



Ter@tec 2009



HPC et surveillance de l'Environnement

Dr Pierre BEAL

30/06/2009

- **Notre métier ...**

Société spécialisée dans l'expertise, le calcul et la modélisation des **phénomènes atmosphériques**.

- **Qui sommes nous ?**

- fondée en 2000
- 20 ingénieurs et docteurs
- siège social à Clermont Ferrand, établissement à Bruyères-le-Châtel
- 2 équipes : **S**ystèmes **O**pérationnels, **E**tude **C**onseil et **D**éveloppement
- 2 équipes en soutien : **S**ervices et **D**éveloppements **I**nformatiques, **C**ellule **R**echerche et **I**nnovation .





- **Définitions**

- L'**environnement** est l'ensemble naturel et culturel dans lequel les êtres vivants et les éléments existent et évoluent.
- L'environnement biophysique (biologique et physique) représente l'environnement naturel ... c'est celui qui va nous intéresser ici.
- Les définitions de la fin du xxe siècle évoquent l'environnement naturel :
« le milieu dans lequel un organisme fonctionne, incluant l'air, l'eau, la terre, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leurs interrelations »

(définition francophone retenue par la norme ISO 14001:1996).



- HPC et surveillance de la dégradation de l'environnement

Dégradation de l'environnement → fin du xxe siècle.

- La perception humaine et l'exploitation des ressources
- Les modes de vie et la surconsommation humaine
- Le réchauffement climatique lié aux cultures humaines
 - *Les sécheresses et les inondations*
 - *La fonte du pergélisol et les gaz à effet de serre*
 - *La perte de biodiversité et l'extinction d'espèces*
 - *Le problème des ressources en eau*



- HPC et surveillance de la dégradation de l'environnement

- Les impacts négatifs de l'activité économique
- Les impacts négatifs de l'activité urbaine, agricole et industrielle
 - *La pollution atmosphérique*
 - *L'acidification des lacs et des rivières*
 - *La surpêche*
 - *La santé et la sécurité alimentaire*
 - *La gestion des déchets*
 - *Le rejet de produits toxiques, CMR ou non-biodégradables*



- HPC et surveillance de la dégradation de l'environnement

- Les catastrophes industrielles
 - *Le trou de la couche d'ozone*
 - *Les accidents nucléaires*
 - *Les marées noires*
 - *La contamination de l'eau de surface et souterraine*
 - *La déforestation et l'érosion*
 - *La régression et dégradation des sols*
 - *L'eutrophisation et la surfertilisation des plans d'eau*



- **HPC et environnement : spécificités**

- **Fortement multi-disciplinaires :**

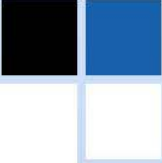
- mécanique des fluides (air ou eau),
- physique (microphysique des particules ...)
- chimie ou biologie (évolution des espèces considérées ...)
- transfert radiatif (rayonnement terrestre ou solaire ...)



Couplage de modèles.

- **Problèmes de très grande dimension**

(exemple des centaines d'espèces chimiques dans la chimie atmosphérique)

- 
- **HPC et environnement : spécificités**
 - **Problématique des rétroactions :**
 - c'est une question cruciale,
 - pertinence du couplage (jusqu'ou ...)(exemple le rôle des aérosols dans l'atmosphère ...)
 - **Discipline multi-échelles:**
 - échelles temporelles,
 - échelles spatiales,
 - mélange du multi-échelles à ces deux niveaux.



- **HPC et environnement : spécificités**

- **Problématique de la paramétrisation :**

- processus définis à petites échelles,
- MAIS utilisation de modèles à « gros grains »

- **Milieus très hétérogènes :**

- incertitudes sur les données,
- conditions aux limites,

T



Assimilations de données



- **Dimension supplémentaire : l'urgence**

- **Temps présent ou quasi réel :**

- surveillance des rejets atmosphériques de sites industriels,
- surveillance du déplacement d'une nappe de pétrole



phénomène

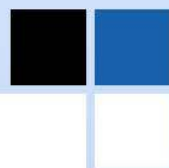
Nécessité d'avoir un temps de réponse court en cas de
accidentel

- **Prévisions du phénomène :**

- prévisions de l'impact d'une pollution,
- prévisions de l'apparition d'un phénomène naturel,



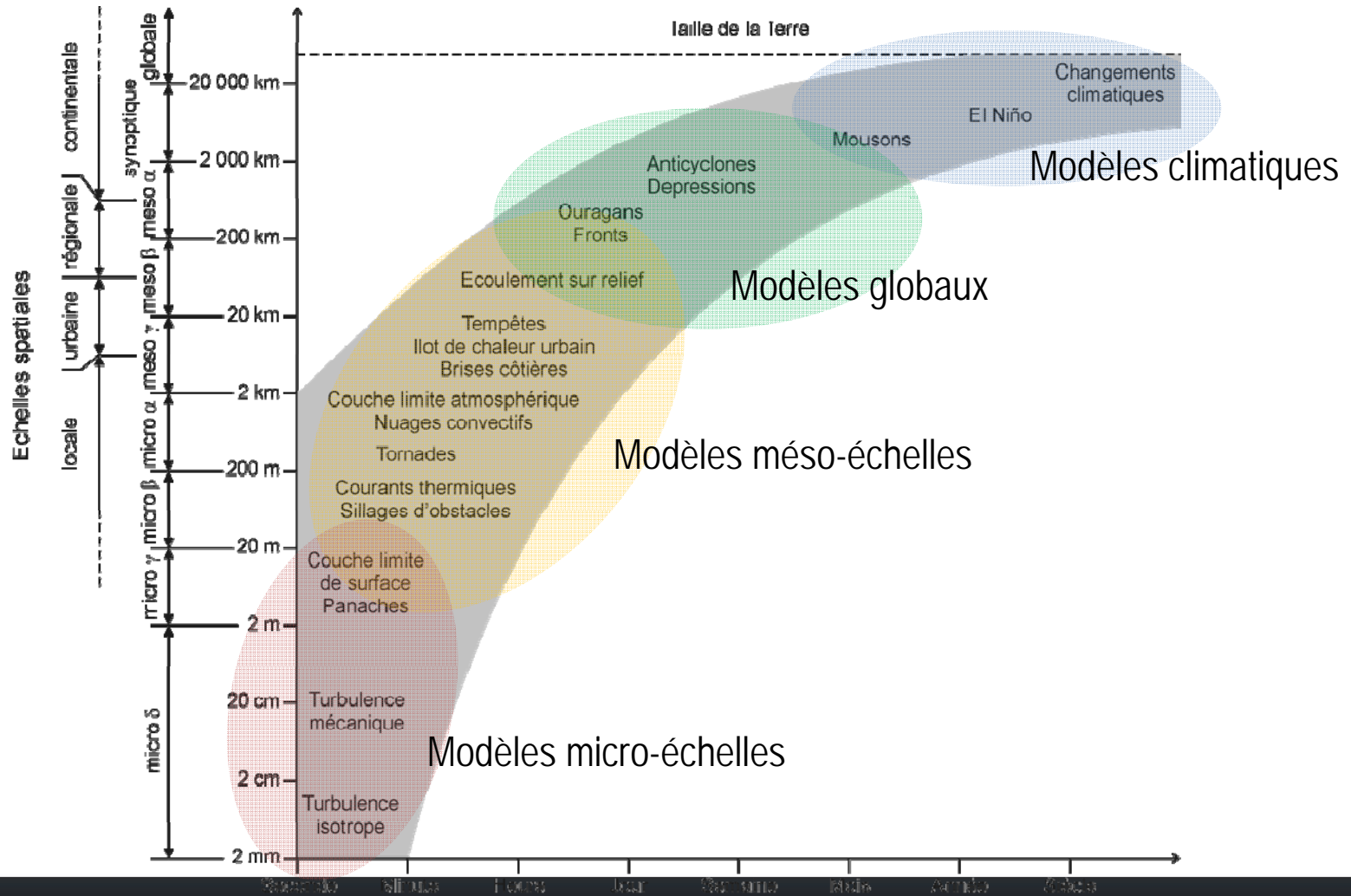
Besoin d'une puissance de calcul importante pour anticiper

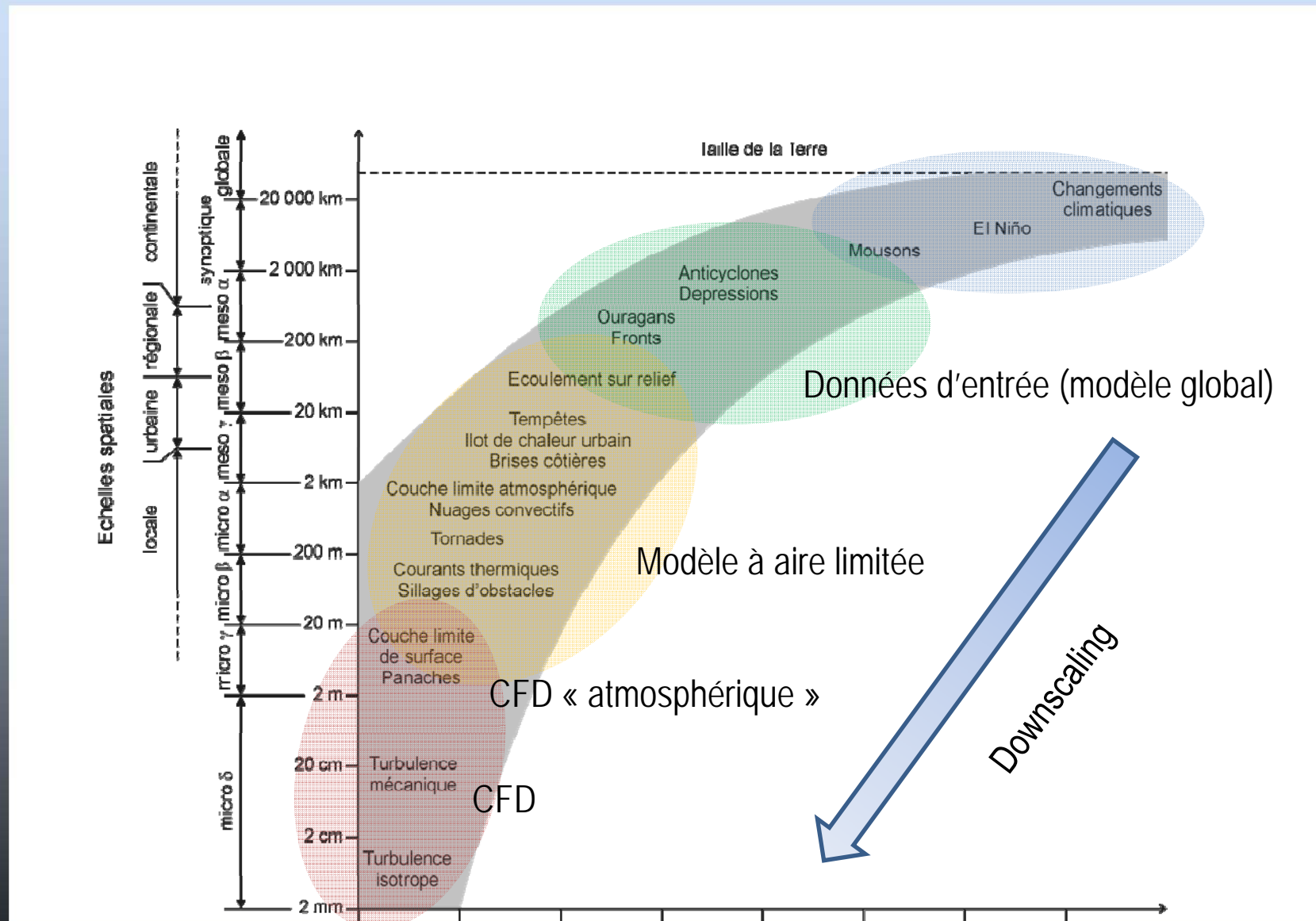


Quelques exemples :

Surveillance de l'environnement
atmosphérique

Diversité des échelles



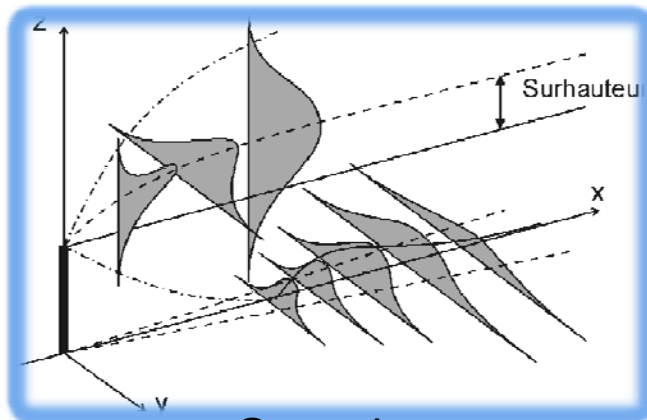


- 
- Deux phase de calculs :

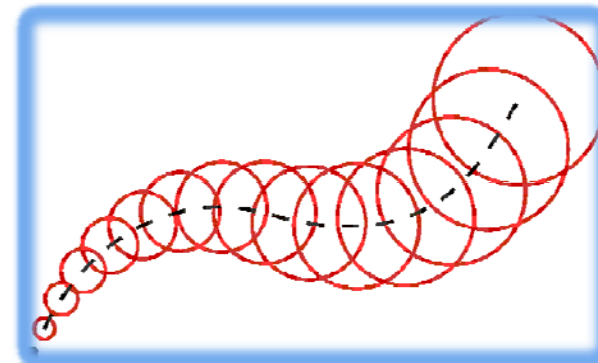
La météorologie

- **Préprocesseur 1D** : génération de profil à partir de la condition de stabilité et de la vitesse du vent
- **Modèle diagnostique** : à partir de données d'observation on reconstruit par interpolation (en utilisant les propriétés des équations primitives) les variables en tout point.
- **Modèle pronostique** : à partir de conditions initiales et aux limites (obtenus à partir d'observations souvent très éparses) on résout numériquement le système d'EDP.

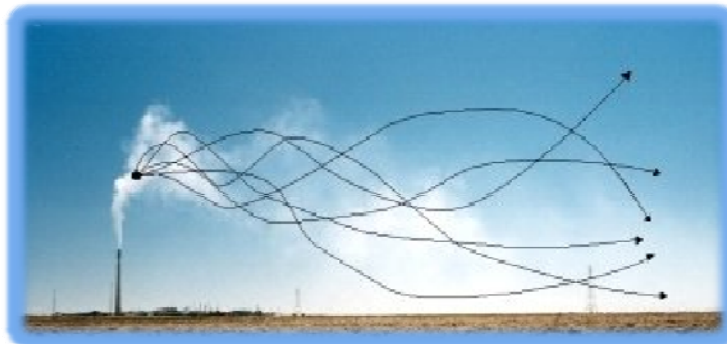
- Deux phase de calculs : La dispersion des polluants



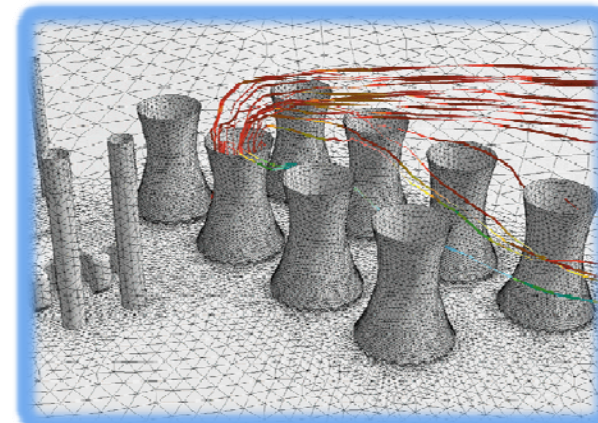
Gaussien



Bouffées gaussiennes



Lagrangien



Eulérien



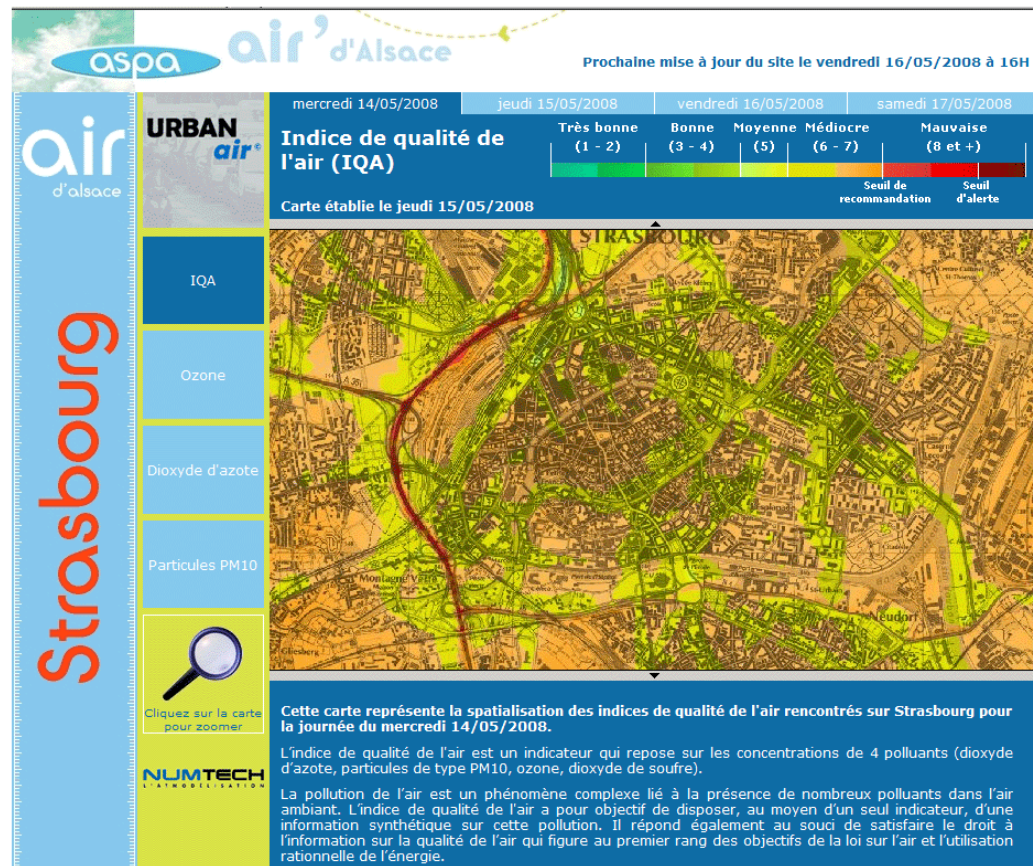
- **Exemple 1 : prévision de la qualité de l'air urbain**

- **Etape 1 : les prévisions grandes échelles en Ozone**

- Prévision météorologique à grande échelle: HPC (par exemple SX9 ...)
- Prévision méso-échelle : HPC (cluster classique 128/256 processeurs)
- Prévision nationale Ozone : PC puissant
- Prévision régional Ozone : PC puissant

- **Etape 2 : la prévision urbaine**

- Dispersion urbaine : PC multiprocesseurs





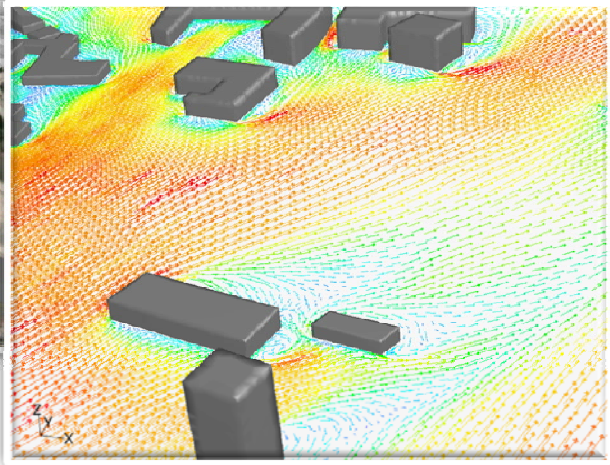
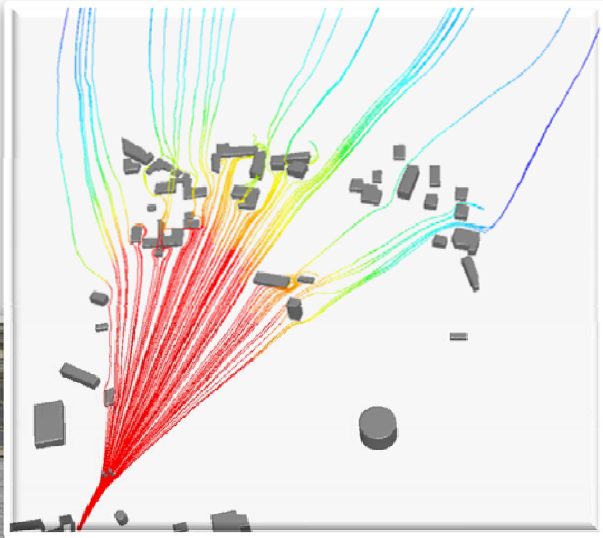
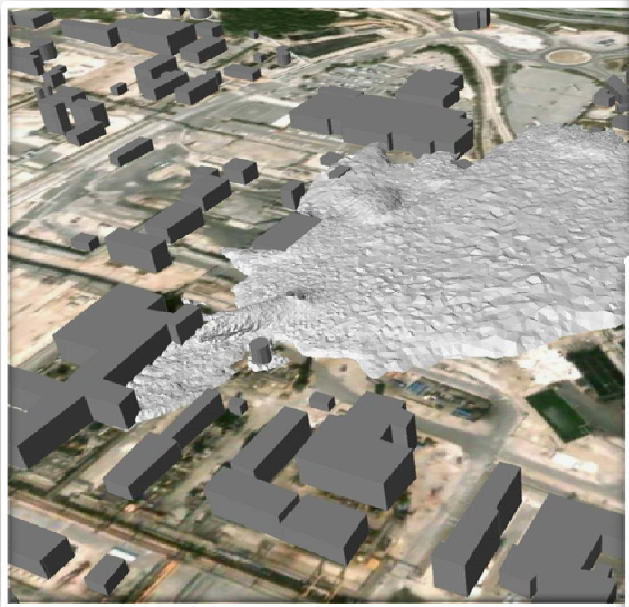
- **Exemple 2 : situation accidentel sur site industriel**

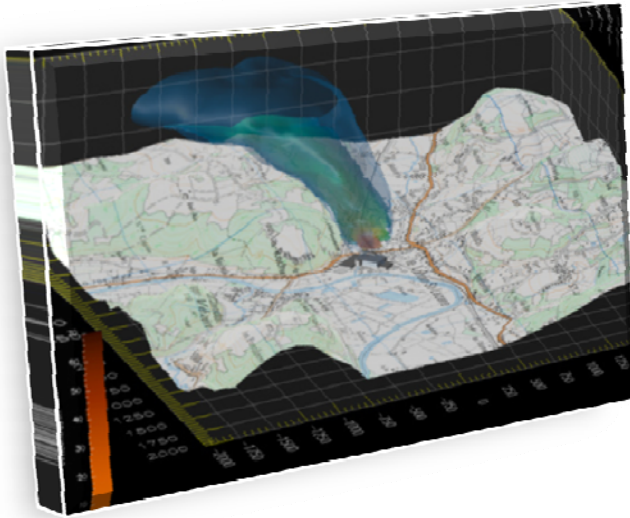
- **Etape 1 : le calcul météorologique**

- calcul météorologique à grande échelle: HPC (par exemple SX9 ...)
- calcul méso-échelle : HPC (cluster classique 128/256 processeurs)

- **Etape 2 : la dispersion**

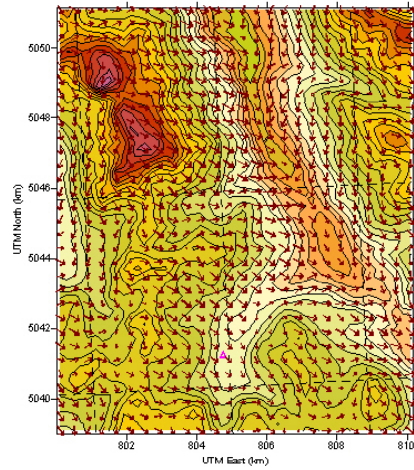
- Calcul du terme source : PC classique
- Calcul local : HPC (cluster - mécanique des fluides atmosphérique)
- Calcul régional et continental : HPC (cluster – lagrangien)





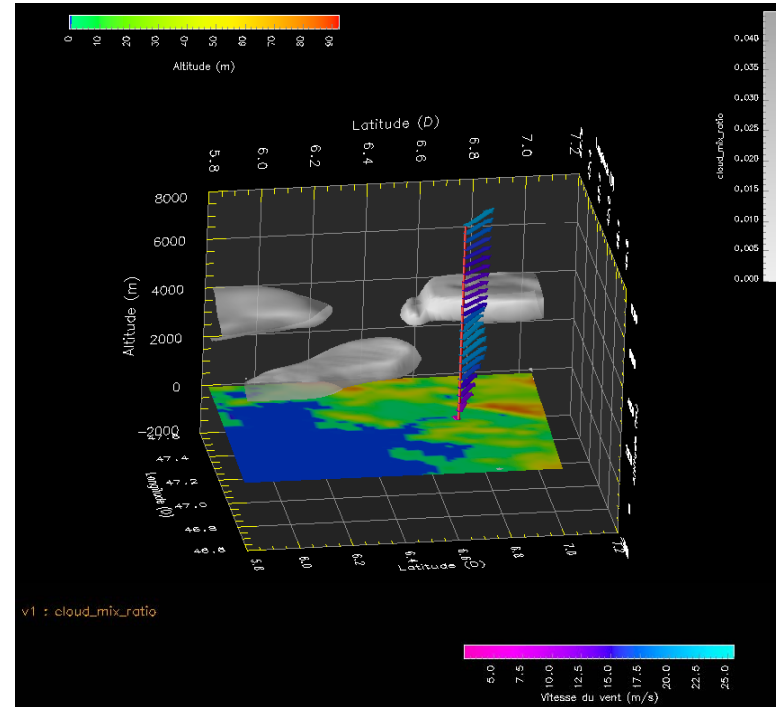
fév 01, 2004
23:00 LST(UTC-0000)

Wind, Surf Sta



4500
3900
3700
3500
3300
3100
2900
2700
2500
2300
2100
1900
1700
1500
1300
1100
900
700
500
300
100
.1
Terrain (m)

UTM Zone: 31 -
Hemisphere: N
Datum: WGS-84



v1 : cloud_mix_ratio

6.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.6
20.0
22.5
25.0
Vitesse du vent (m/s)



- **Conclusion**

- L'avènement de l'outil informatique a conduit à pouvoir développer la notion de surveillance de l'environnement,
- Le HPC nous conduit à réaliser une surveillance de plus en plus précise,
- Le HPC permet d'envisager la prévision de tout type d'événement dans notre environnement naturel, et donc de limiter les conséquences néfastes pour celui-ci ... sous réserve que nous le décidions.

Merci pour votre attention



Nous contacter :
Pierre BEAL:

pierre.beal@numtech.fr