

**French Institute  
of Science and Technology  
for Transport, Development  
and Networks**

# Analyser et représenter les phénomènes mesurés dans l'espace urbain

**Sense-City 23 Mars 2015**

**Anne Ruas,  
Laura Pinson, Ha Pham**

Nader Cheaib, Olivier Gaborit , Mehdi Boukhechba

**Ifsttar Lisis**



**IFSTTAR**

# Mesurer la ville

- La ville est mesurée et le sera de plus en plus;
- des mesures et méthodes (ex : modèles numériques), permettent de calculer des phénomènes (pollution, chaleur, bruit, etc.) sur certains espaces.

**Problématique** : Comment aller de la mesure et/ou du modèle à une représentation des **phénomènes** compréhensible et **explorable** ?



1. Introduction
2. Mesures, interpolations et représentations
3. Mesures, modèles et représentations
4. Co-visualiser les données pour les explorer
5. Exemples :
  - Analyse, Représentations & Enrichissement de la température urbaine
  - Analyse et Représentations des données de réseau d'eau



# 1- Introduction

- Phénomènes
- Appréhender des phénomènes
- Finalités décisionnelles
- Finalités scientifiques
- Difficultés



# Un phénomène c'est quoi ?

- On parle de phénomène pour qualifier quelque chose qu'on perçoit mais dont on ne maîtrise pas la définition ou qu'on ne comprend pas totalement
  - *le monde tel que nous le percevons*
- Un **phénomène** est une chose, un fait du **monde physique** (objet, action...) ou psychique (émotion, pensée...) tel qu'il se présente à notre esprit, par opposition à ce qu'est en soi la chose réellement existante.
- En géographie on utilise souvent le terme *phénomène* en sous entendant une certaine complexité en partie liée à la variabilité spatio-temporelle
  - *Ex : Pollution chimique, climat, bruit, une inondation*
  - Notion de **dynamique**, de **complexité**, d'**imperfection** (incomplétude, incertitude, imprécision)



# Appréhender les phénomènes

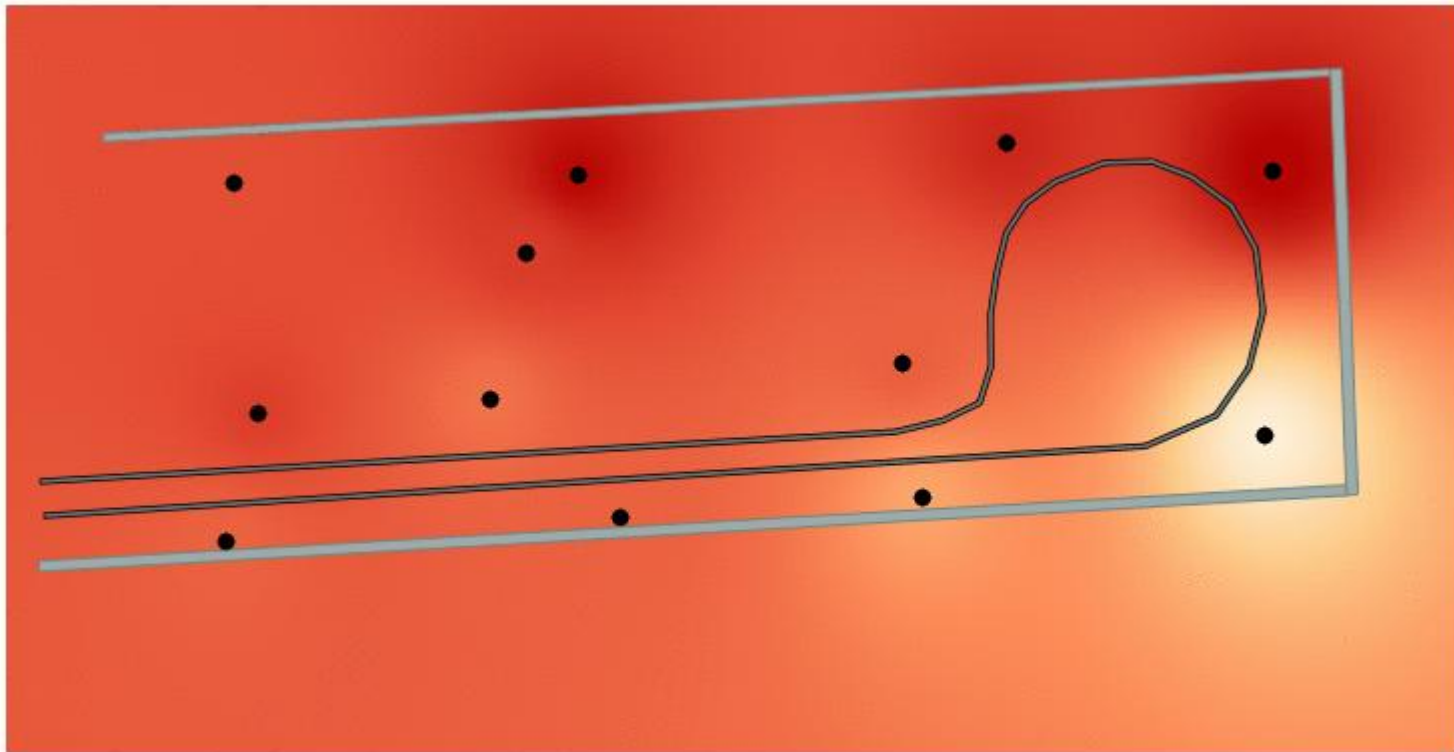
- Récits, Perception directe (vue, ouïe), Mesures sur le terrain, Modèles
  - Film d'une inondation
  - Mesures de niveau d'eau dans les rivières
  - Mesures de pollution de l'eau
  - Mesures de température dans une station
  - Mesures de hauteur de neige
  - Modèles de météo
  - Modèles de pollution
  - Modèles de propagation de bruit,



# Exemple 1:

Données de température sur le démonstrateur  
sense-city

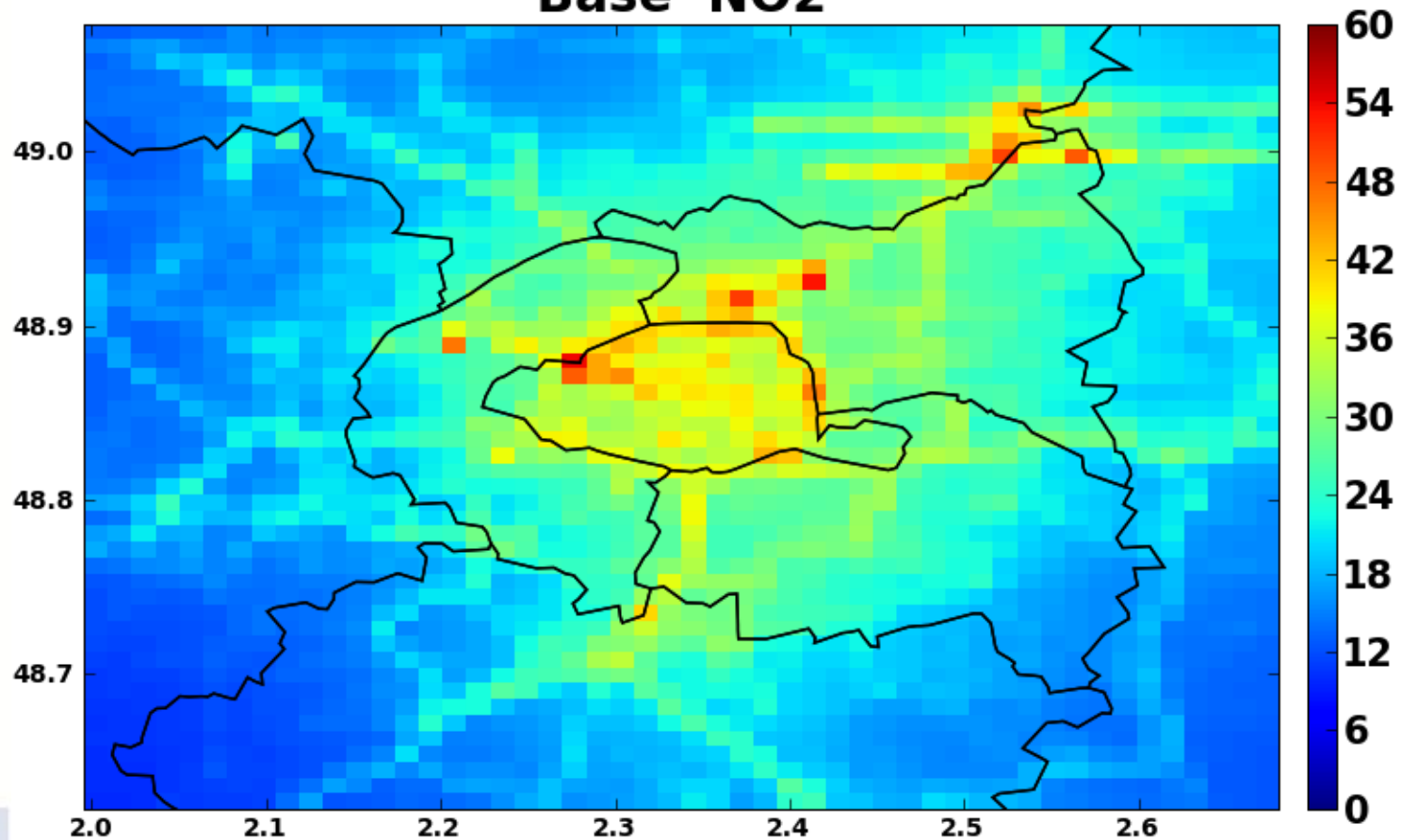
*8 capteurs, moyenne chaque heure et interpolation spatiale*



# Exemple 2

la pollution en région parisienne

**Base NO2**



*(calcul et représentation par le Cerea)*



# {Mesures}

☹️ Coût (nb capteurs)

☹️ Autorisation

☹️ Pertinence des interpolations

😊 Rapidité

➤ Bien adapté pour le contrôle de 'phénomènes locaux et à seuils' (intervention en cas de seuil dépassé)

# (Mesures + Modèle)

☹️ Justesse du modèle

☹️ Temps de calcul

☹️ Expertise minimale pour l'utilisation

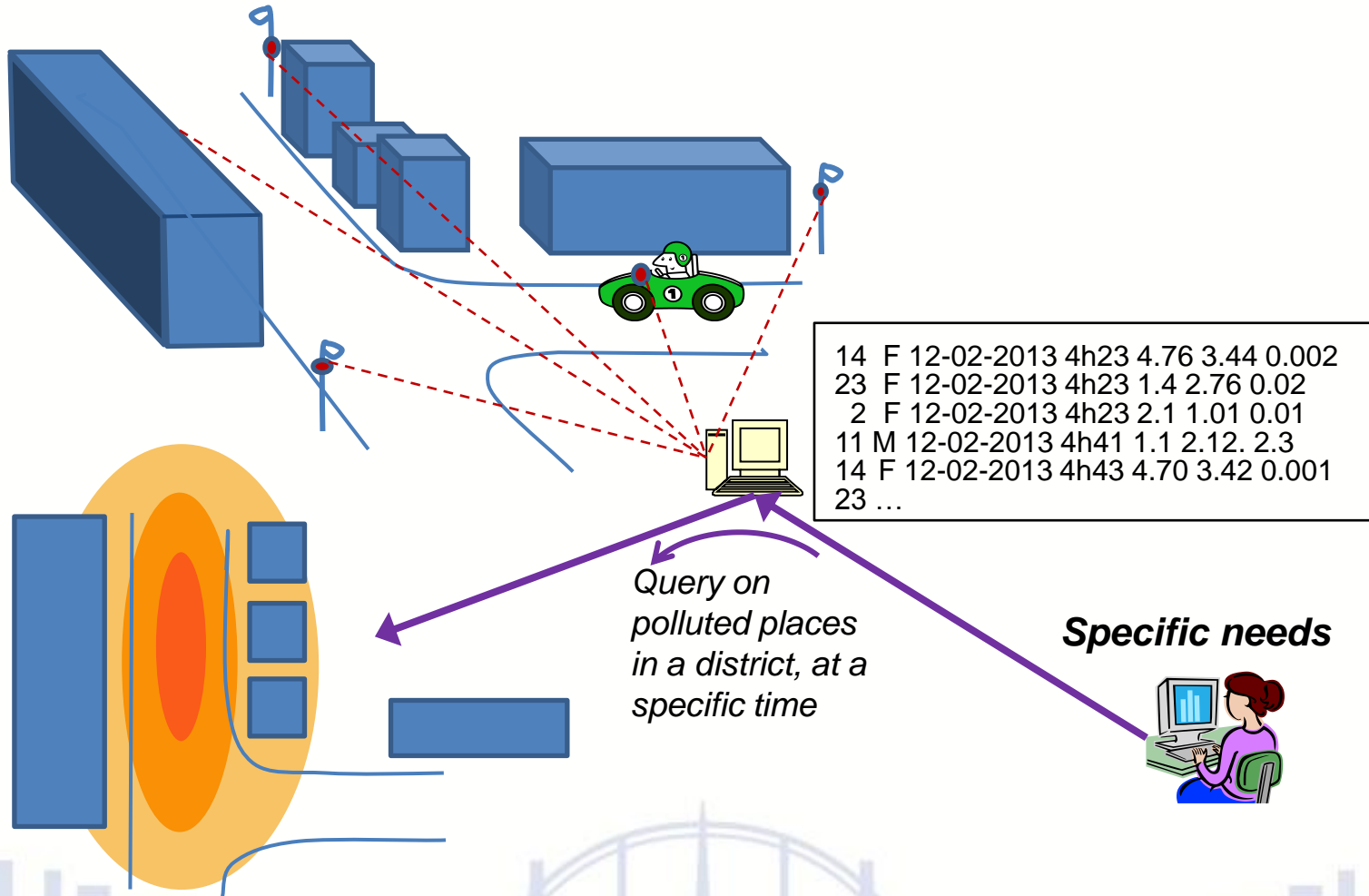
😊 Coût

➤ Bien adapté pour la **prévision** et les simulations des phénomènes diffus

# Finalités décisionnelles

- Décrire en temps réel
  - **Suivi de phénomène, alerte**
  - Enregistrer et rejouer
    - Pour comprendre ex: Rejouer la vidéo de l'inondation
- Prévoir
  - **un temps d'avance sur l'épisode**
- Décrire a posteriori
  - analyser, comparer, valider modèles et hypothèses, identifier des cas récurrents, savoir positionner les capteurs
- Simuler
  - Imaginer des situations, des évolutions, étudier l'impact d'aménagements (adaptation)

# Vers le temps réel



# Finalités scientifiques

- Décrire en temps réel
  - Suivi de phénomène, alerte
  - **Enregistrer et rejouer**
    - Pour comprendre ex: Rejouer la vidéo de l'inondation
- Prévoir
  - un temps d'avance sur l'épisode
- **Décrire a posteriori**
  - Pour analyser, comparer, valider modèles et hypothèses, identifier des cas récurrents, savoir où placer des capteurs
- **Simuler**
  - Imaginer des situations, des évolutions, étudier l'impact d'aménagements (adaptation)

# Difficultés

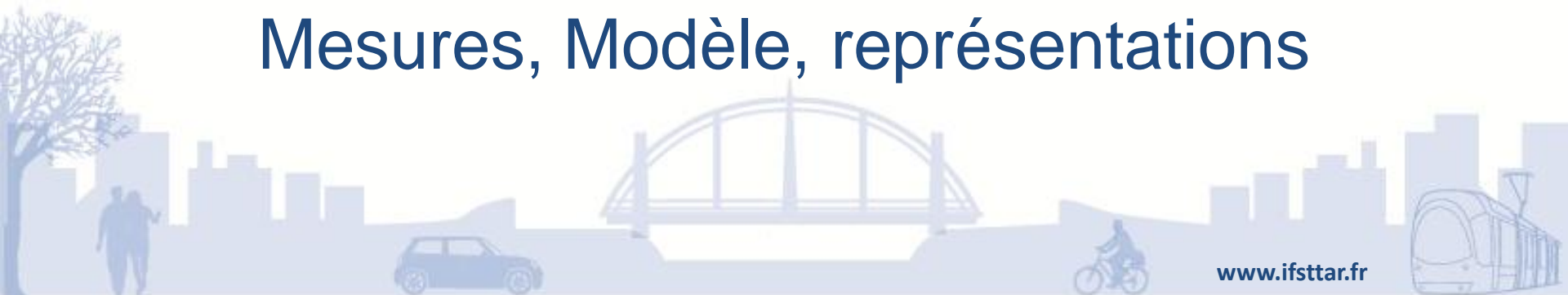
- Gros volume de données **Big Data**
  - Spatial (découpage) **Data Mining**
  - Temporel (série de données)
- Données 3D
- Données imparfaites
  - Hypothèses, interpolations
- Hétérogénéité de la granularité spatiale



# Apport des méthodes d'analyse et de représentation pour comprendre les phénomènes (causalité, fonctionnement), leur dangerosité et les vulnérabilités

Mesures, interpolations,  
représentations

Mesures, Modèle, représentations



# Mesures et représentations

Exemple d'un réseau de capteurs  
de température sur le  
démonstrateur sense-city

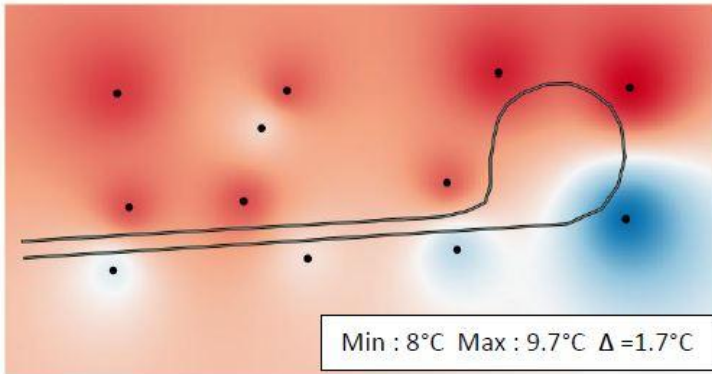


# Interprétation

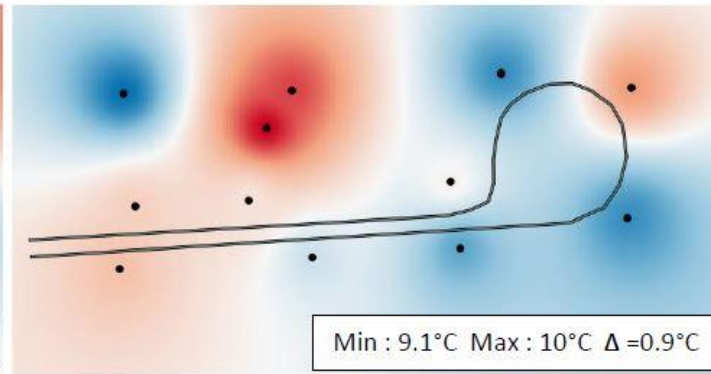
Les données prennent leur sens dans un contexte

- Causalité, Dangersité

Températures moyennes **sans** contexte

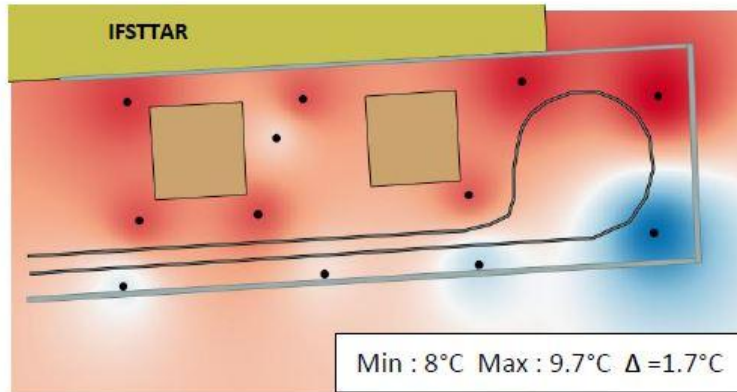


Moyenne des températures à 0.5m du sol

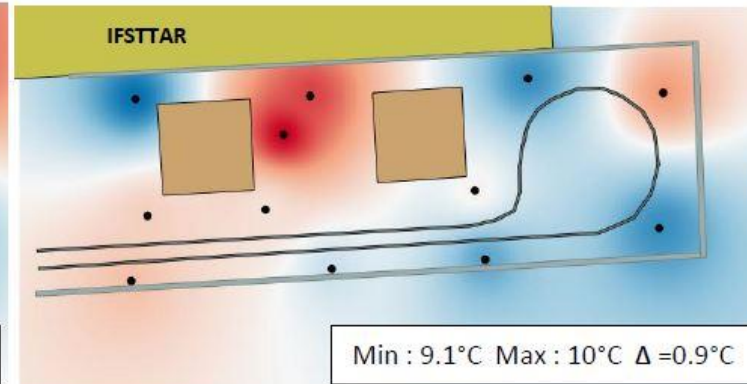


Moyenne des températures à 3m du sol

Températures moyennes **avec** contexte



Moyenne des températures à 0.5m du sol



Moyenne des températures à 3m du sol

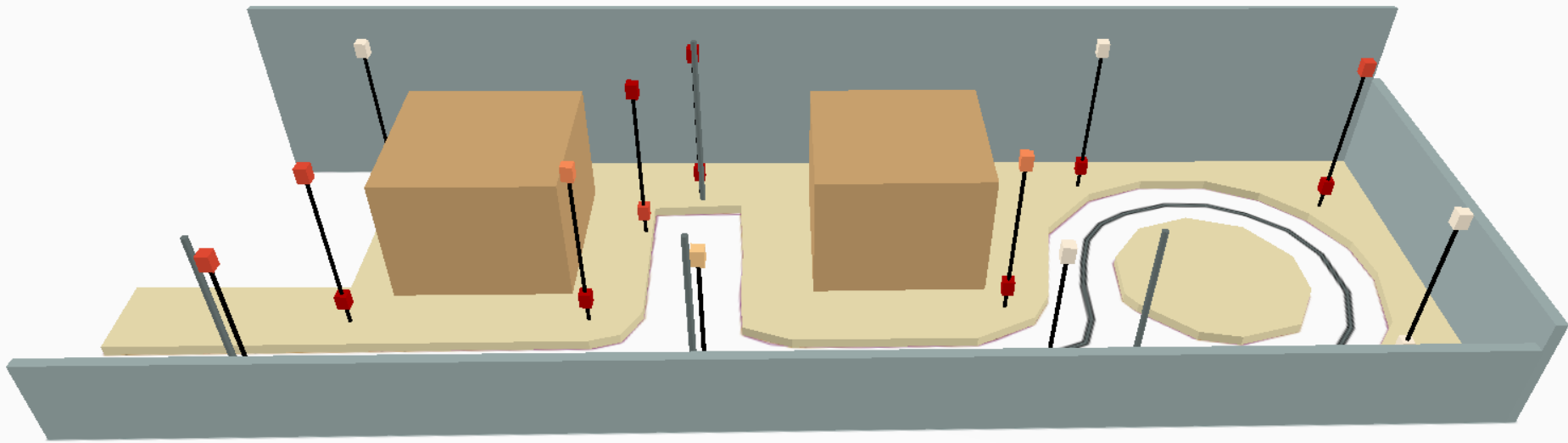
ensoleillement





# Interprétation

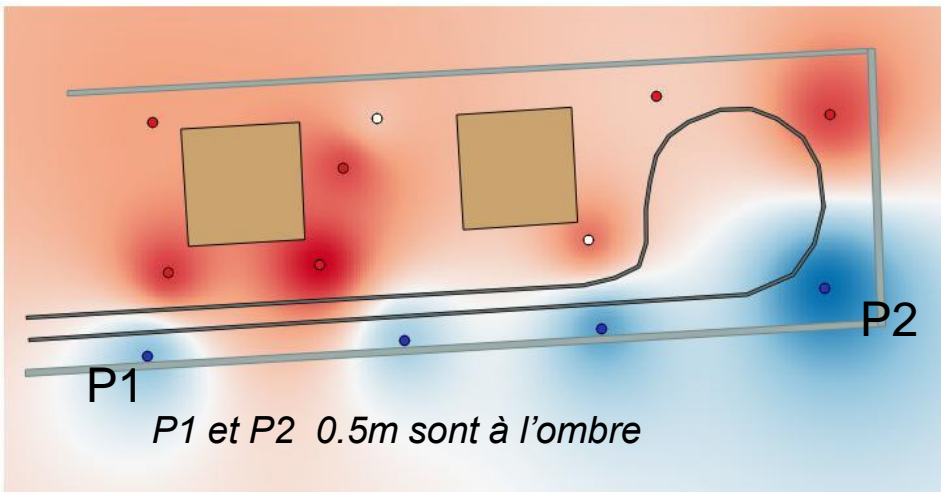
Les données prennent leur sens dans un contexte



Représentation des capteurs et des températures moyennes aux capteurs



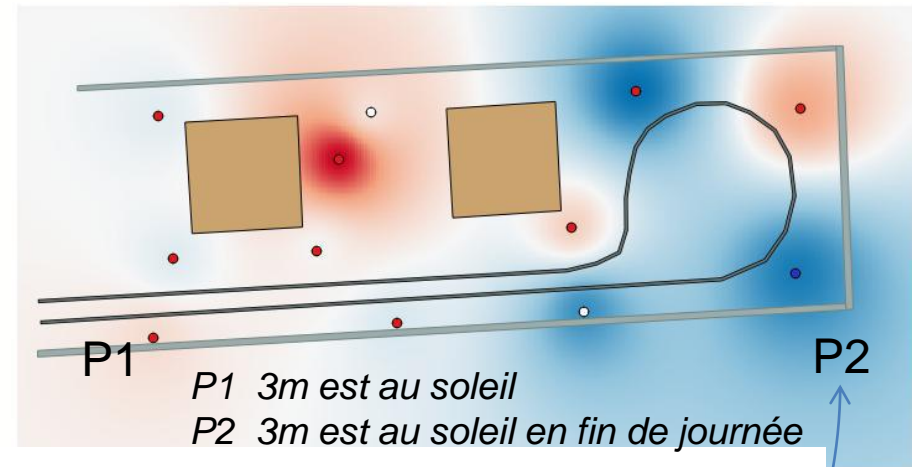
# Les lieux les plus chauds, moyenne jour



Moyenne jour à **0.5m**  
 Min : 13.6°C Max : 16.2°C  
 $\Delta = 2.6^\circ\text{C}$

- A l'ombre
- Au soleil
- ½ ombre ½ soleil

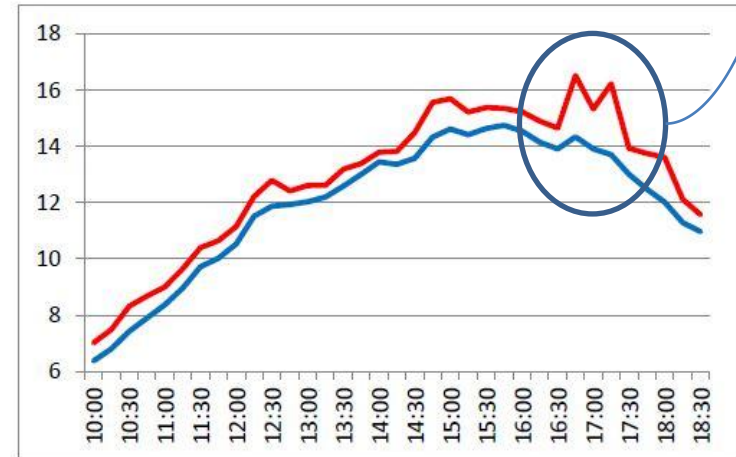
Moyenne jour à **3m**  
 Min : 15°C Max : 16.9°C  
 $\Delta = 1.9^\circ\text{C}$



Evolution de la température de P1



Evolution de la température de P2

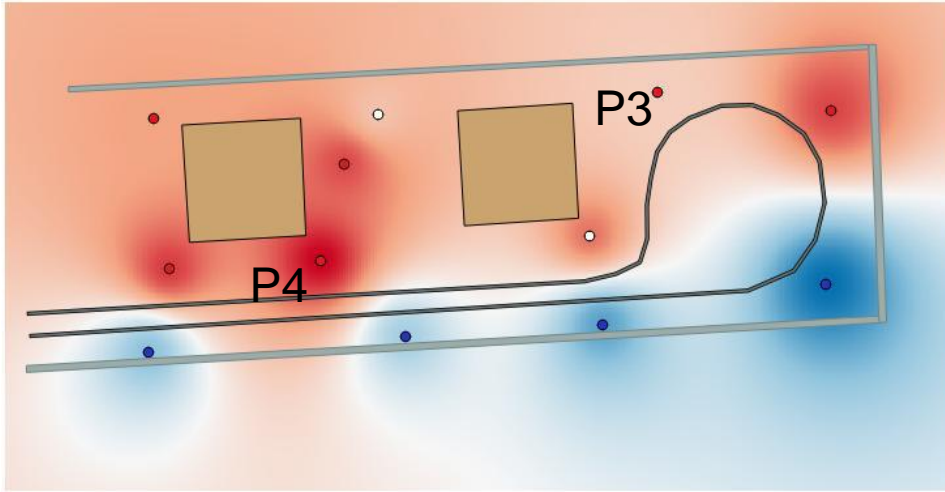


3m ————  
 0.5 m ————

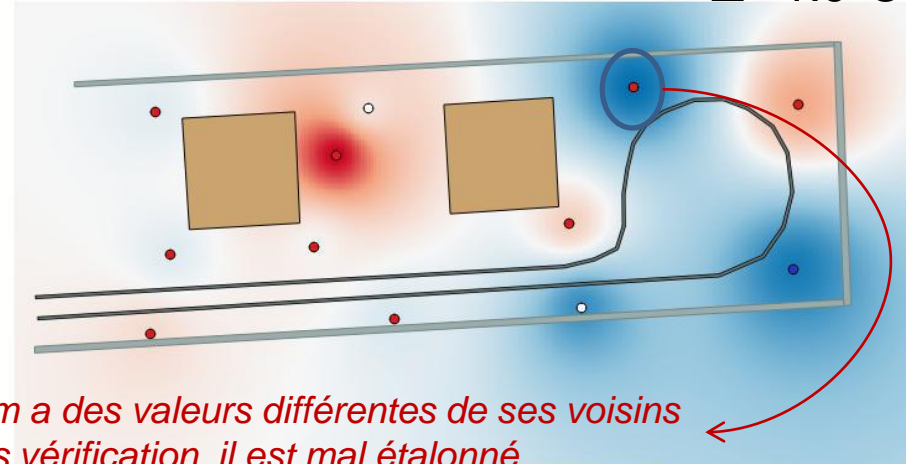
# Les lieux les plus chauds, moyenne jour

- A l'ombre
- Au soleil
- ½ ombre ½ soleil

Moyenne jour à 3m  
 Min : 15°C Max : 16.9°C  
 $\Delta = 1.9^\circ\text{C}$



Moyenne jour à 0.5m  
 Min : 13.6°C Max : 16.2°C  
 $\Delta = 2.6^\circ\text{C}$

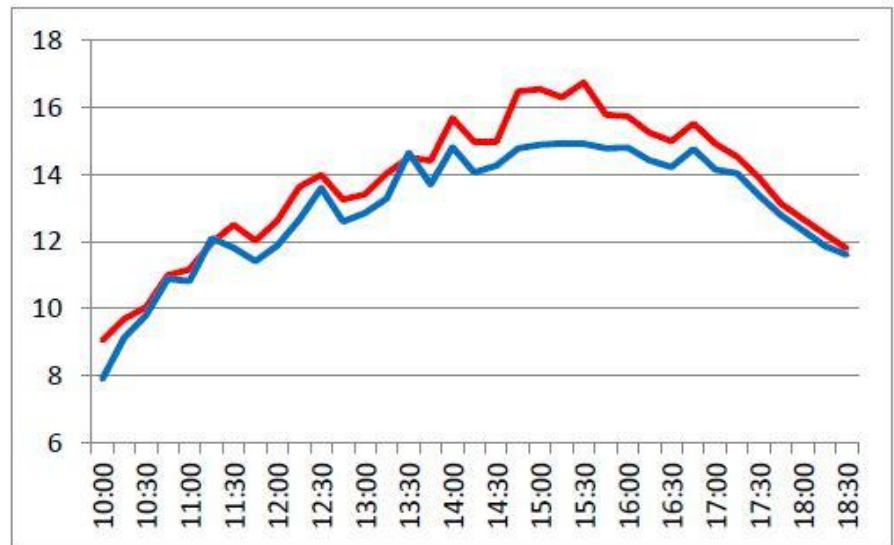


*P3 3m a des valeurs différentes de ses voisins  
 Après vérification, il est mal étalonné*

Evolution de la température de P3



Evolution de la température de P 4



# Mesures, Modèle et représentations

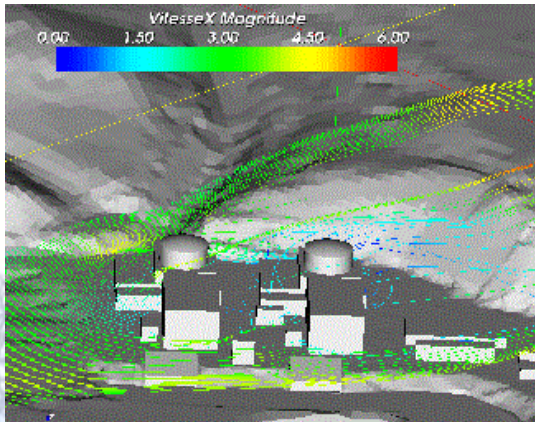
Des viewers scientifiques au SIG



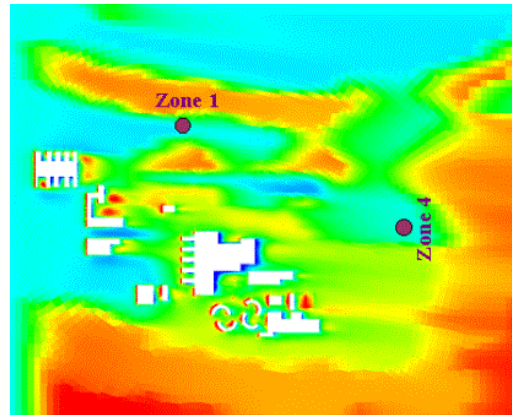
# Modèles pour calculer des phénomènes

ex : Code\_Saturne (ENPC; CEREAs; EDF)

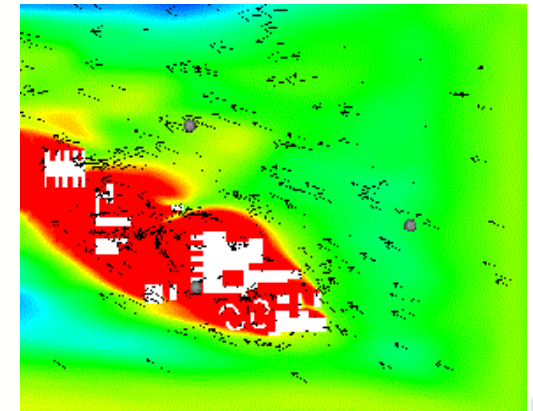
- Impacts sur l'environnement (ex dispersion d'un polluant)
- Impacts de l'environnement (sur le vent, la temp.)



*Dispersion around plant*



*Turbulence field (building and canopy)*



*Temperature with building effects*

# Les modèles requièrent au minimum

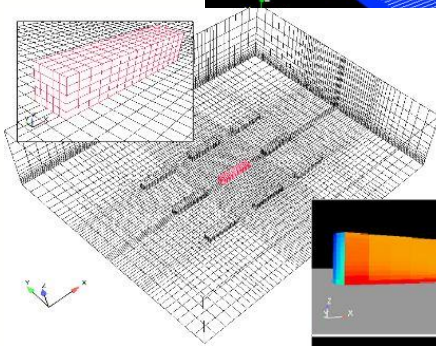
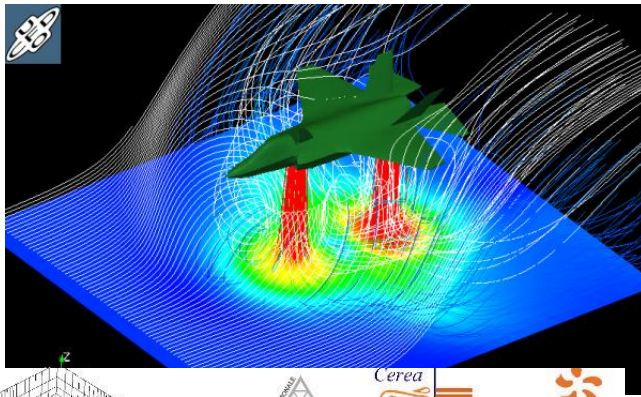
- IN

- Mesures (température, vent, pollution, etc.) acquises par capteurs (ou par un autre modèle)
- Représentation 3D de la scène dans un format spécifique

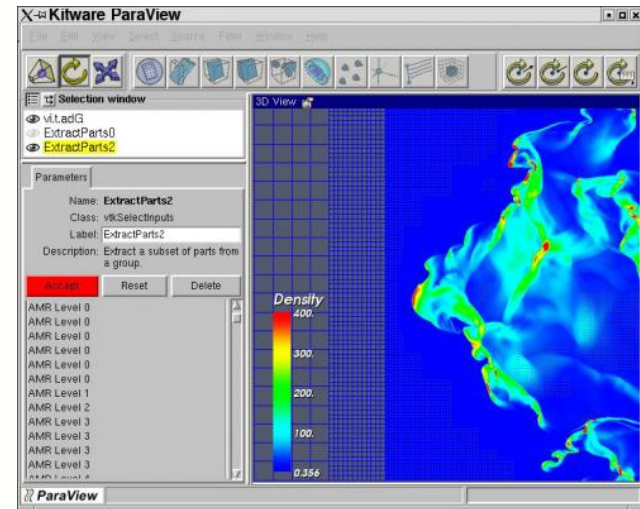
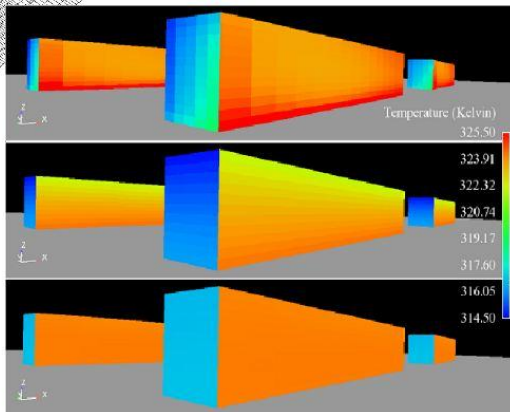
- OUT

- **Gros volume de données** peu structurées
- Un viewer pour explorer les résultats
  - comme © Paraview ; © Ensignit ...

# Des viewers .. pour les experts



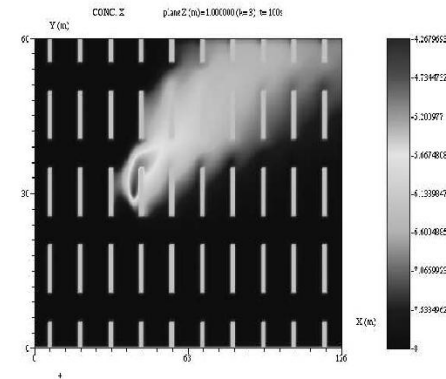
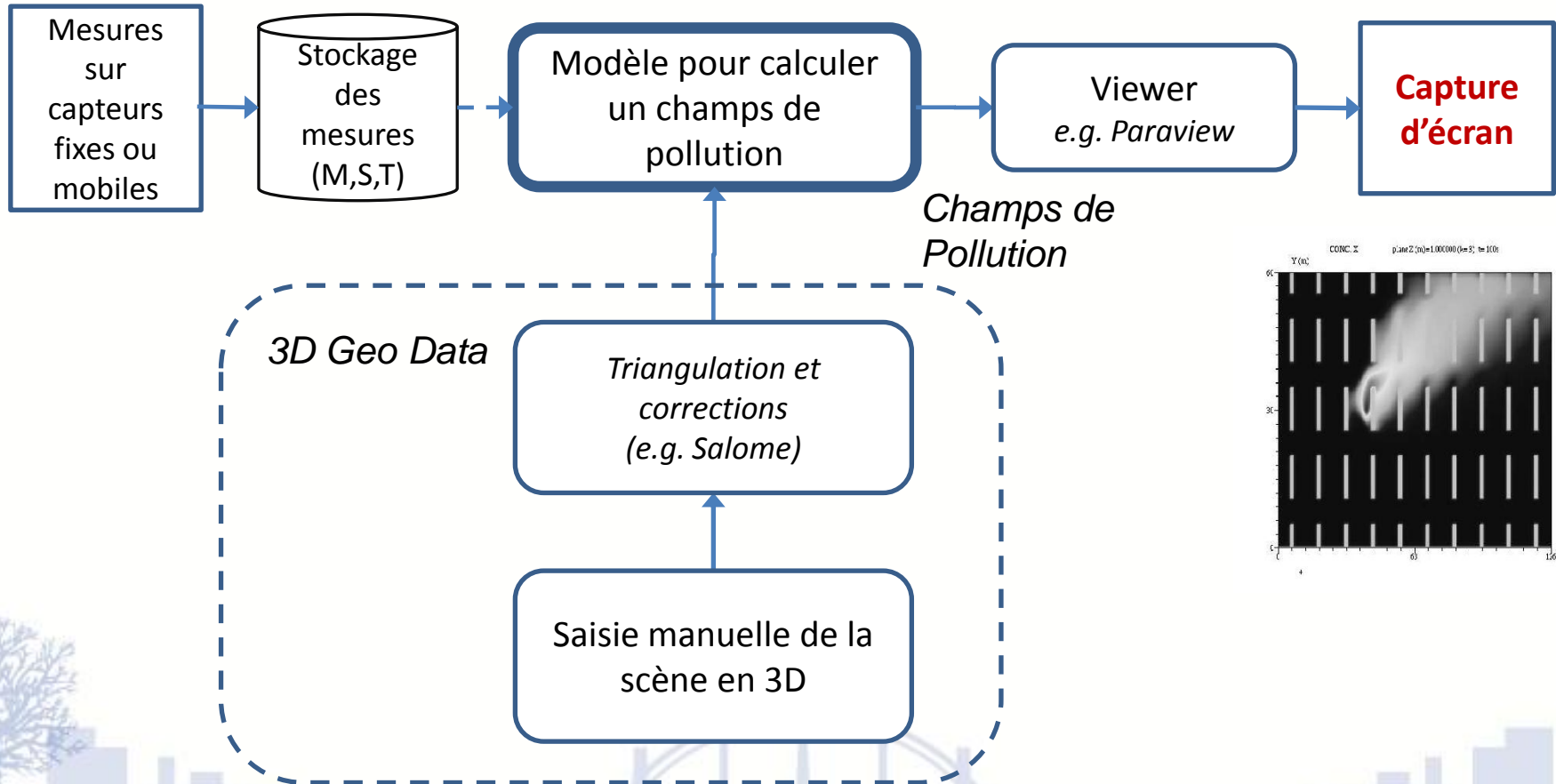
Radiative and convective effects with buildings  
(Milliez 2006 & Thesis Y. QU)



Paraview

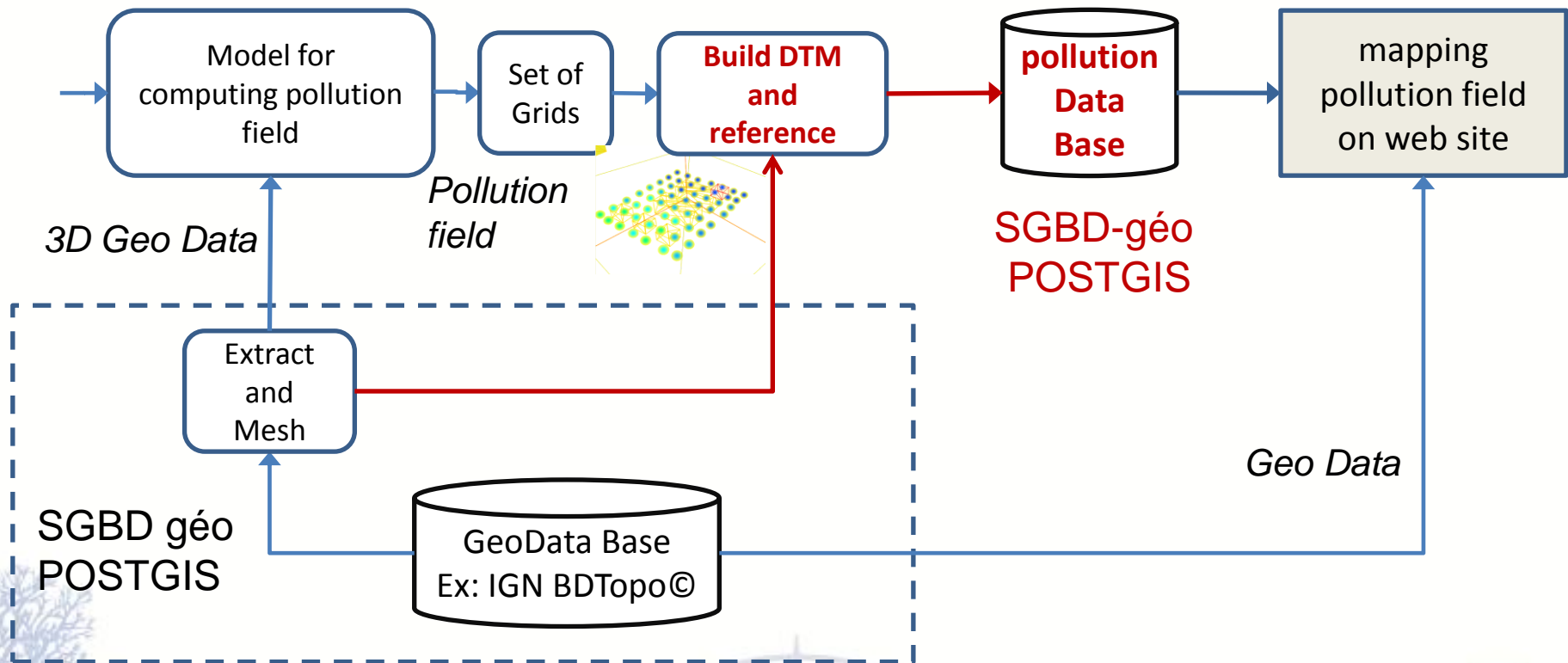
- pas de systèmes de coordonnées géo
  - pas de standards OGC pour les In/out
  - représentations graphiques irréalistes
  - pas de concepts d'objets
- **les phénomènes ne sont pas contextualisés**

# Les données pour l'expert du modèle



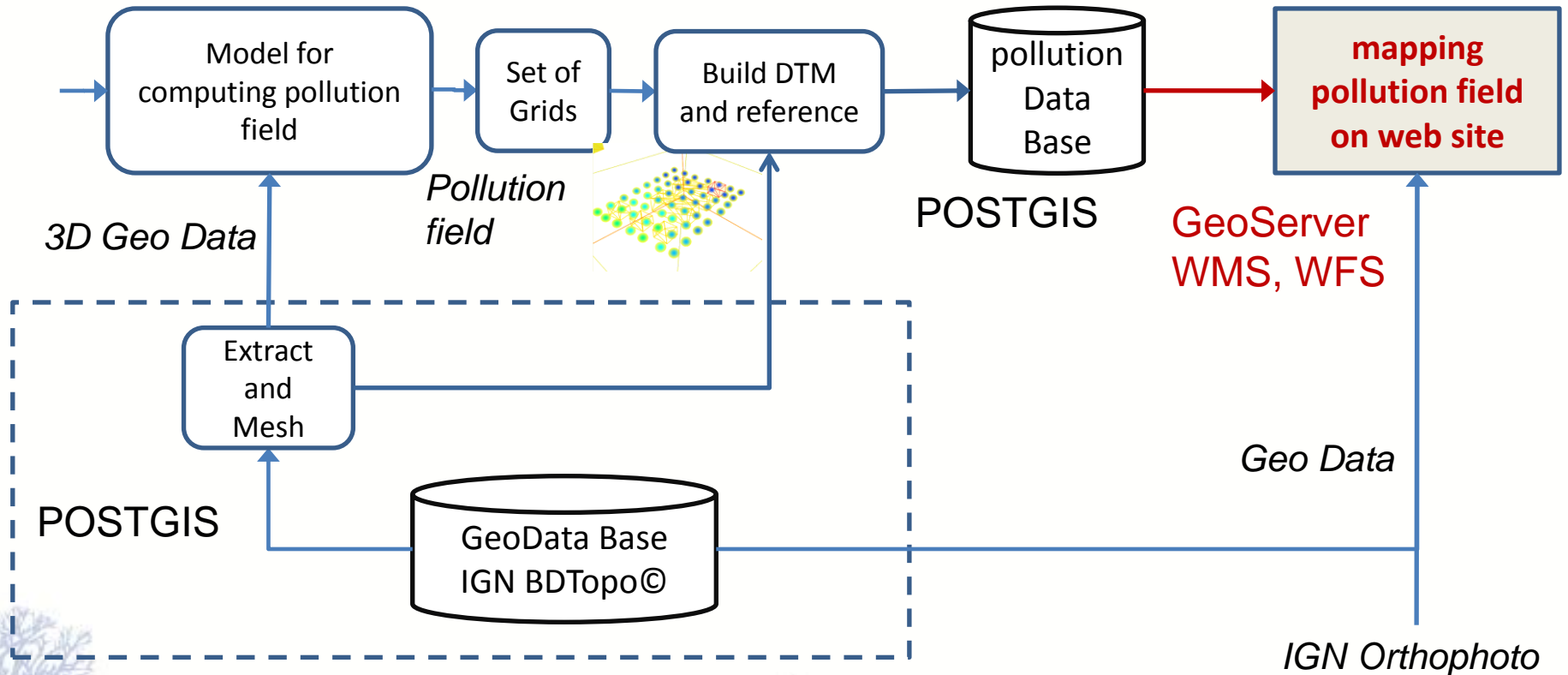


# Coordonnées géographiques utilisation de format SIG et stockage SGBD-Géo

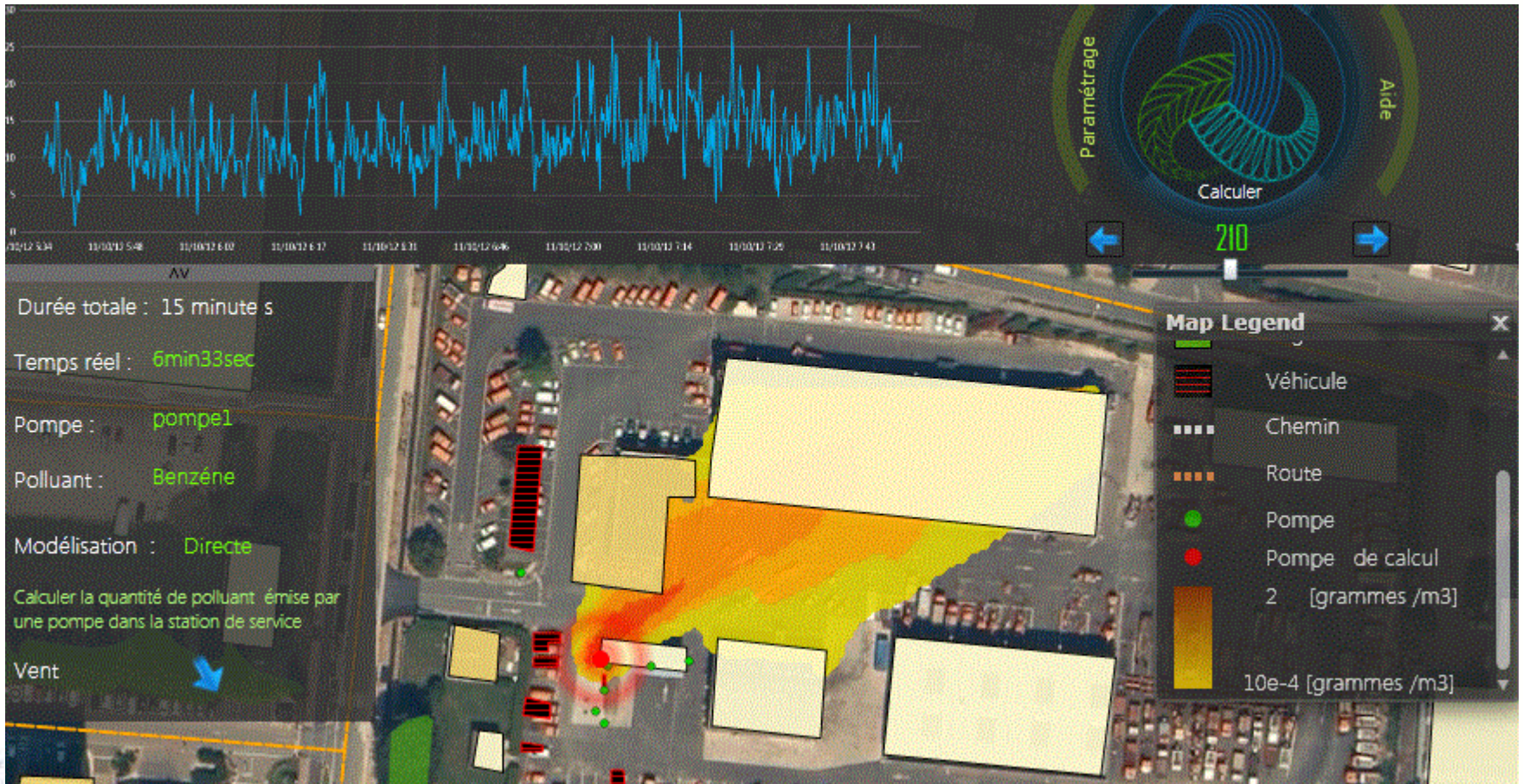


# Représentation sur un site web

## *utilisation de services web*



# <http://representation-phenomenes.ifsttar.fr/>

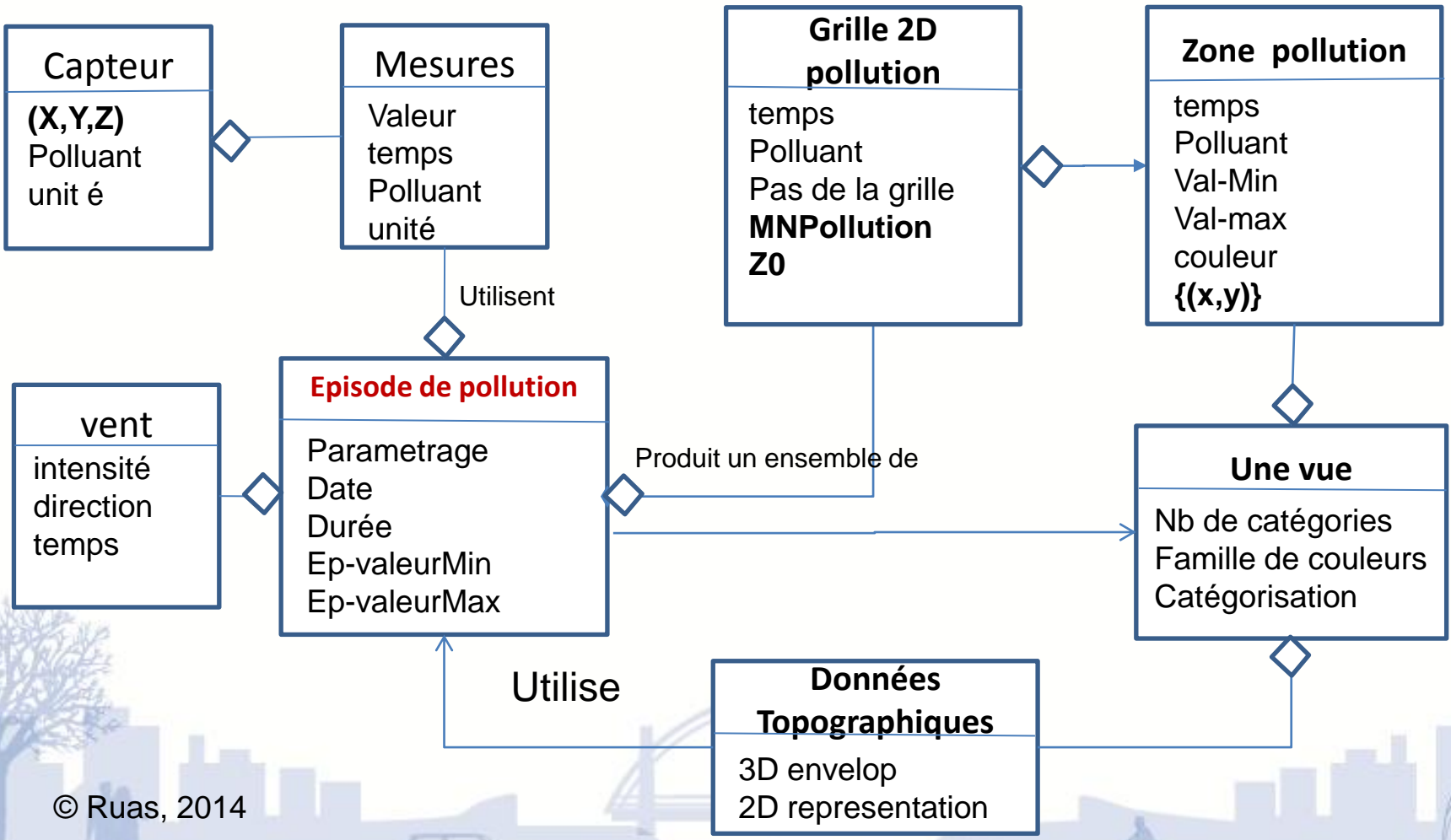
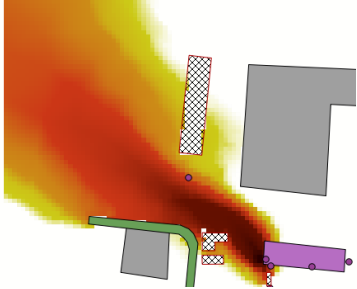


Station services  
Polluant : Benzene

PostGis  
GeoServer  
WMS and WFS

IGN BDtopo et Orthophoto  
**Projet immanent**

# Demande une structuration de l'information



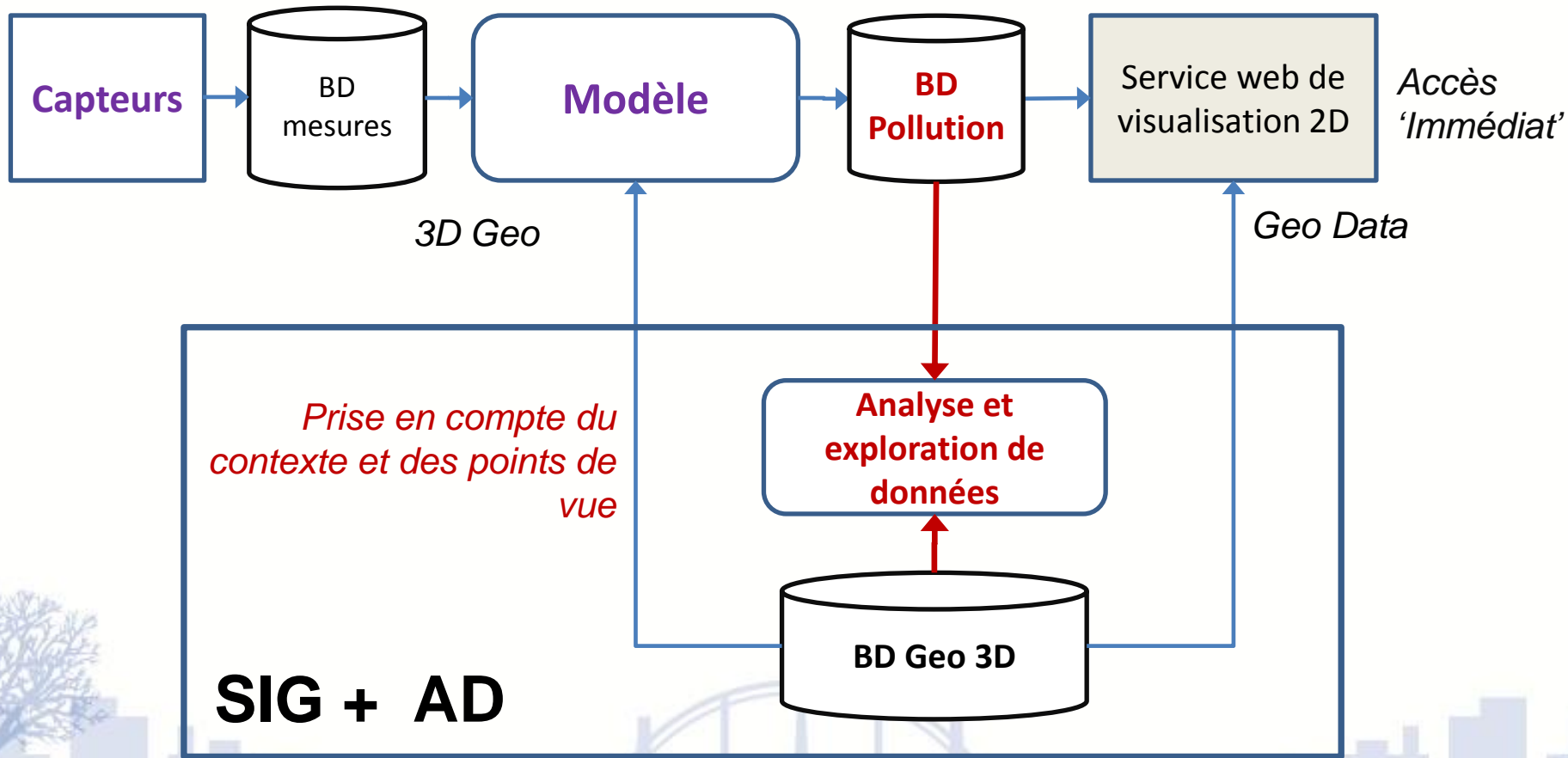
# Co-visualiser les données pour les explorer

Visualisations en 2D et 3D

Etendre les méthodes  
d'exploration



# Analyser, explorer les phénomènes contextualisés



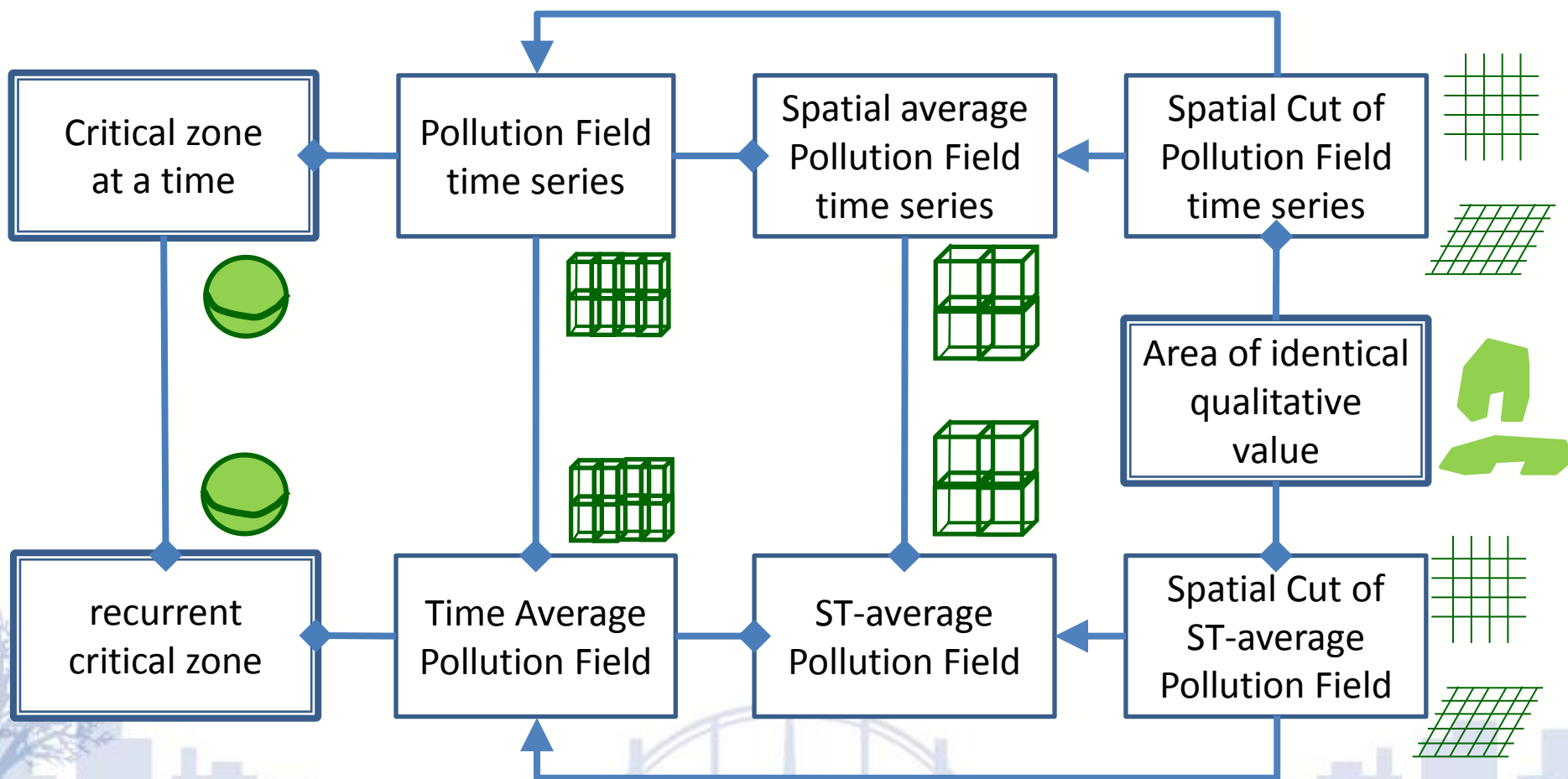
# Visualiser des données dérivées des données initiales

- Représenter les données sur différentes géométries
  - Dans une zone limitée CUT
  - Avoir moins d'information AGGREGATE
  - Compléter les informations DESAGGREGATE
  - Sur un plan CUT
  - Par catégorie CATEGORIZE

- La notion de **zone critique** est importante

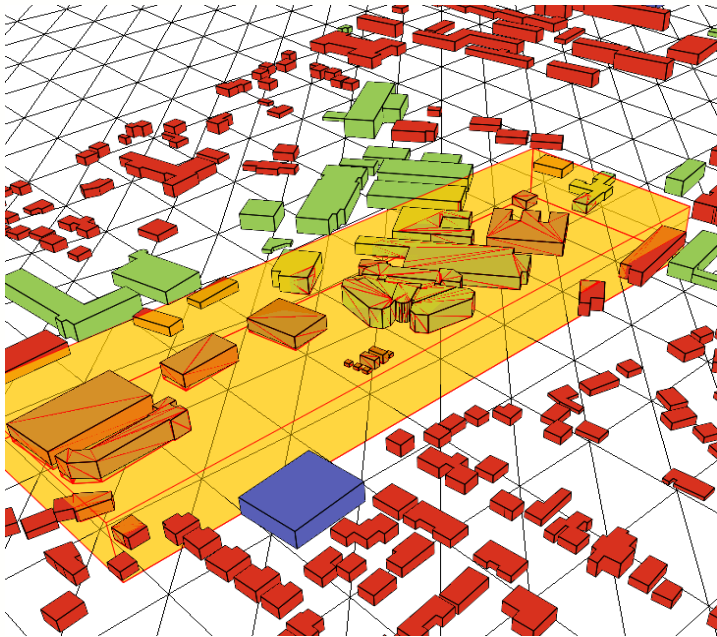


# Sélection, Généralisation, Projection des données à la demande

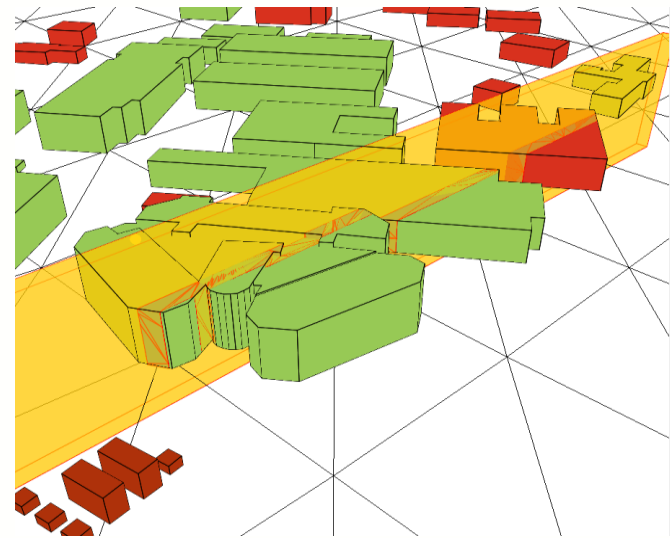




# Définir des espaces



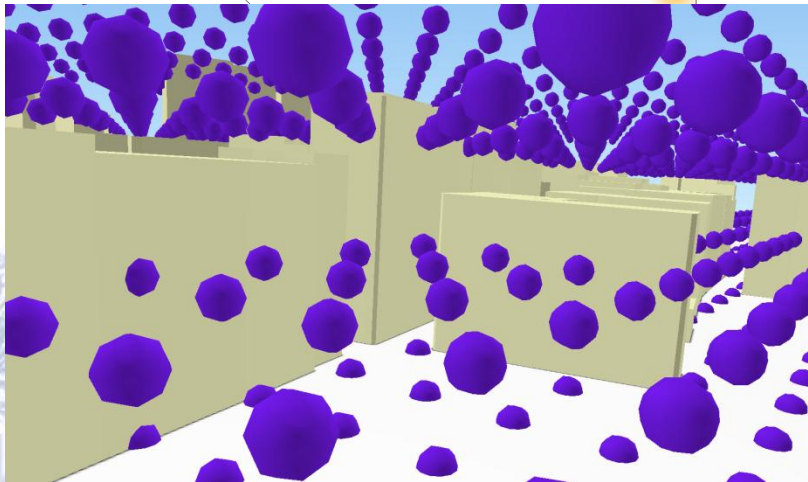
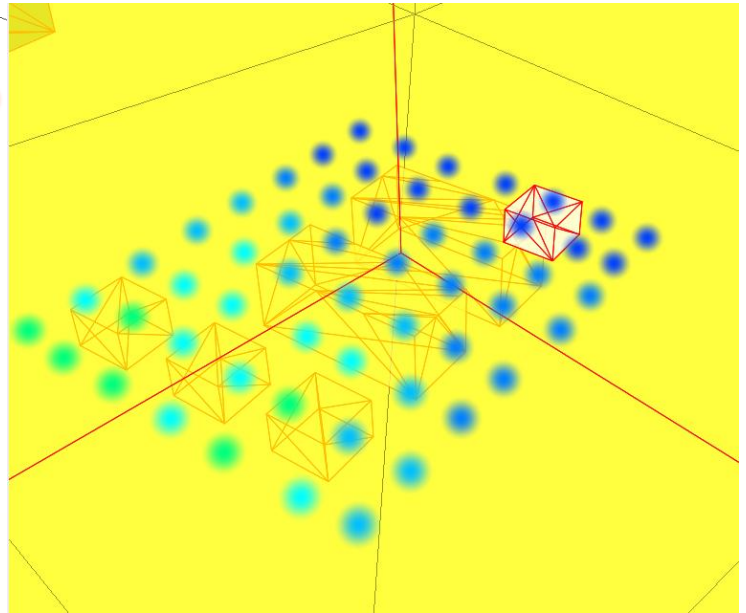
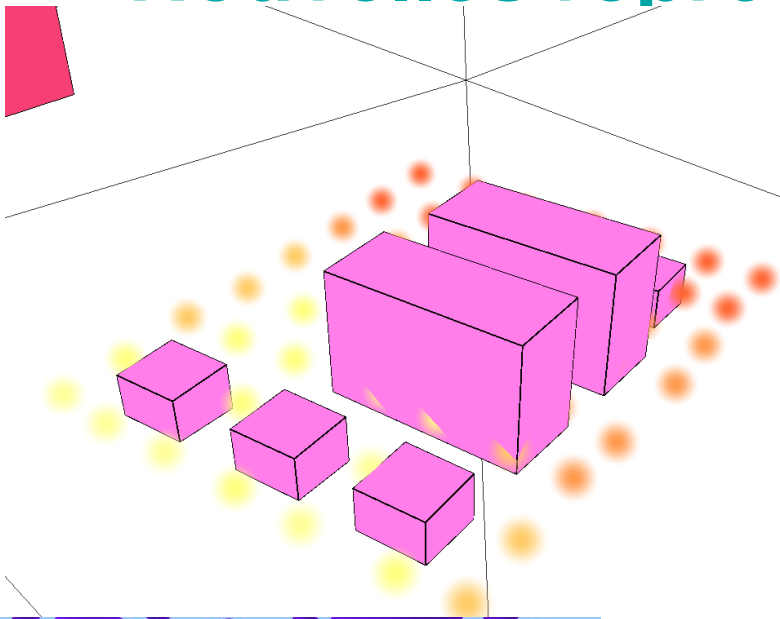
*Define a sub area or a plan*



*Computing the intersections between the topographic data and the area or the plan*



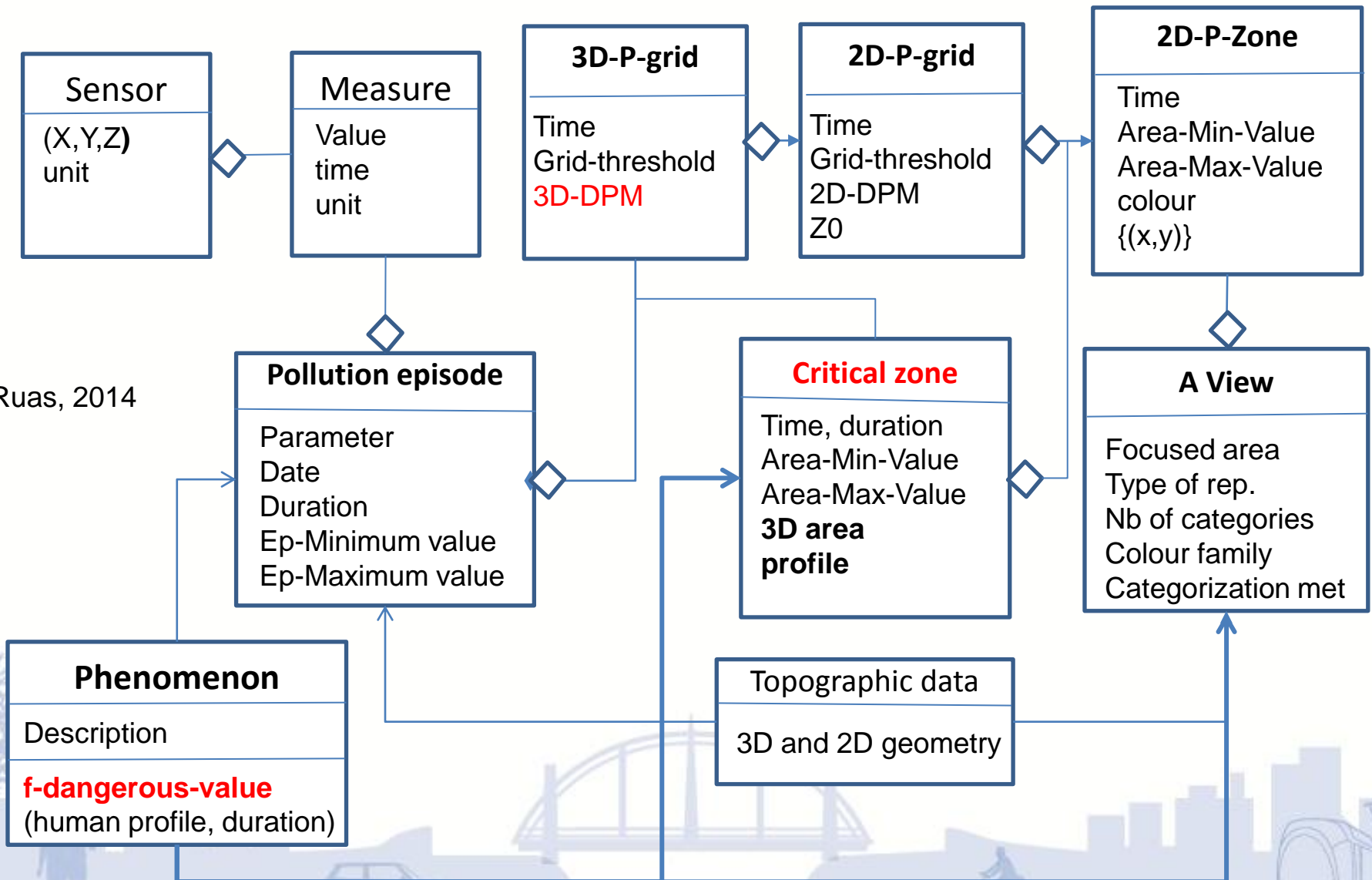
# Nouvelles représentations



Thèse Ha Pham, Ifsttar

Optimiser les représentations (densité, taille et couleur des symboles) en fonction du niveau de zoom, de l'angle de vue, des objets urbains (bâti)

# Enrichir le schéma de données



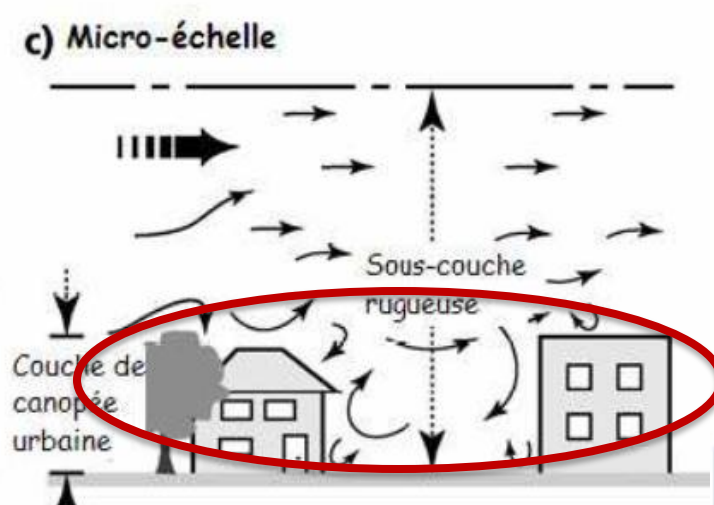
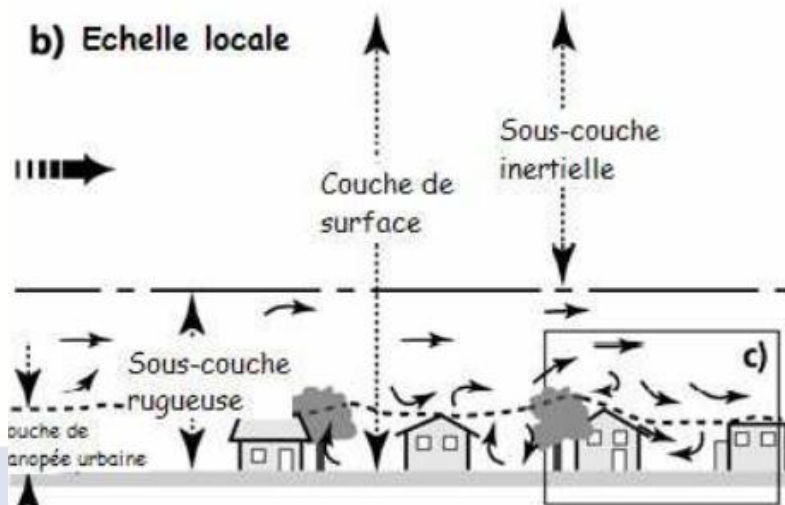
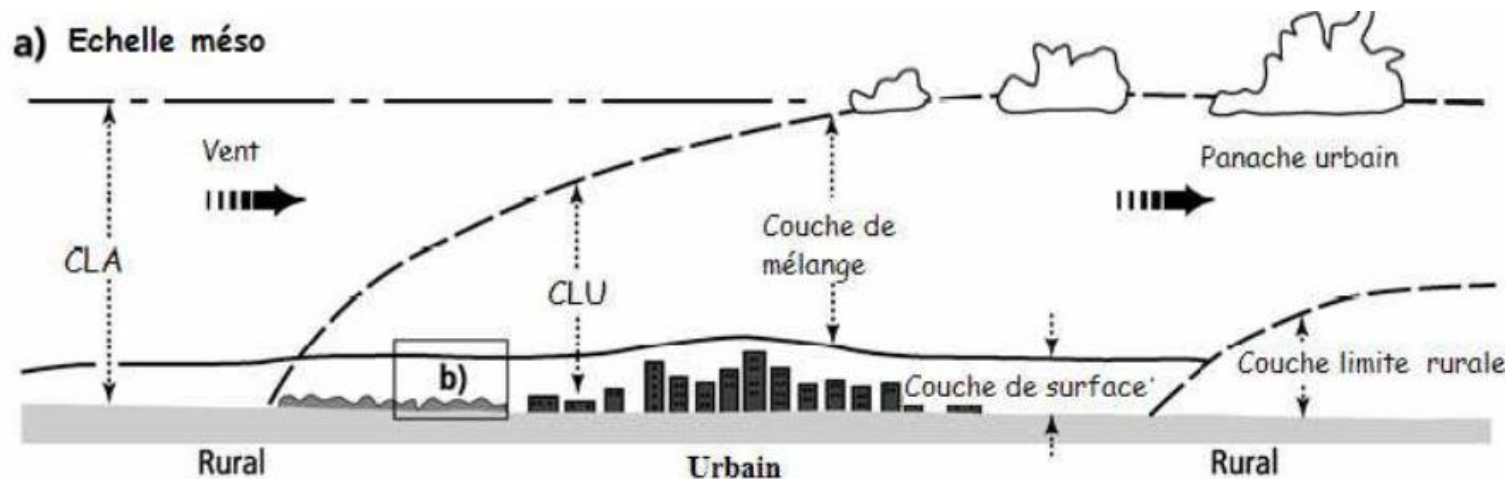
© Ruas, 2014

Exemple 1

# Analyse, Représentations & Enrichissement de la température urbaine cas des canicules

**Laura Pinson**  
**Anne Ruas**



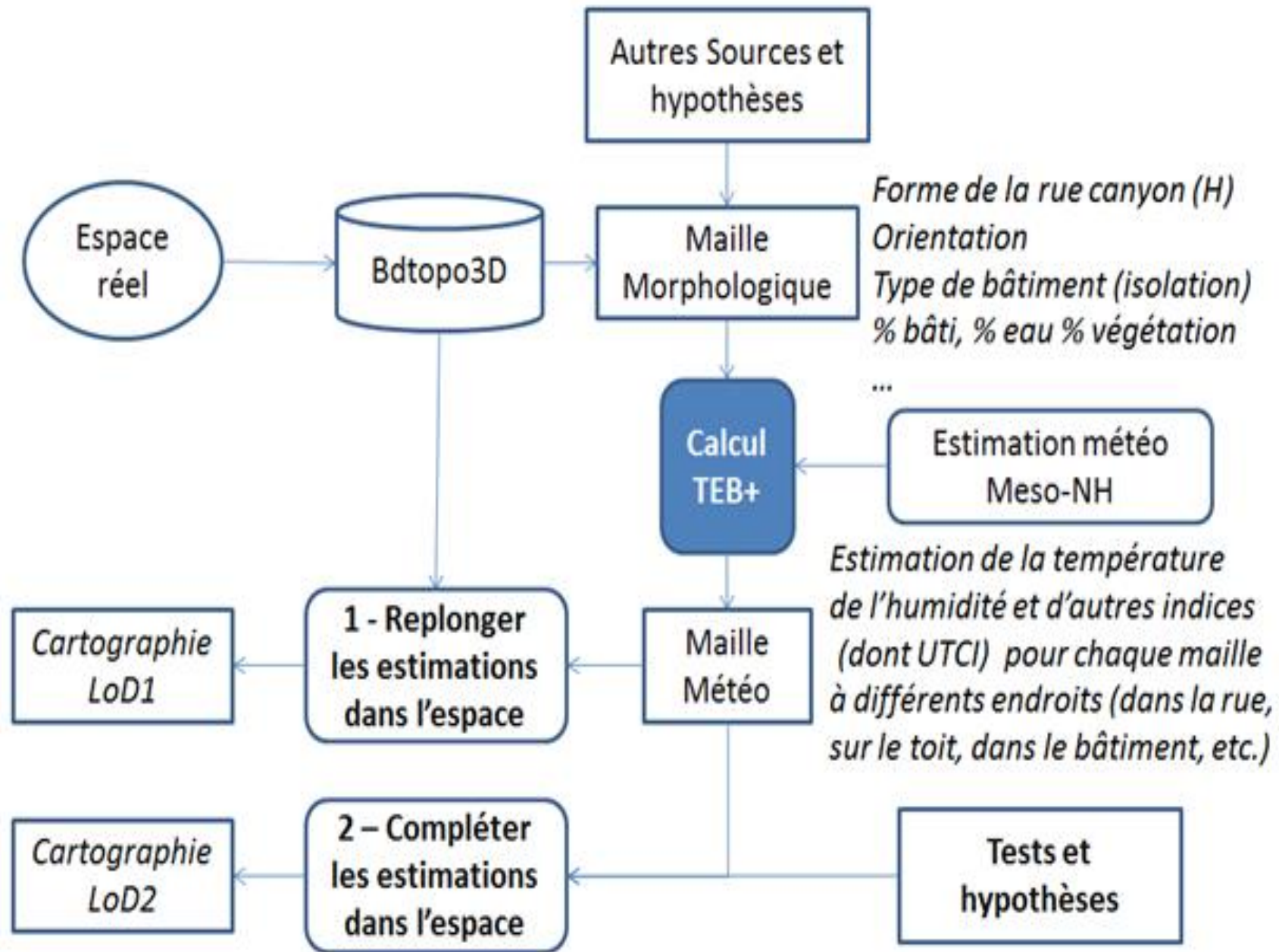


Représentation schématique de la couche limite urbaine (CLU) à méso-échelle (a), à l'échelle locale (b) et à micro-échelle (c) (Leroyer (2006), d'après Oke (1987)).

# Contexte

- Des modèles de prévisions existent qui prennent en compte le phénomène d'îlot de chaleur
  - Ex TEB (Masson, Météo-France)
- Au niveau local les phénomènes trop peu différenciés
- Améliorer :
  - l'information sur les canicules en zones urbaines denses
  - La prise en compte la **durée** pour passer à la notion de dangerosité
  - la représentation graphique de cette information





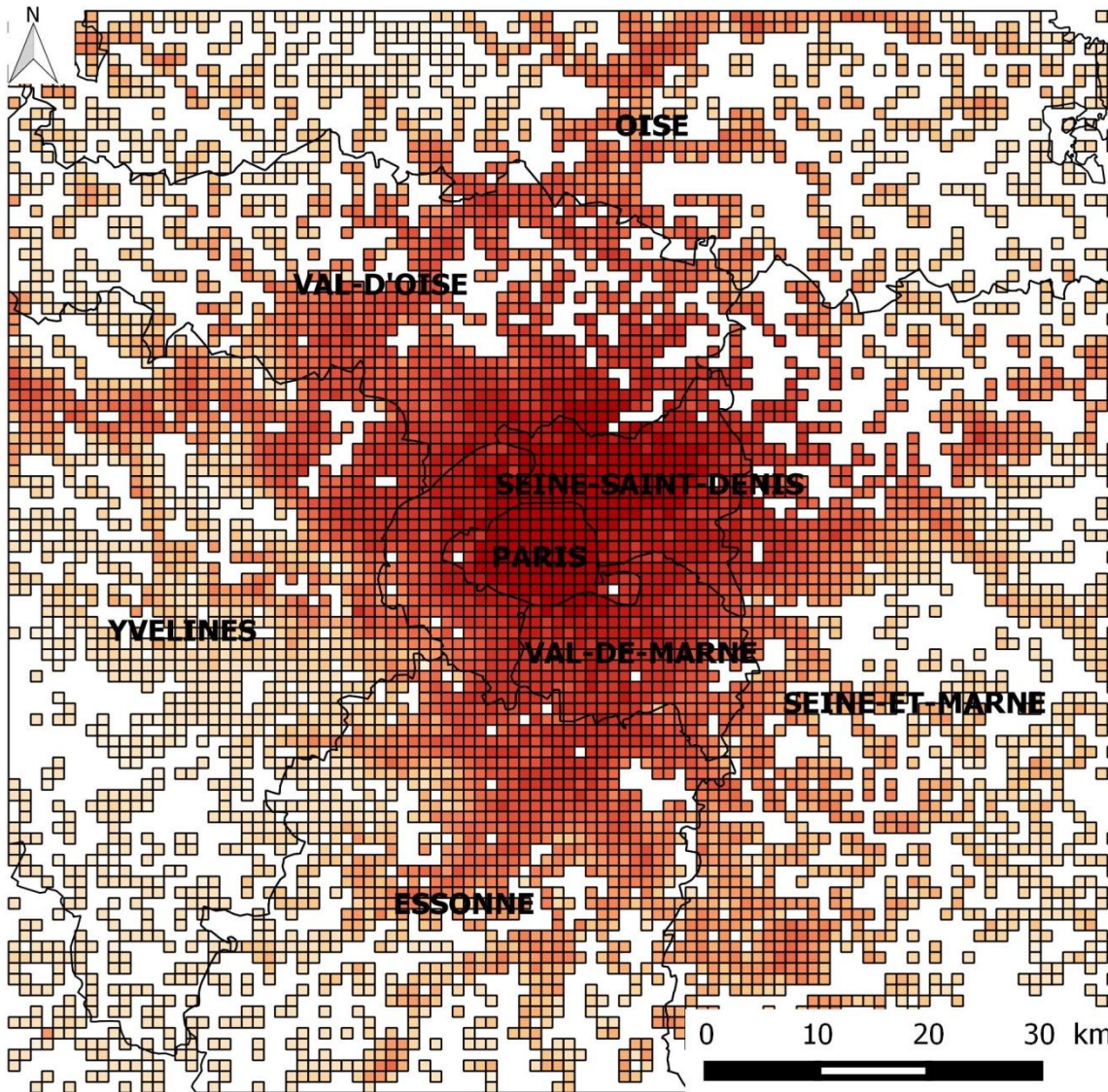
# Exemple de données TEB (IN/OUT)

- &FULL XLON
- XLON
- 0.17094397D+01 0.17229511D+01 0.17364625D+01 0.17499740D+01 0.17634856D+01  
0.17769972D+01 0.17905090D+01 0.18040207D+01 0.18175326D+01  
(200\*200)
- &FULL XY
- XY
- 0.68129990D+07 0.68129990D+07 0.68129990D+07 0.68129990D+07 0.68129990D+07  
0.68129990D+07 0.68129990D+07 0.68129990D+07 0.68129990D+07

**~ 260 valeurs en chaque nœud, 40000 nœuds**

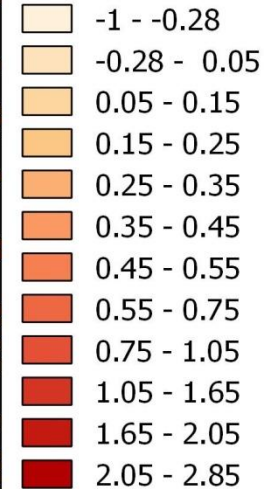
- FRAC\_NATURE : fraction de zones naturelles ou agricoles dans la maille (y compris grands parcs urbains comme Vincennes)
- FRAC\_TOWN : fraction de ville dans la maille (y compris jardins)
- D\_BLD : coefficient d'occupation du sol des bâtiments, relativement à la partie urbanisée de la maille uniquement
- D\_BLD\_HEIGHT : hauteur des bâtiments
- D\_BLD\_AGE : date de construction des bâtiments (majoritaire dans la maille)
- D\_GARDEN : fraction de jardins, relativement à la partie urbanisée de la maille uniquement
- TWALLA1 : température de surface du mur A
- TWALLB1 : température de surface du mur B (en face de A)
- TROAD1 : température de surface de la route
- TROOF1 : température de surface du toit
- GD\_TG1 : température de surface de la végétation dans les jardins





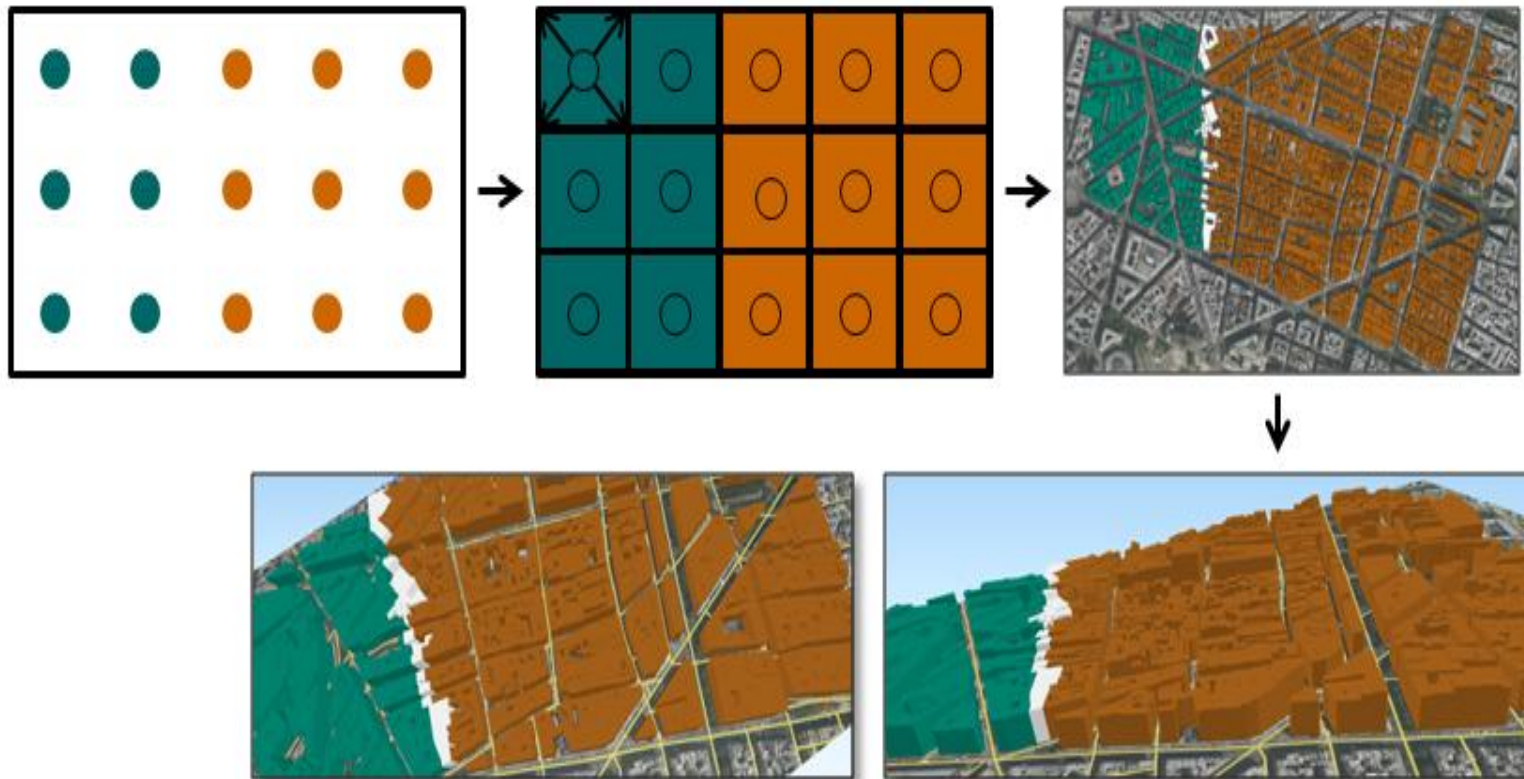
## Légende

Température de la rue à 2m (°C)



Représentation de la simulation TEB pour la température de la rue à 2m du sol au 1.01.04 en IDF (maille de 1km<sup>2</sup>)

# Replonger les données du modèle dans l'espace



# Représentations des flux hydrographiques dans les réseaux d'eau potable

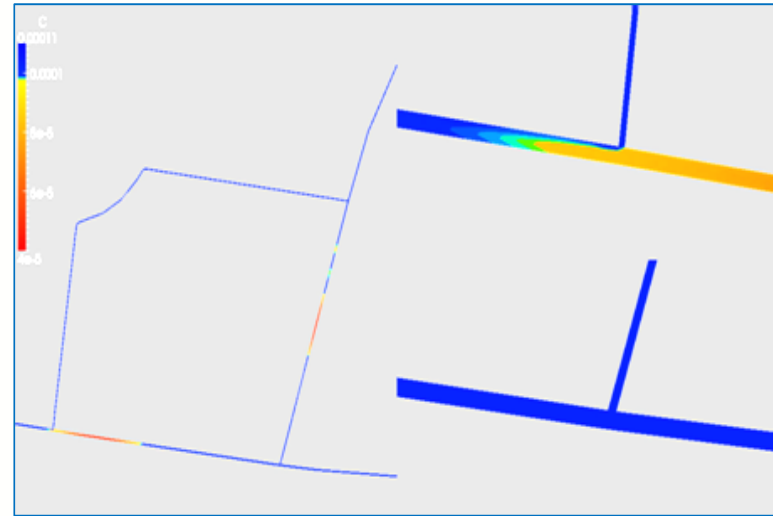
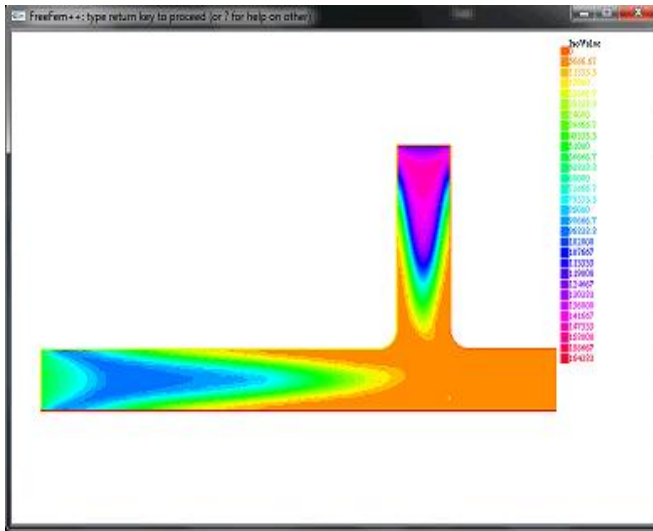
Ha Pham

Anne Ruas



# Calcul de flux

## Mécanique des fluides

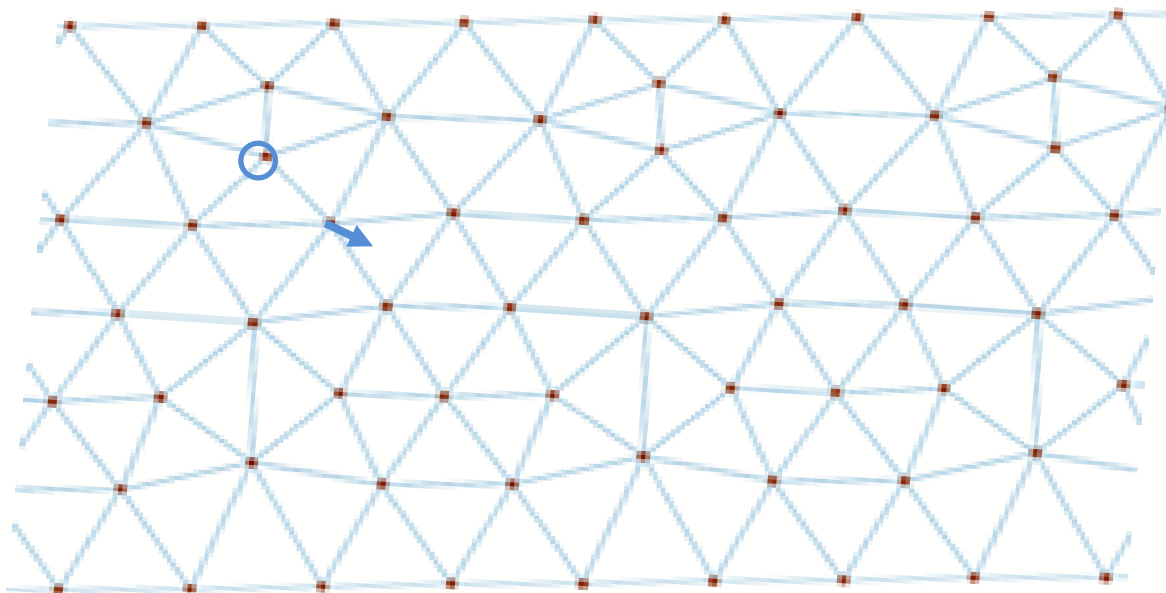


A partir de mesures en certains points et de la géométrie du réseau on peut calculer

- la vitesse,
- la pression
- les concentration de produit chimique (chlore)

J. Waeytens, Lisis

# Densité des données sortant des modèles

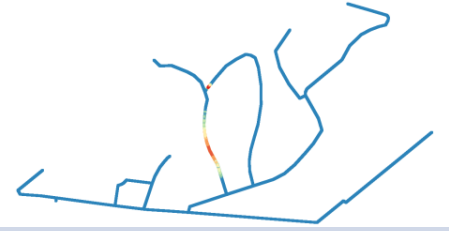

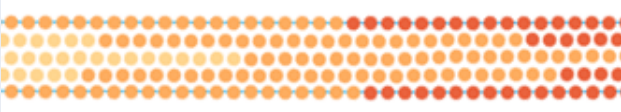
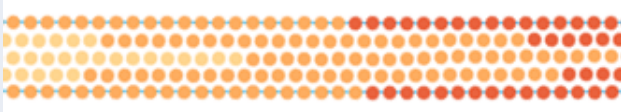
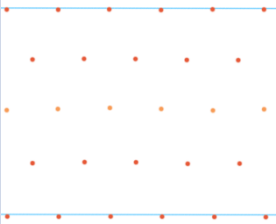
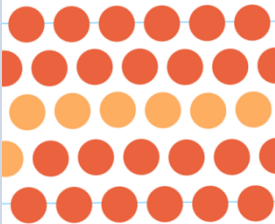


# Nouvelles représentations pour explorer les données

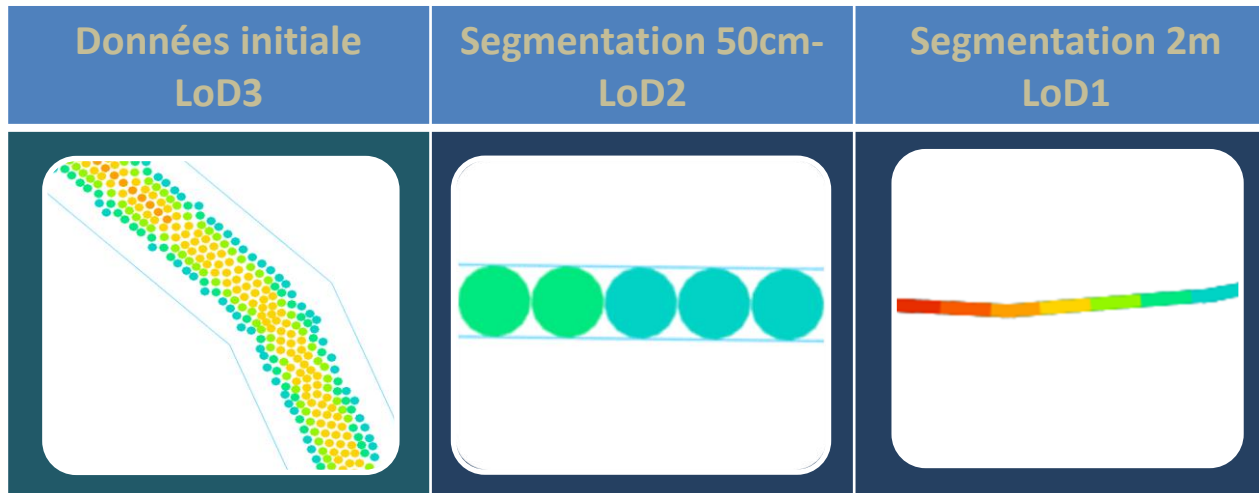
- 1) Replonger les données dans l'EG
- 2) Générer différents LoD
- 3) Proposer des symbolisations qui résistent mieux aux zooms



# Utilisation de symbolisations surfaciques

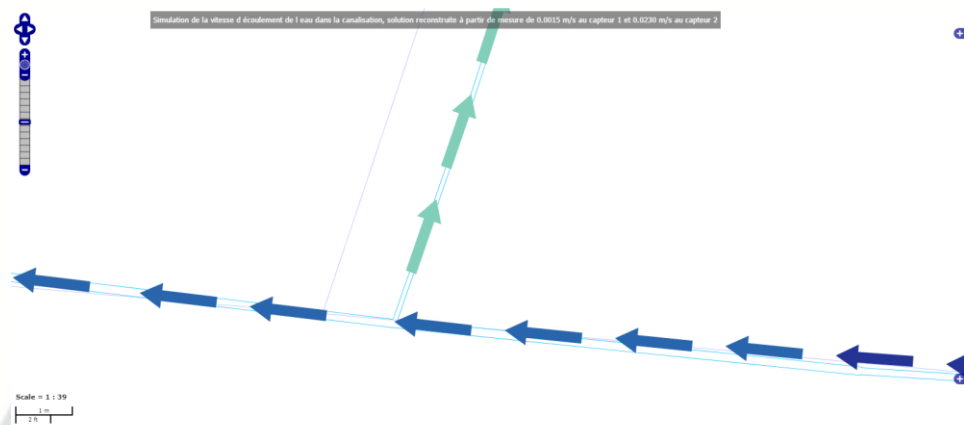
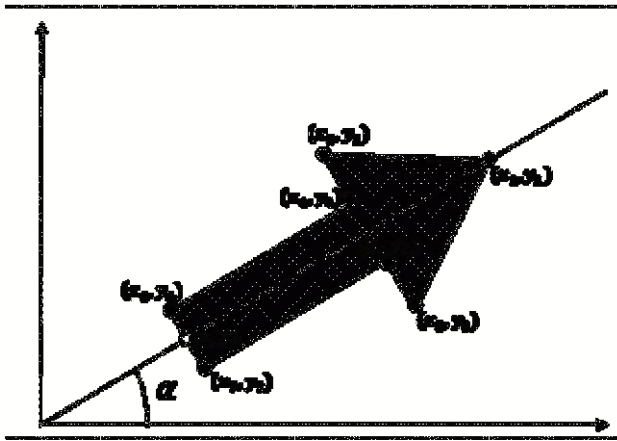
	Punctual Symbol	Area Symbol
Zoom-out		
<i>Appropriate LoD</i>		
Zoom-In		

# Généralisation de l'information pour s'adapter à la granularité





# Flèches : surfaces de taille constante

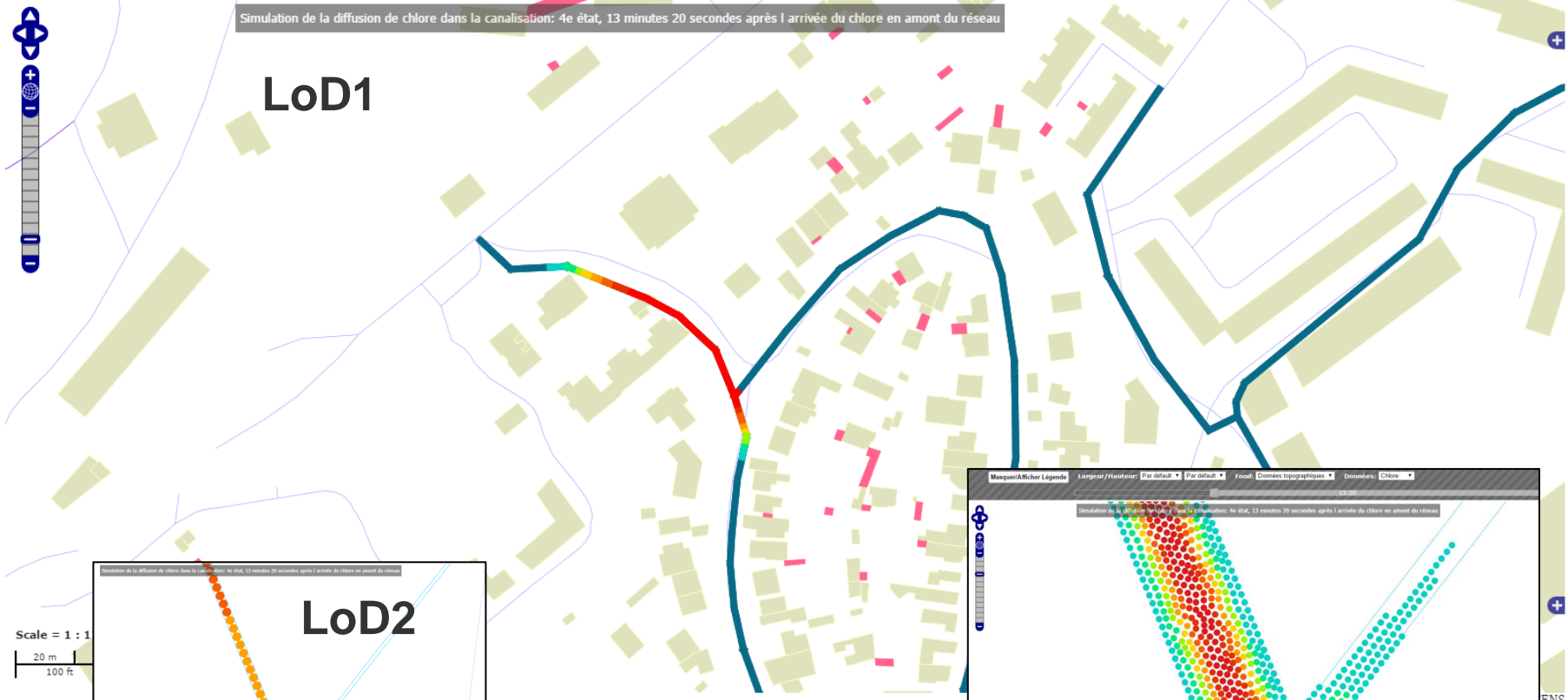


©IFSTTAR 2014 - A.RUAS, T.T.H.PHAM, ha.pham@ifsttar.fr - Simulation J.WAEYENS

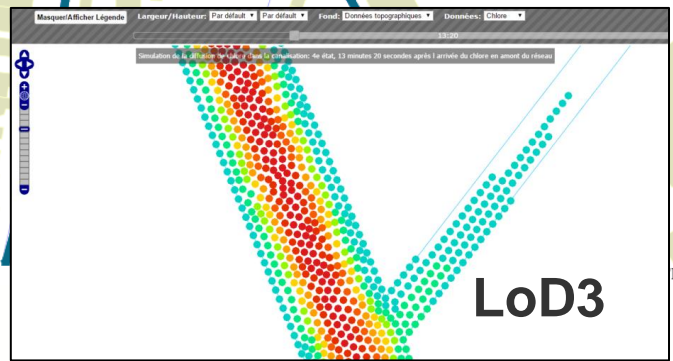
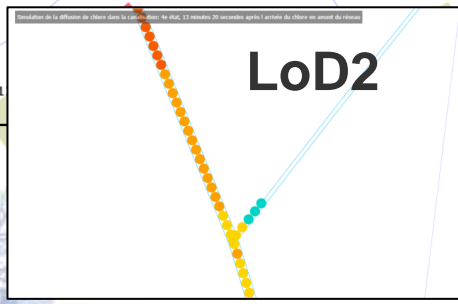
Masquer/Afficher Légende    Largeur/Hauteur: Par défaut    Par défaut    Fond: Données topographiques    Données: Chlore    13:20

Simulation de la diffusion de chlore dans la canalisation: 4e état, 13 minutes 20 secondes après l'arrivée du chlore en amont du réseau

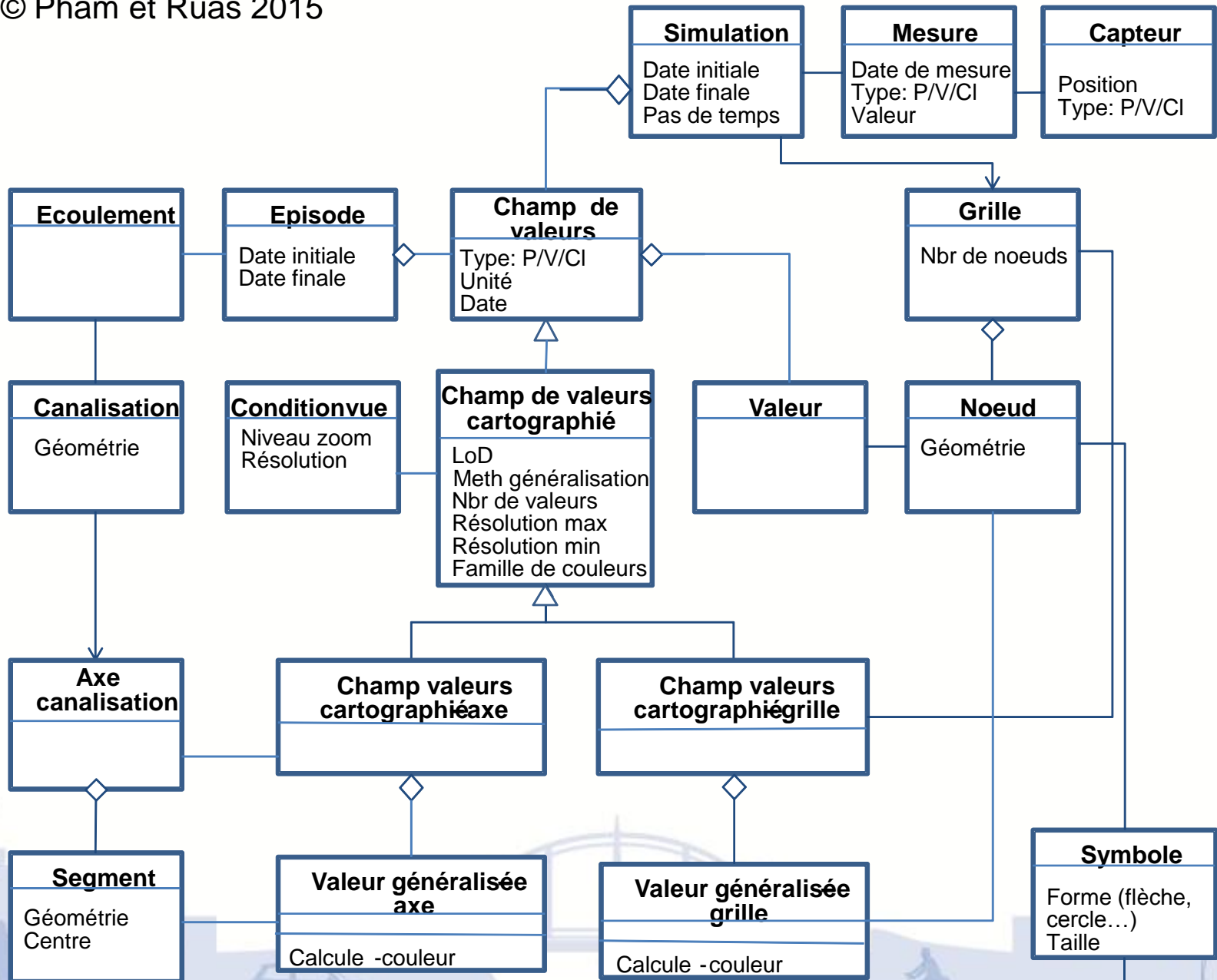
LoD1



Scale = 1 : 1  
20 m  
100 ft



Conception de services web : adaptation du niveau de détail et de la symbolisation en fonction du niveau de zoom et animation



# Conclusions

- Des capteurs, des mesures et des modèles
- Replonger les champs dans l'EG pour les interpréter (causalité, dangerosité, enjeux)
  - **Améliorer :**
    - Flux de données interopérabilité
    - Structuration de données SGBD
    - Accès simples aux résultats services web
    - **Nouvelles représentations pour faciliter l'exploration des données**



# MERCI

## **IFSTTAR**

14-20 Bld. Newton

Cité Descartes

Champs sur Marne

77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

France

Ph +33 (0)1 81 66 80 99

[www.ifsttar.fr](http://www.ifsttar.fr)

[anne.ruas@ifsttar.fr](mailto:anne.ruas@ifsttar.fr)



[www.ifsttar.fr](http://www.ifsttar.fr)