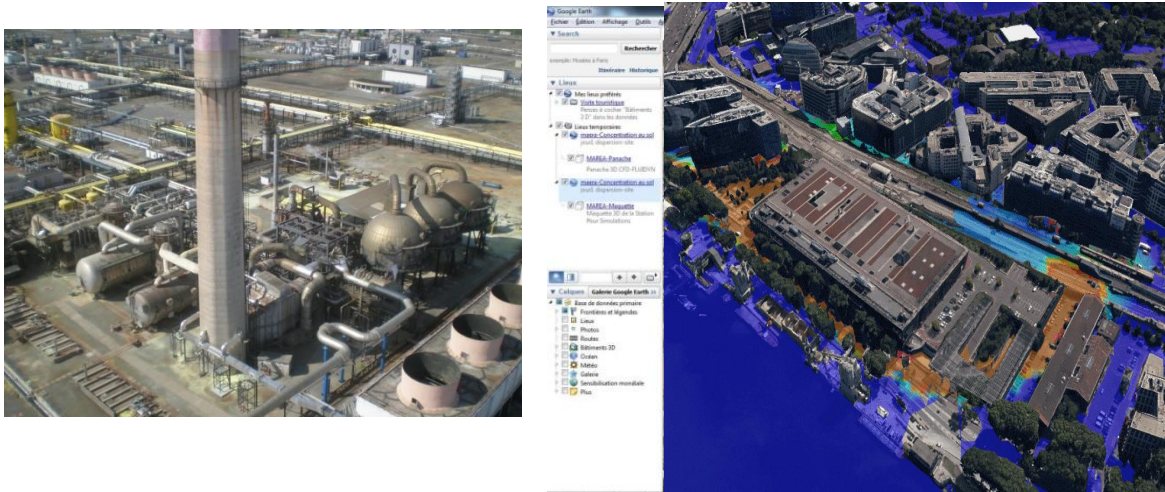


PLATEFORME DE SUIVI ET DE GESTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

EXEMPLES DES PLATEFORMES DU SIAAP ET DE TOTAL E&P À LACQ



Mme AIT-HAMOU Lobnat *fluidyn*-France


ATOMS'FAIR 2014 24-25 sept

fluidyn

FLUIDYN FRANCE, UNE EXPERTISE DE LONGUE DATE

- **25 ans d'expérience en simulation numérique**
- **Edition de logiciels scientifiques et Prestations en:**
 - Multiphysique : Interactions complexes entre écoulements, structures, thermique, chimie et électromagnétisme
 - Environnement : Impact industriel dans le cadre réglementaire et solutions
 - Risques : Etudes réglementaires pour sites SEVESO et solutions
- **Quelques références**

AIR LIQUIDE, AJINOMOTO, ALCAN, ANDRA, ARCELOR-MITTAL, AREVA, BP, BUREAU VERITAS, CEA, DCNS, DGA, EADS, EDF, EUROVIA, EXXON, GDF, INEOS, ITER, JAXA, MESSIER-BUGATTI, PRIMAGAZ, RATP, RENAULT, SAINT-GOBAIN, SANOFI-AVENTIS, SCHLUMBERGER, SHELL, SNCF, SNECMA, SOLVAY, TOTAL, VEOLIA, etc..



ATOMS'FAIR 2014 24-25 sept

fluidyn

FLUIDYN, UNE GAMME DE LOGICIEL ET SERVICE EN ENVIRONNEMENT ET RISQUES INDUSTRIELS

fluidyn - VENTIL
Indoor air quality



fluidyn - VENTEX
Explosions

fluidyn - VENTCLIM
Ventilation

fluidyn - VENTUNNEL
Tunnels

fluidyn - VENTMINE
Mine network

fluidyn - PANACHE
Atmospheric dispersion



fluidyn - PANEIA
Industrial impact

fluidyn - PANROAD
Road pollution

fluidyn - PANAIR
Regional air quality

fluidyn - PANEPR
Accidental dispersion

fluidyn - FLOWSOL
Water dispersion



fluidyn - FLOWRIVE
River hydraulics

fluidyn - FLOWOIL
Oil slicks

fluidyn - FLOWPOL
River pollution

fluidyn - POLLUSOL
Underground water

Industrial hazards



fluidyn - ASSESS-RISK
Risk analysis

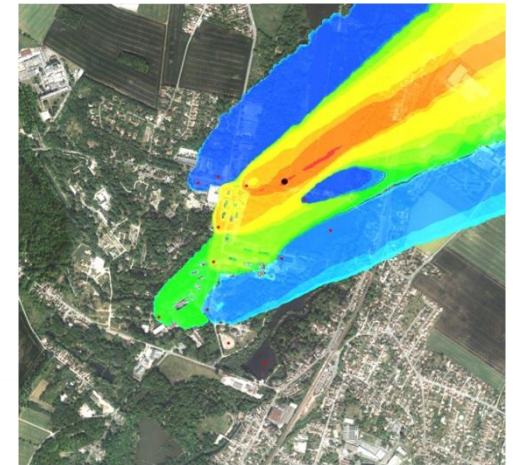
fluidyn - PANFIRE
Heat flux

fluidyn - PANWAVE
Tank ruptures

fluidyn - VENTFIRE
Fires

● Plateforme

- Précurseur en dispersion chronique 3D : plateforme du SIAAP (SYPROS)
- Précurseur en dispersion accidentelle 3D : Plateforme de TOTAL
- Autres travaux engagés depuis : VEOLIA, DGA
- Discussions en cours avec de nombreux industriels



CONTEXTE

Objectifs :

Plateforme d'aide à la décision basée sur le suivi de la dispersion atmosphérique, de manière à prédire en temps réel et à courte échéance leur devenir → **Fournir une cartographie pour l'aide à la décision**

- Fuite de gaz toxique sur les plateformes pétrochimiques → **Site de Lacq**
- Dispersion de produits odorants d'un site de traitements des eaux usées → **SIAAP (Site de SAV)**



Quelles contraintes?

- Des sites étendus ($>1\text{k m}^2$) avec de multiples produits des zones de process
- Des sites encombrés avec des écoulements complexes
- Un réseau de capteurs existant
- Des données météorologiques en temps réel fournies par une station (mât ou autre)

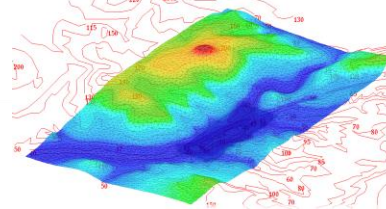
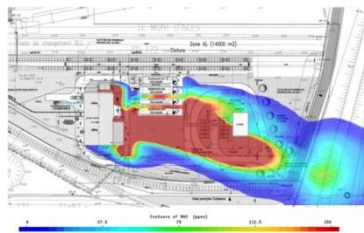
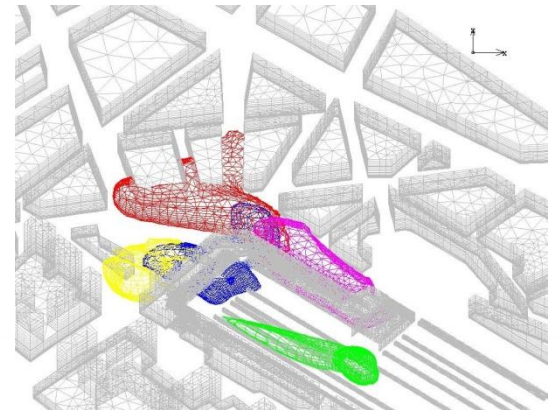
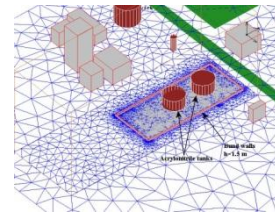
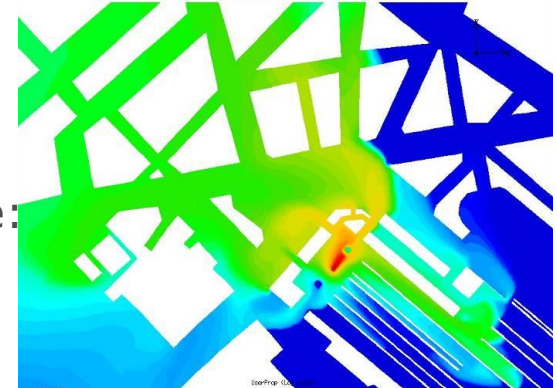
Applications

- Accidentels : évacuation, confinement, gestion POI, fermeture de process, protection de la population, Gestion du plan d'urgence avec les autorités locales
- Impact : Gestion du site , communication externe

FLUIDYN PANACHE: UN MODÈLE 3D PERFORMANT

Logiciel 3D CFD de la gamme Fluidyn dédié à la dispersion accidentelle:

- 3D Navier-Stokes equations
- Domaine imbriqué, maillage structuré et non structuré
- Topographie, obstacles
- Sous modèles adaptés à la couche limite atmosphérique: turbulence, profils de vent
- Modèle de turbulence K- ϵ turbulence
- Solveurs parallélisés



PRINCIPE DE L'ARCHITECTURE DU MODÈLE

● Mode "Prévision" :

- Prévoir jusqu'à 72 heures en avance le panache de dispersion pour les impacts (les épisodes de mauvaises odeurs)
- Basé sur les prévisions météorologiques ainsi que des événements sur place, telles que la maintenance.

● Mode "Temps réel" :

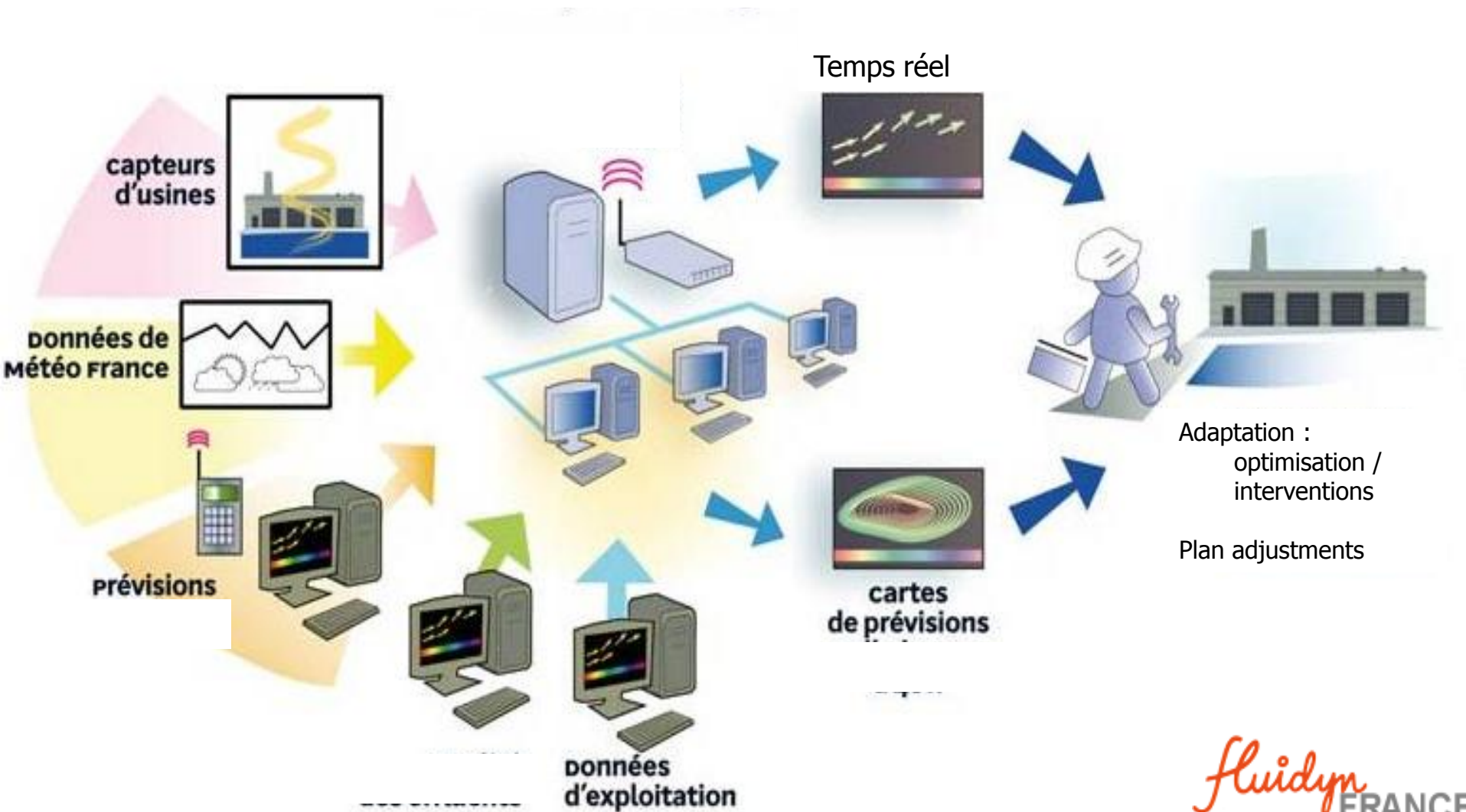
- Production sans interruption et à mise à jour des cartographies des concentrations dans l'environnement du site.
- En continue → impact / En cas de détection → Accident
- Échéance 10-15 min (impacts) / 1 min
- Définition de la source par réseau de capteurs

● Mode "Diagnostic "

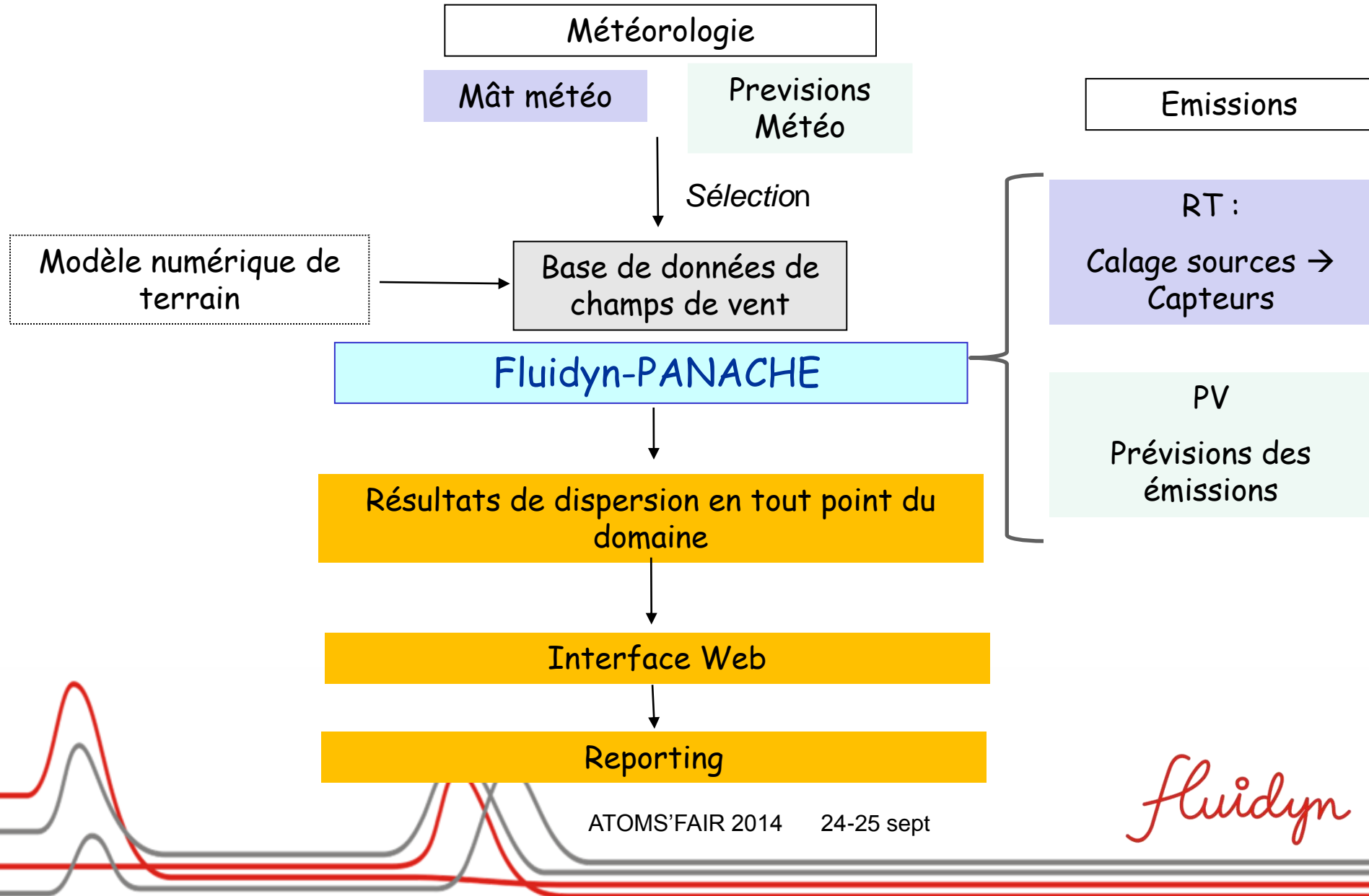
- Modélisation de scénarios prédéfinis (émission, les conditions météorologiques).
- Mode off line



PRINCIPE DE L'ARCHITECTURE DU MODÈLE

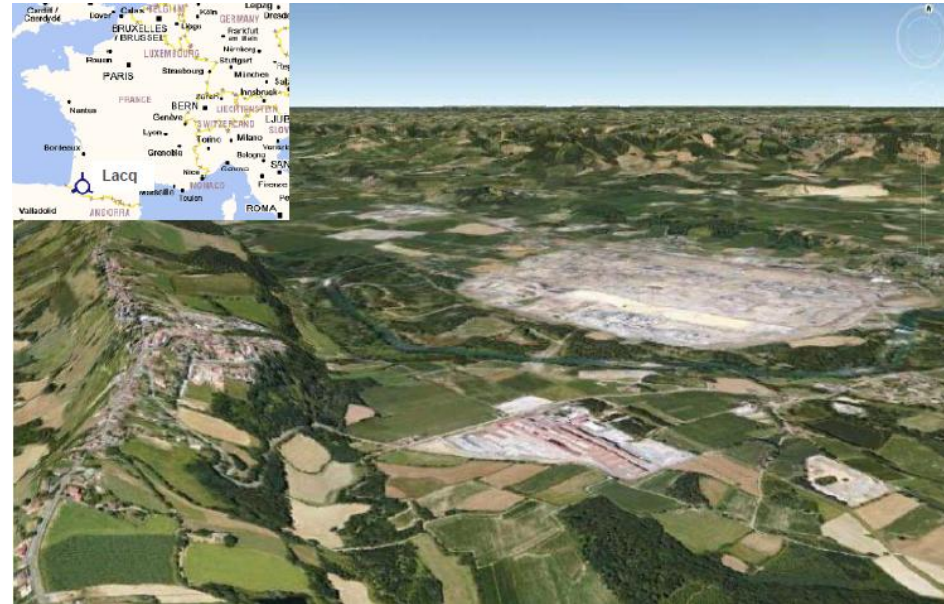
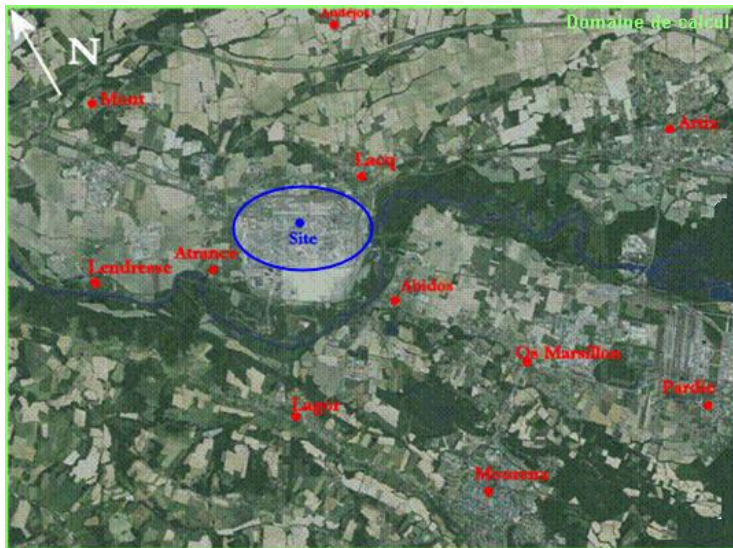


PRINCIPE DE L'ARCHITECTURE DU MODÈLE



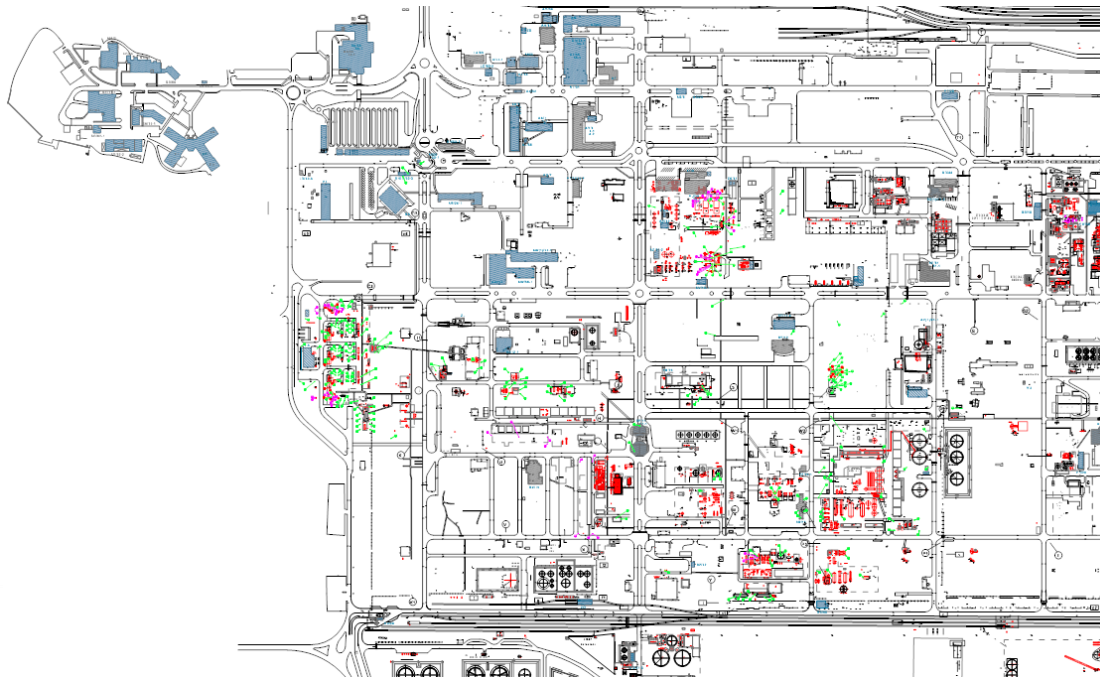
SITE DE LACQ

- Plateforme industrielle retenue pour le développement du pilote
- Domaine étendu (11 km*9km)
- Villages
- Topographie marquée



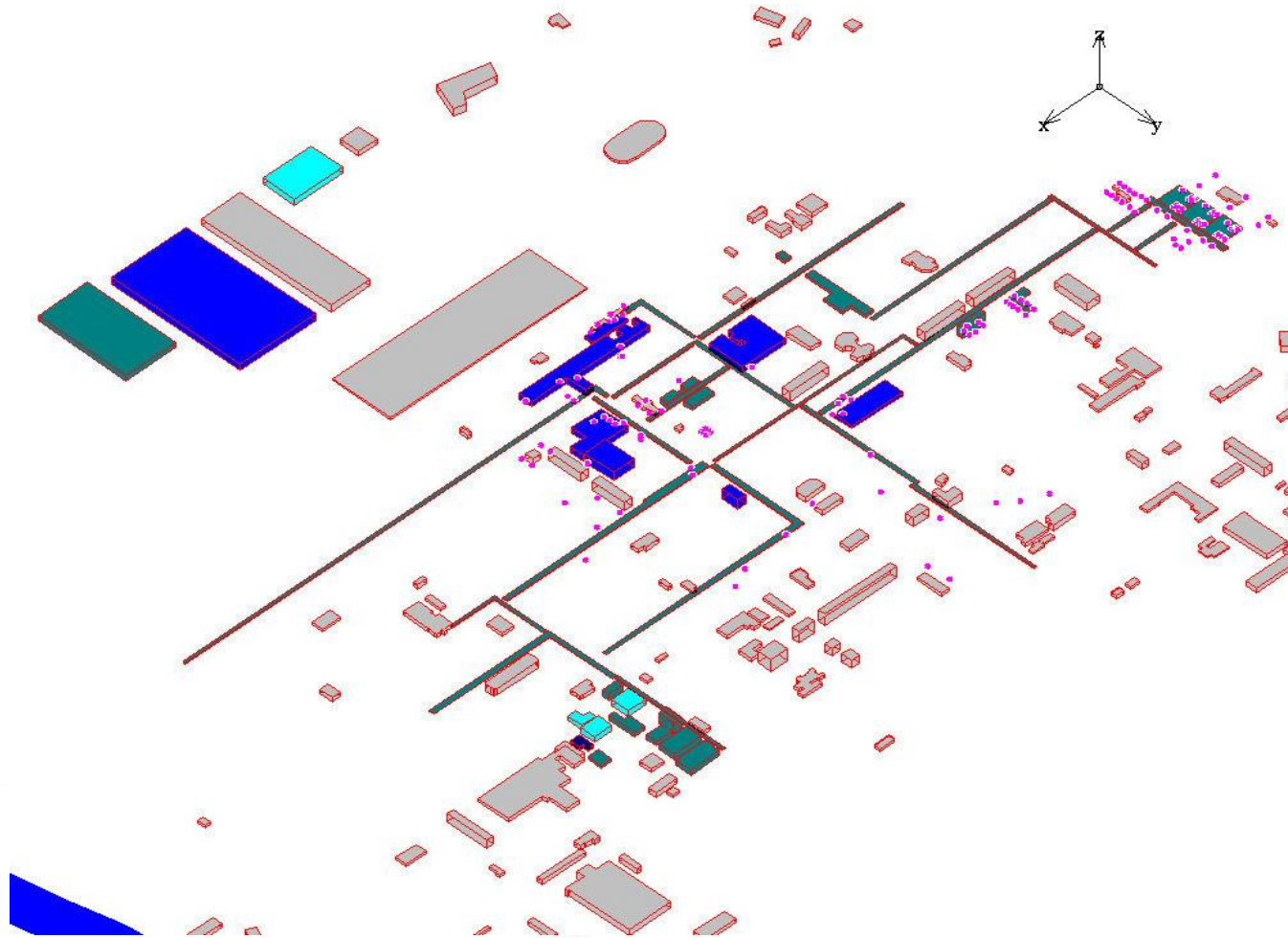
SITE DE LACQ

- Multiples unités/process/racks
- Bâtiments des personnels
- Réseau de détection (> 100 capteurs H₂S électrochimique et semi conducteur – plage 0-20 ppm))



MAQUETTE 3D

Modèle numérique de terrain 3D (altitude, process, bâtis...)

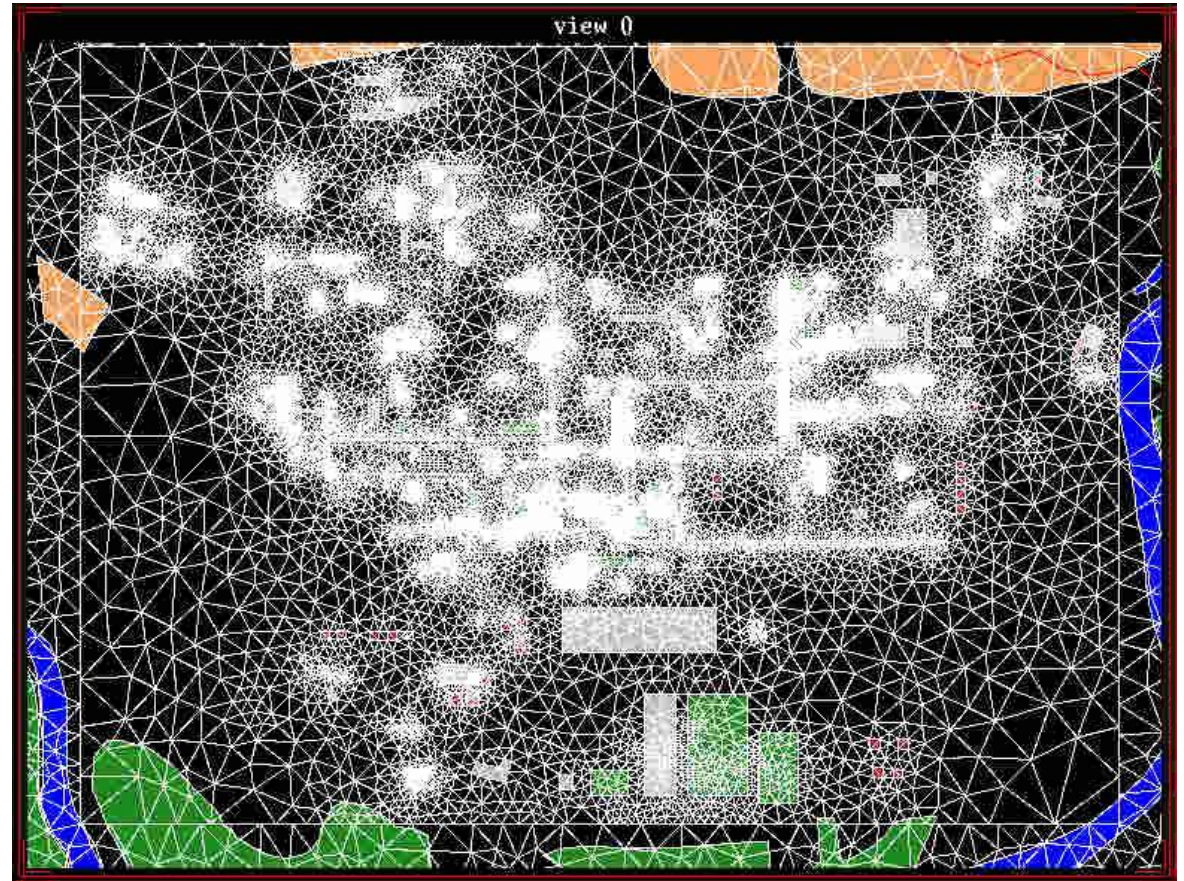


ATOMS'FAIR 2014 24-25 sept

fluidyn

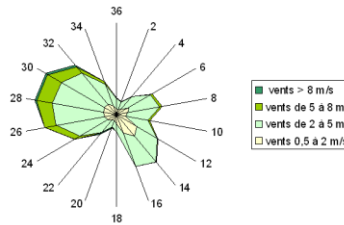
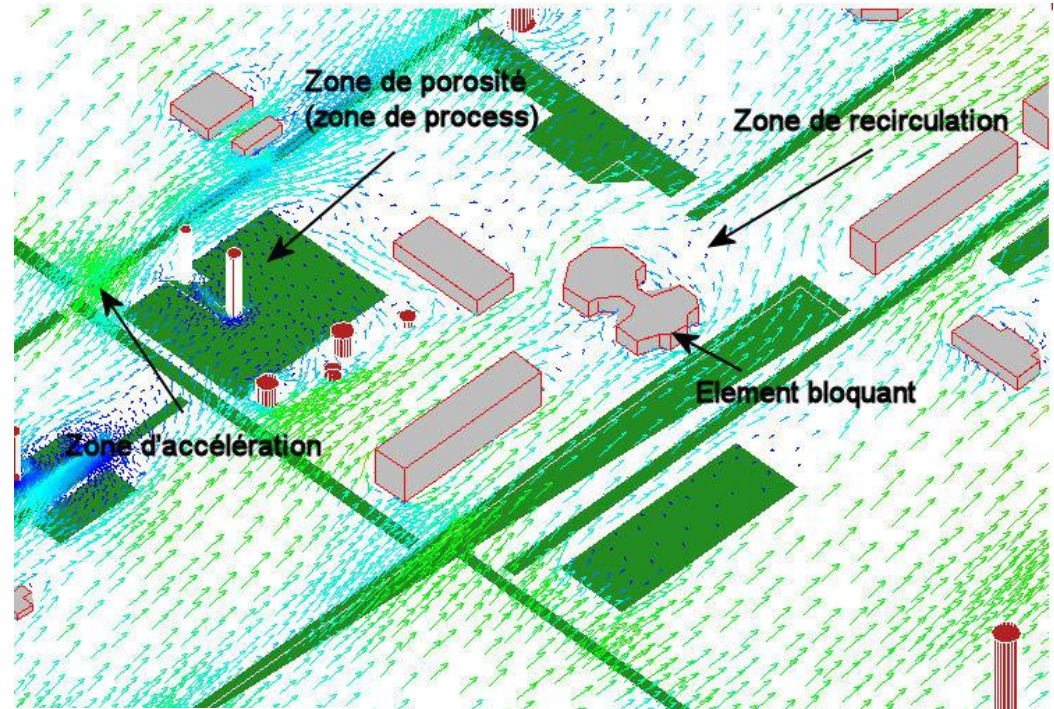
MAILLAGE 3D

- Maillages imbriqués sur 3 niveaux
- Maillage multiblock structuré
- Maillage fin non structuré sur le site industriel (maille de 1 à 10 m)



AÉRAULIQUE 3D SUR SITE

● Influence des éléments 3D du terrain sur les écoulements



ATOMS'FAIR 2014 24-25 sept

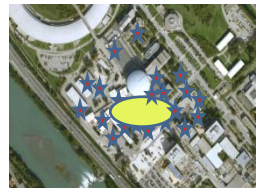
fluidyn

COUPLAGE D'APPROCHES NUMÉRIQUES



Analyse de la météorologie et de l'aéraulique
Base de données d'écoulements 3D (modèle CFD)

Réseau de sources potentielles (Rex, APR...)
Base de données concentration des matrices de
transfert entre les N sources et les K capteurs
(approche par fonction de Green)



Détection de fuite ($C > \text{seuil}$)
Reconstruction de la source par inférence Bayésienne sur la
base des informations du réseau de capteurs et de la
météorologie temps réel



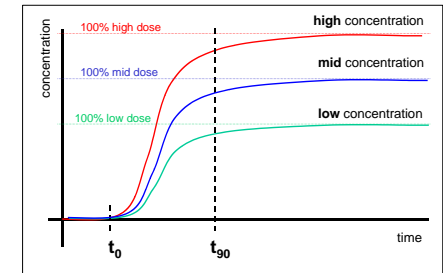
Suivi de l'évolution en temps réel et prévision de l'impact
toxique du nuage 3D



TECHNIQUES DE RECONSTRUCTION DE LA SOURCE

Des difficultés multiples à l'inversion:

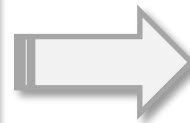
- Des problèmes inhérents aux mesures (météo, capteurs)
-> bruit, temps de réponse...
- La variabilité de la CLA
- Absence d'historique d'accidents suffisant => Algorithmes génétiques/neuronaux (séquence d'apprentissage) non applicable



- Ecoulements complexes dans les structures 3D

- Données de mesures limitées et bruitées sur le réseau

- Temps de calculs rapides pour fournir une information en temps réel



PROBABILISTIC APPROACH

L'inférence Bayésienne permet d'identifier le terme source en un temps limité (qqes minutes) et fournit une densité de probabilité des paramètres de la source

INTERFACES DE LA PLATEFORME

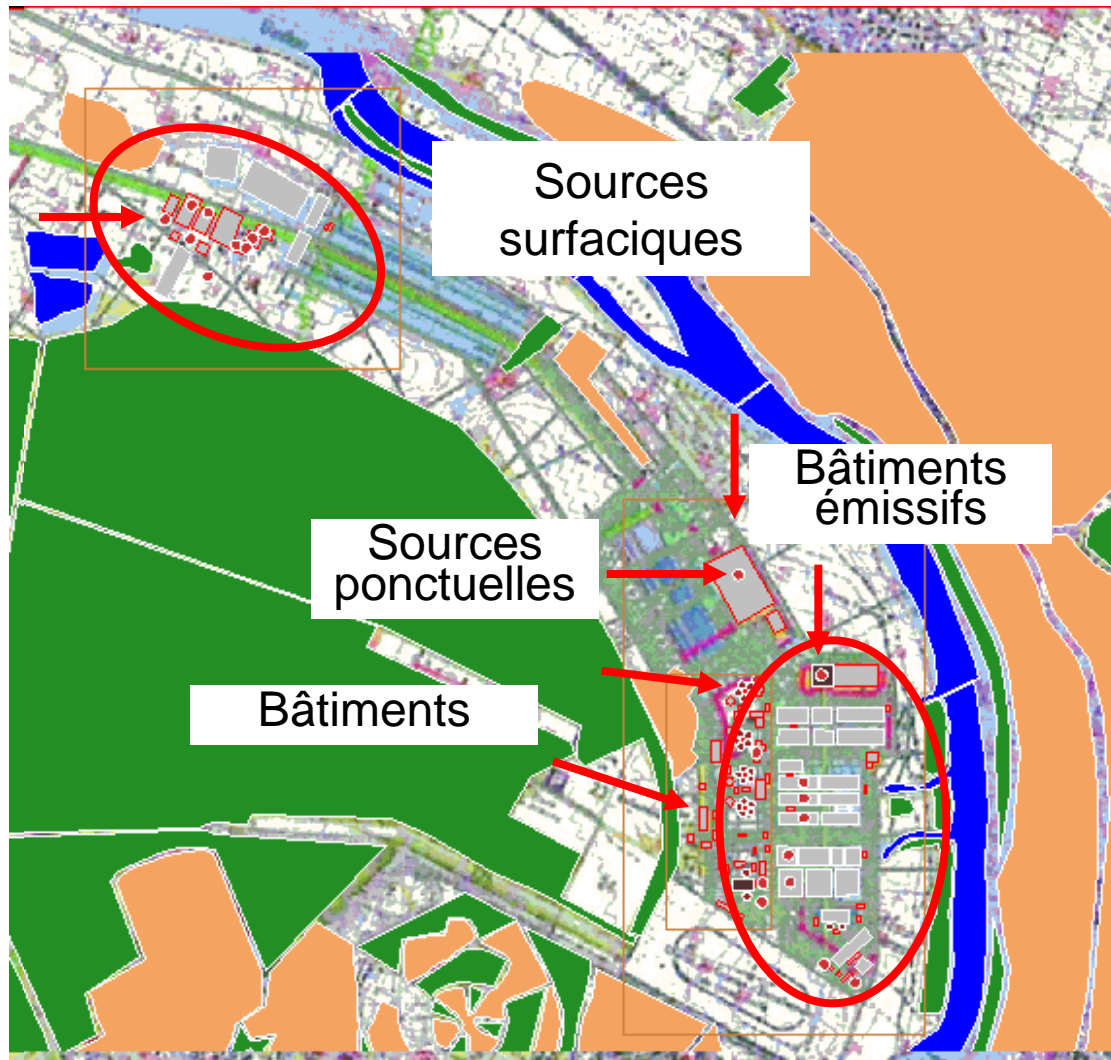
Interface premier écran

- Interface 100% automatique
- Ecran d'attente avec affichage des conditions météorologiques en temps réel
- Détection de fuite et identification du terme source
- Dispersion en temps réel avec un pas de temps de 1 min

Interface deuxième écran

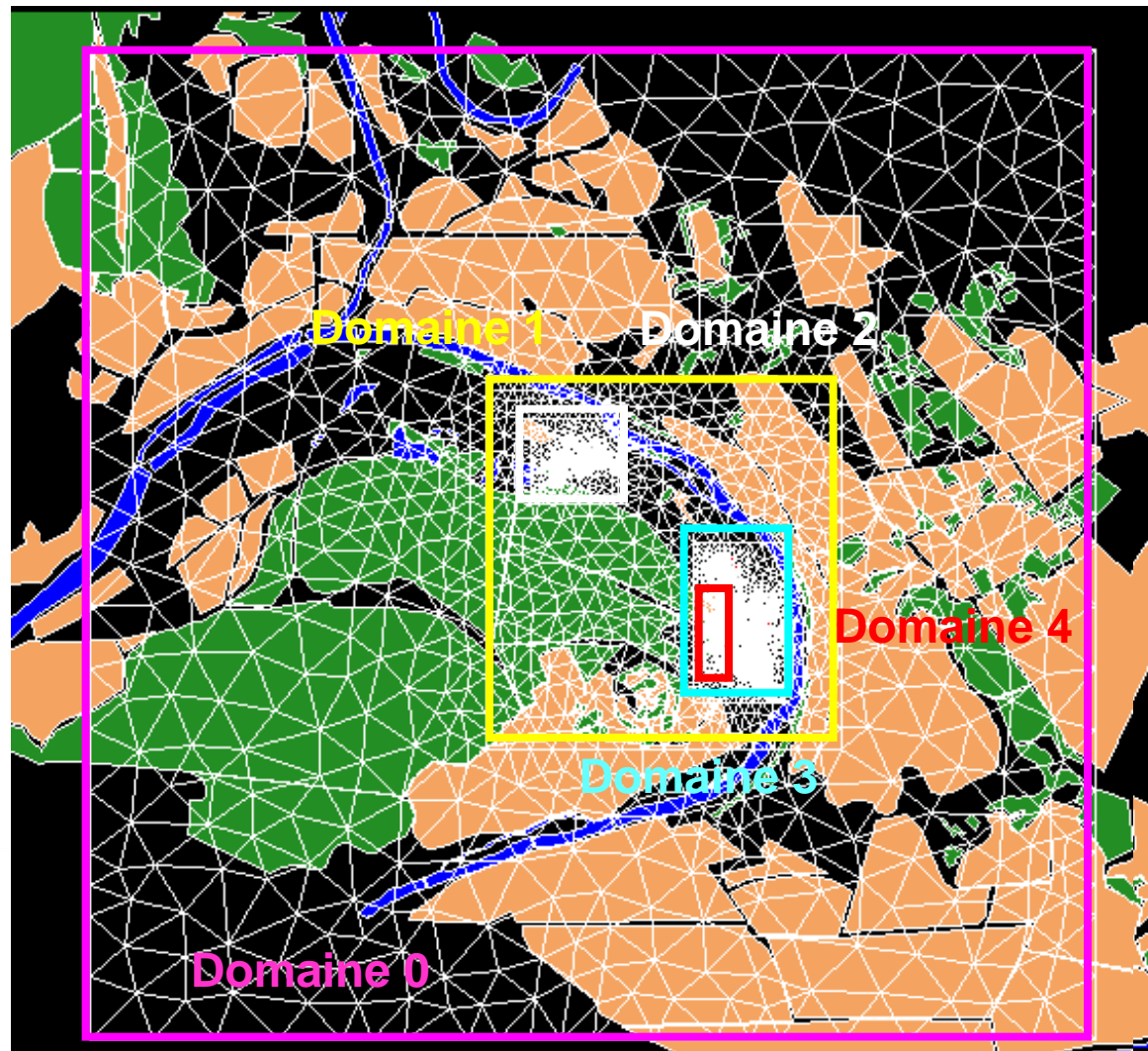
- Interface automatique avec possibilité de manipuler la vue par l'opérateur (zoom)
- Prévision de la dispersion sur les 15 prochaines minutes





ATOMS'FAIR 2014 24-25 sept

fluidyn



VISUALISATION

Actualité le 24 avril à 05h00

Aujourd'hui

De 02h00 à 05h00

De 05h00 à 08h00

De 08h00 à 11h00

De 11h00 à 14h00

De 14h00 à 17h00

De 17h00 à 20h00

De 20h00 à 23h00

De 23h00 à 02h00

Demain

Après-demain

► Légende des pictogrammes

► Méthode de calcul



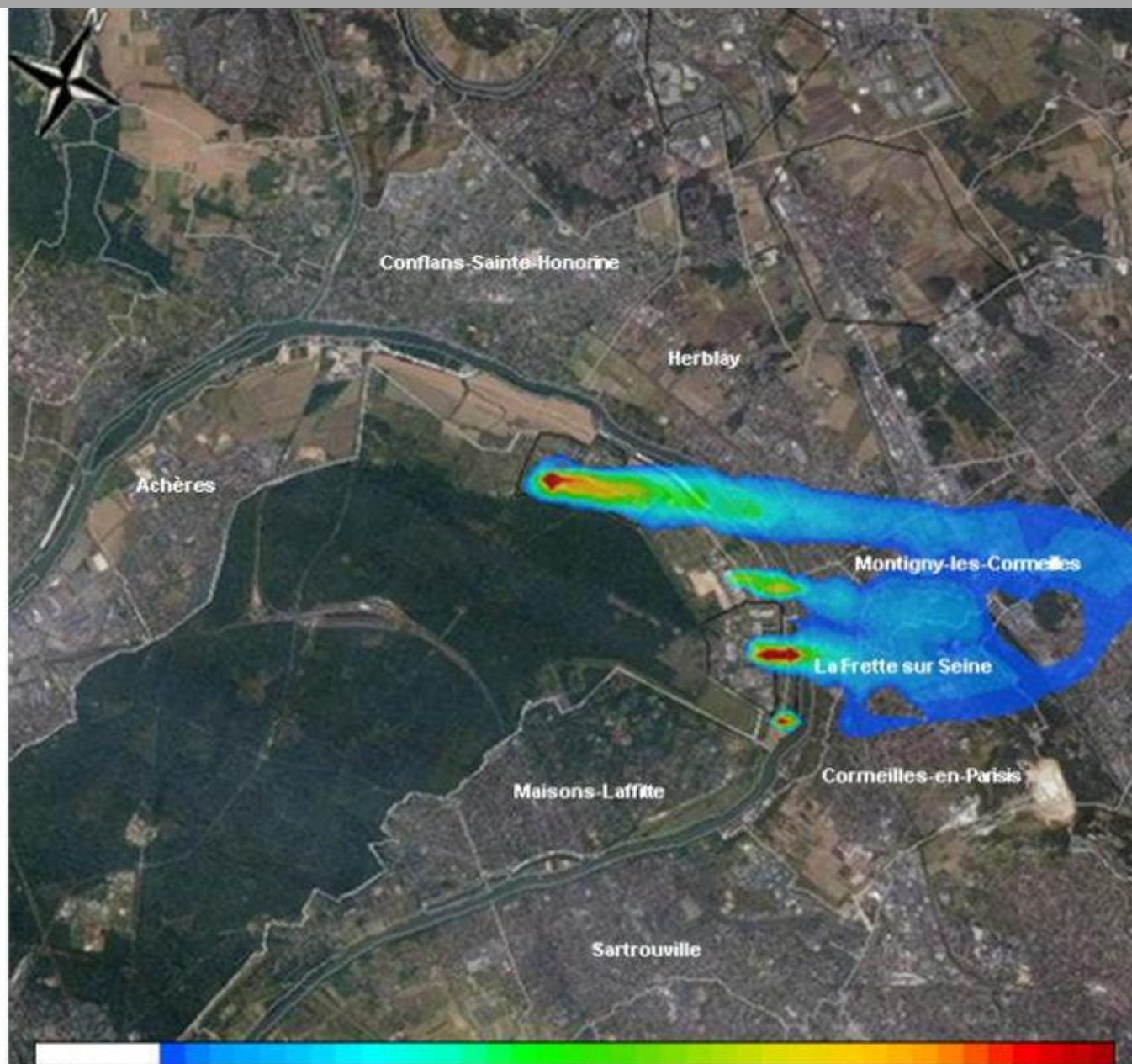
Indicateur de confiance : 3



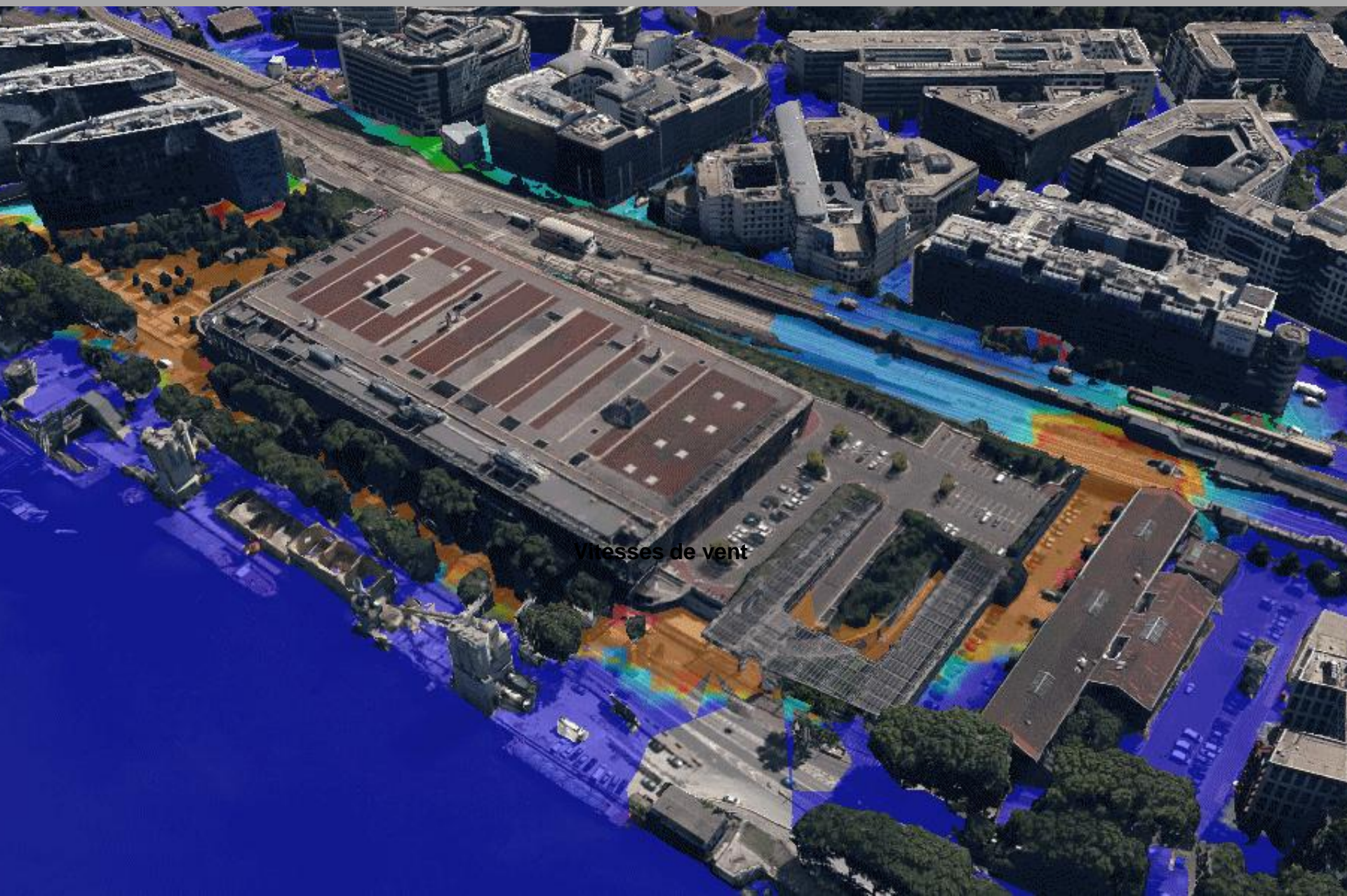
Déposer une plainte



Envoyer la prévision à un ami



VISUALISATION



VISUALISATION



ATOMS'FAIR 2014 24-25 sept

fluidyn

- **Approche 3D CFD pour une grande précision** : Utilisation de la mécanique des fluides 3D avec la prise en compte des spécificités du site (relief, obstacles, vents faibles, géométrie de source complexe..)
- **Reconstruction des paramètres de fuite** à partir des données du réseau de mesures : Détermination de la source d'émission (emplacement et débit) sans connaissance a priori nécessaire (différentes méthodes)
- **3 modes de fonctionnement**: Suivi de l'évolution du panache pour un impact chronique ou d'une dispersion accidentelle

