATS DE LA SIMULATION NUMERIQUE

## ❖ Perturbation Statique

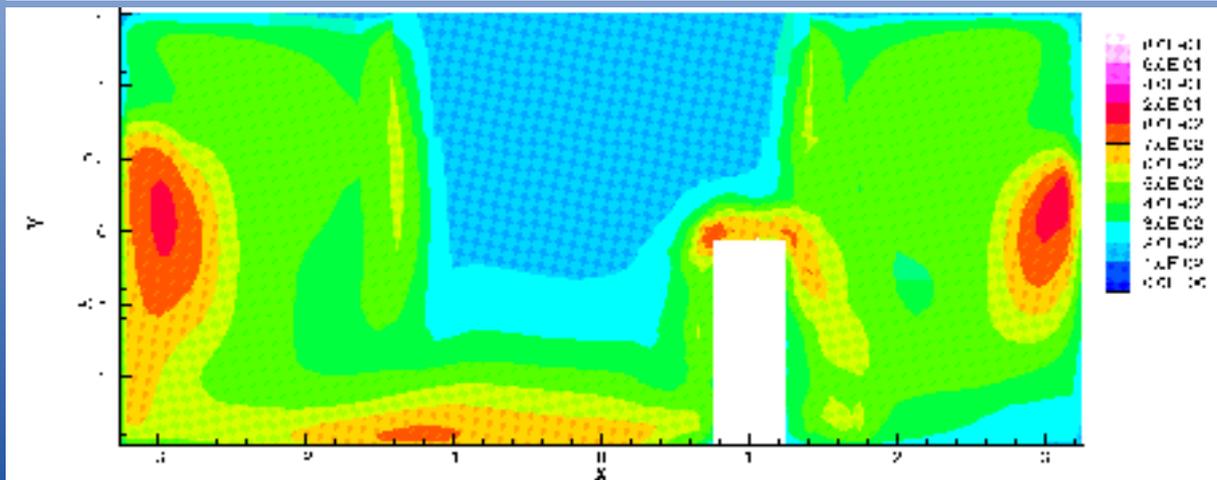
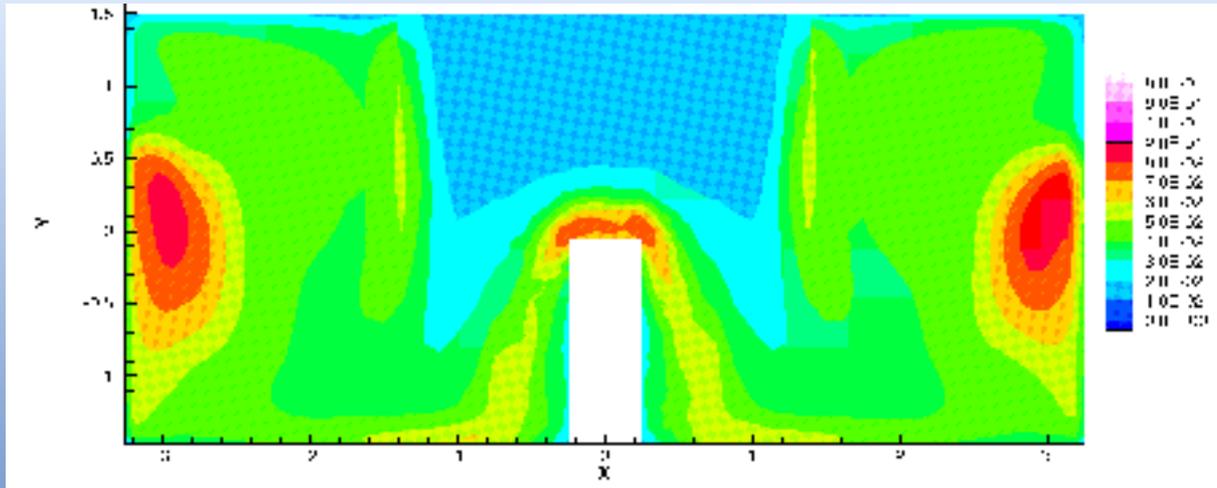
Distribution des vitesses  $x=0$  et  $1\text{ m}$



# RESULTATS DE LA SIMULATION NUMERIQUE

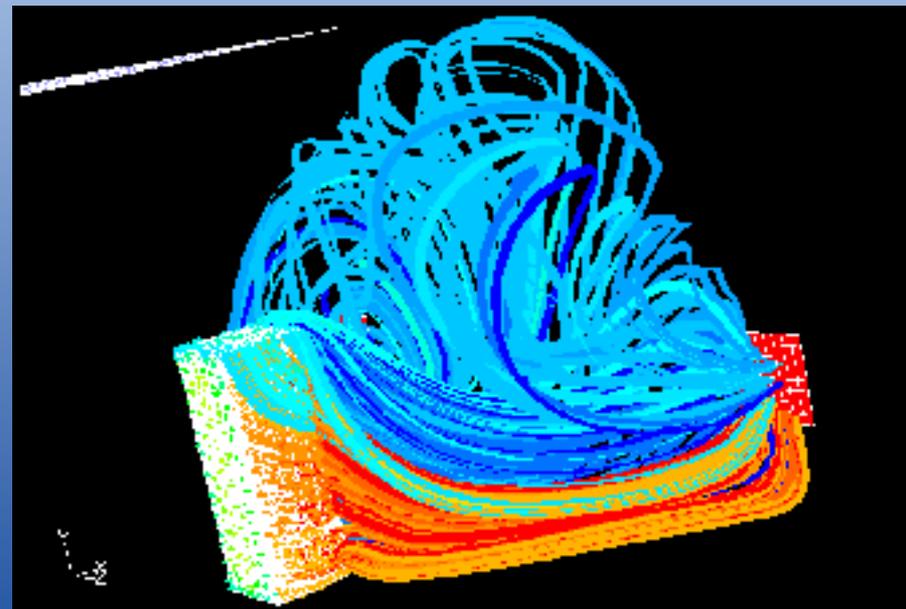
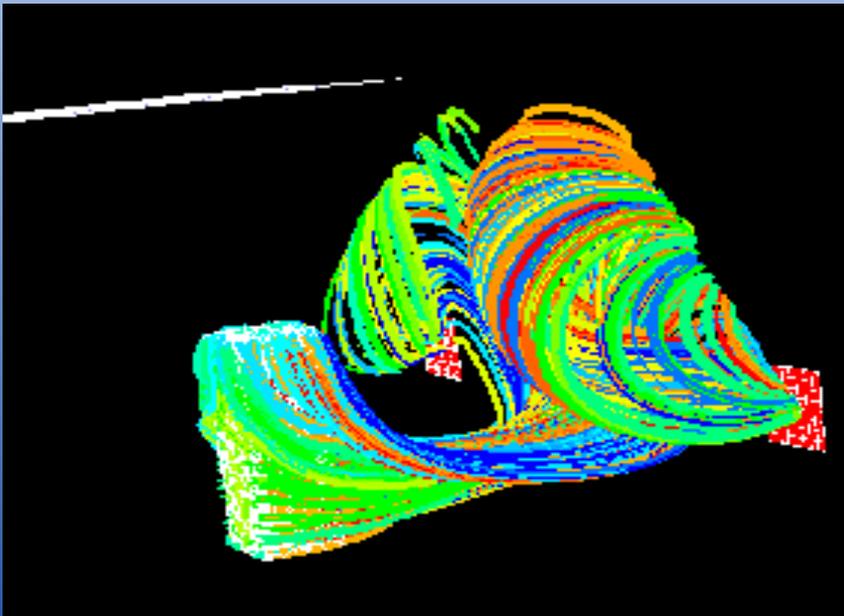
## ❖ Perturbation Statique

% Intensité Turbulente x=0 et 1 m



## ❖ Comparaison Statique/Dynamique

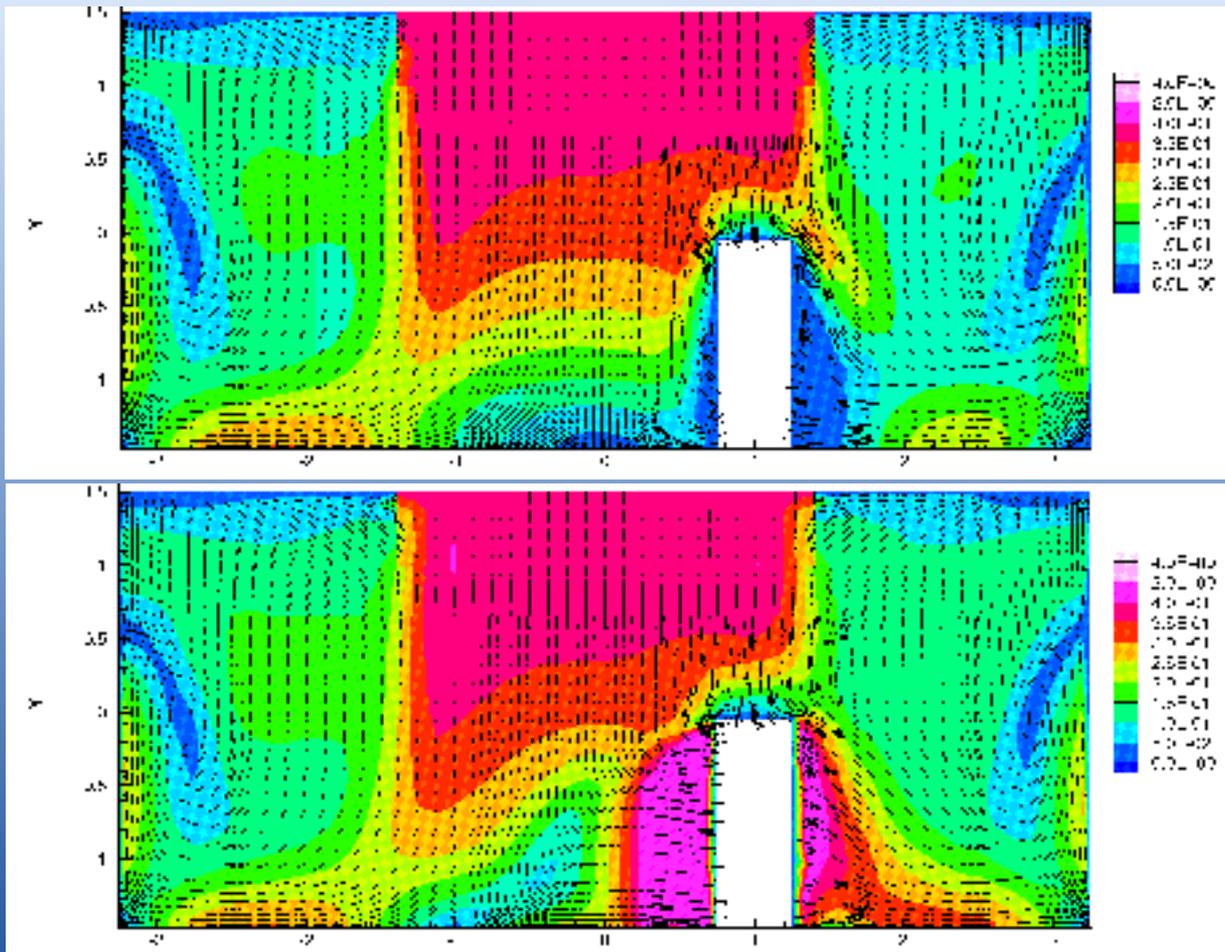
Organisation de l'écoulement  
 $x=1$  m, Perturbation Statique/Dynamique



# RESULTATS DE LA SIMULATION NUMERIQUE

## ❖ Comparaison Statique/Dynamique

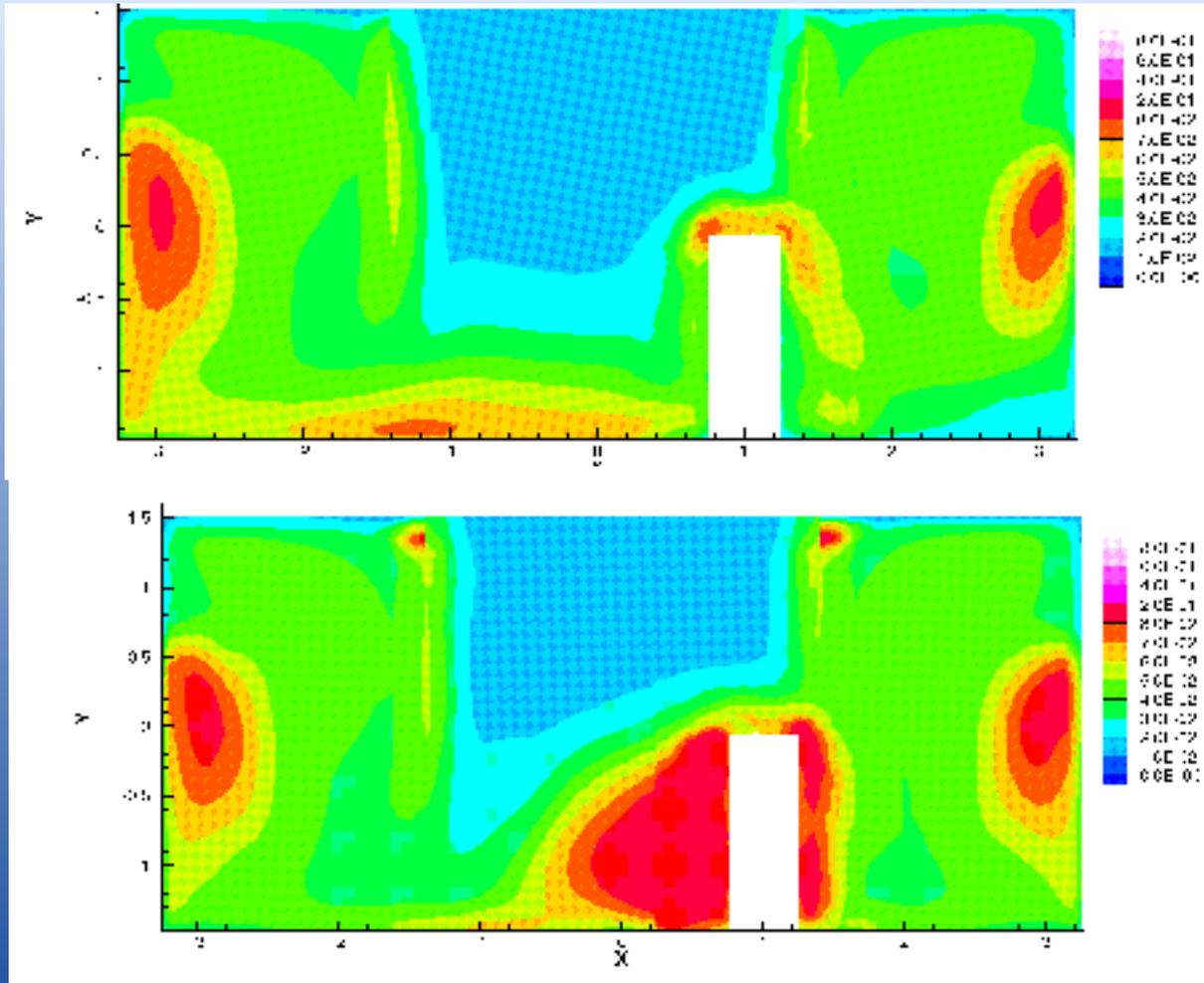
Distribution des vitesses x=1 m



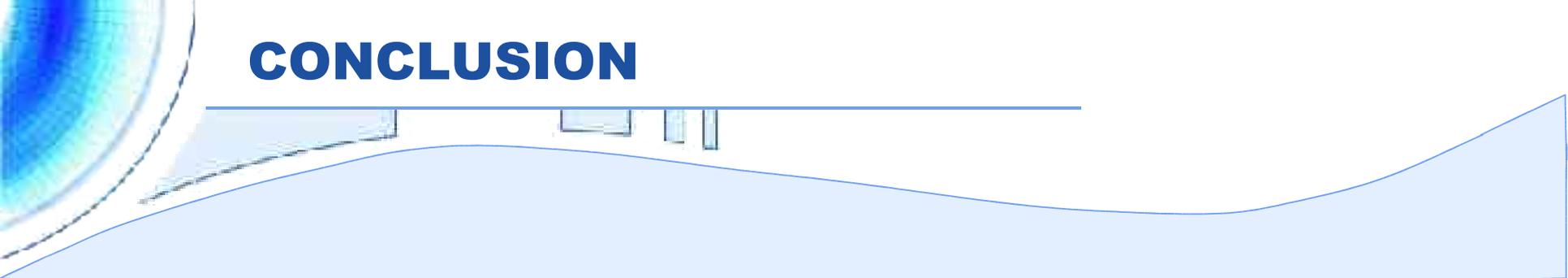
# RESULTATS DE LA SIMULATION NUMERIQUE

## ❖ Comparaison Statique/Dynamique

% Intensité Turbulente x=1 m



# CONCLUSION



## ❖ Conclusion et Perspectives

- Existence de différences entre le cas « Perturbation Statique » et le cas « Perturbation Dynamique » : au niveau de l'organisation de l'écoulement et de la distribution de l'intensité turbulente.
- Modélisation de configurations d'étude plus complexes de type bloc opératoire.
- Intégration des paramètres *concentration des contaminants* et *température*.